Diseño y Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Autónomo en la empresa ECOICOPORES

EDUARD ALONSO BELTRÁN GAMBA

JORGE ANDRÉS MARTÍNEZ MORALES

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTA D.C.

2023

Diseño y Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Autónomo en la empresa ECOICOPORES

EDUARD ALONSO BELTRÁN GAMBA

JORGE ANDRÉS MARTÍNEZ MORALES

Trabajo de grado presentado como requisito

para optar el título de Ingeniero mecánico

Director

Mauricio González Colmenares

Ingeniero Mecánico

UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

FACULTAD TECNOLÓGICA

INGENIERÍA MECÁNICA

BOGOTA D.C.

2023

Nota de aceptación

Bogotá, Julio de 2022

DEDICATORIA

A mi familia, amigos y compañeros, quienes, con su apoyo, amistad y sabiduría, han generado en mi un espíritu de valentía para afrontar cada batalla que se ha presentado. A mis más grandes compañeras, mis bebés, Macarena y Sofía, quienes se quedaron siempre en cada minuto de trabajo y crecimiento. Se lo dedico a Andrés, el mejor y más grande apoyo, compañero, amigo, todo esto es posible, gracias a su paciencia, valor y apoyo. Para ti, Lorena, esto es por nosotros. Gracias.

E.B.

Este proyecto va dedicado a mis padres quienes me enseñaron sobre la constancia y la disciplina con su ejemplo, a mis docentes que mantuvieron viva mi curiosidad y fueron fuente de conocimiento e inspiración, a mis amigos con quienes compartí momentos que atesorare con mis años y a mi compañero de grado Eduard ya que junto a él trabajamos con empeño y materializamos lo que inicio como una idea.

J.M.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos cada momento de atención, cada enseñanza y cada paso de apoyo a nuestro tutor Mauricio González Colmenares, en quien depositamos toda nuestra confianza y quien ha sido un apoyo y un refuerzo a lo largo de este proceso de aprendizaje. Hoy en nuestra recta final, queremos agradecer a la vida y más importante aún, a nuestra amada UD.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN
JUSTIFICACIÓN
1. Generalidades
1.1 planteamiento del problema
1.1.1 Descripción del problema
2. Objetivos
2.1 Objetivo general
2.2 Objetivos específicos
3. SEGUIMIENTO
4. MARCO TEÓRICO
4.1 TPM
4.1.2 El TPM en la actualidad
4.2 Las 5´s
4.3 Mantenimiento autónomo o JUSHIOSEN
5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA
5.1 Presentación
5.1.1 Misión
5.1.2 Visión
5.1.3 Infraestructura
5.1.4 Organigrama
5.2 Estado actual de indicadores
5.3 Procesos de mantenimiento
5.4 Productos
5.4.1 Neveras
5.4.1.1 Descripción del producto
5.4.1.2 Fabricación
5.4.1.3 Dimensiones
5.4.2 Bolas
5.4.2.1 Descripción del producto
5.4.2.2 Fabricación
5.4.2.3 Dimensiones
5.4.3 Perla aligerante o nieve
5.4.3.1 Descripción del producto
5.4.3.2 Fabricación
5.4.4 Conos
5.4.4.1 descripción del producto
5.4.4.2 Fabricación
5.4.5 Aros
5.4.5.1 Descripción del producto
5.4.5.2 Fabricación
5.4.6 Osos
5.4.6.1 Descripción del producto
5.4.6.2 Fabricación
5.4.7 Cabezas
5.4.7.1 Descripción del producto
5.4.7.2 Fabricación
5.5 Procesos
5.5.1 Simbología para identificación de diagramas de flujo
5.5.2 Diagramas de proceso
5.5.2.1 Diagrama general del proceso de producción

5.5.2.2 Descripción del procedimiento
5.6 Diagramas de procesos específicos
5.6.1 Diagrama de proceso – calentar caldera – generar vapor
5.6.2 Diagrama de proceso – calentar el expansor
5.6.3 Diagrama de proceso – espumar
5.6.4 Diagrama de proceso- uso de prensa hidráulica
5.6.5 Diagrama de proceso – uso de prensa manual
5.7 Herramentales
5.8 Maquinaria
5.8.1 Bombas de agua
5.8.2 Calderas
5.8.3 Expansor
5.8.4 Prensa hidráulica
5.8.5 Prensa manual
5.8.6 Parámetros básicos de operación
5.9 Fallos en la maquinaria
6. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
6.1 Capacitación introductoria al mantenimiento autónomo general
6.2 Capacitación técnica
6.3 Capacitación en seguridad
6.4 Introducción al manual de operación
6.5 Implementación de actividades de mantenimiento
6.5.1 Tarjetas IFS (identificación de fallos y seguridad)
6.5.2 Actividades de lubricación
7. EVALUCACIÓN DE RESULTADOS
7.1 Estado final de los indicadores de mantenimiento
7.1.1 MTBF
7.1.2 MTTR
7.1.3 Disponibilidad
7.2 Entrevista de satisfacción
7.3 Mejoras al proceso de mantenimiento autónomo
CONCLUSIONES
BIBLIOGRAFÍA

INTRODUCCIÓN

Tras realizar un análisis de la metodología utilizada en los procesos técnicos y administrativos del mantenimiento en la empresa ECOICOPORES, se llega a la conclusión de que se requiere un cambio en la gestión, gerencia y realización de los mantenimientos a la maquinaria de la empresa.

Al no contar con un sistema establecido, formal y claro, los trabajadores realizan los mantenimientos de acuerdo con los fallos que se presentan, llegando a atender las máquinas que presentan daños catastróficos y súbitos.

Se implementará un nuevo sistema de mantenimiento autónomo, esto gracias a la simplicidad de la maquinaria presente en la empresa, el cual cubra a totalidad los mantenimientos preventivos de las máquinas, junto con un sistema ajustado de mantenimientos preventivos. La finalidad es generar un mayor nivel de confiabilidad en las máquinas, además de reducir la carga laboral que se presenta en un solo trabajador (quien es el encargado de la realización de mantenimientos de todas las máquinas).

El objetivo es plantear un sistema que reduzca las paradas por fallos y aumente el TAK TIME de la planta. Esto se logrará observando profundamente los métodos utilizados para la producción de ICOPOR aplicados actualmente. Tras evidenciar los posibles fallos en la producción, a partir del estado de las máquinas, se buscará realizar una caracterización profunda de cada una, identificando partes, funciones, mecanismos, materiales y procesos. Los tiempos de producción, índices de fallo y confiabilidad actual, se buscará encontrar el mejor proceso de mantenimiento aplicable para aumentar la fiabilidad, reducir los tiempos de atención a fallos y aumentar el TAK TIME.

Para lograr el objetivo que se desea cumplir, se aplicará un mecanismo de mantenimiento autónomo preventivo, en el cual, sea el operario el encargado de la lubricación, limpieza y demás tareas que no requieran de niveles técnicos de conocimiento. Para los mantenimientos preventivos y/o correctivos que requieran un mayor nivel de destreza, se acudirá a los conocimientos del técnico de mantenimiento encargado de la organización.

Se buscará dejar un precedente en la organización, lo cual estaría conformado por manuales de procedimiento, operación y uso de cada una de las máquinas, además de formatos para la toma de tiempos y hojas de vida de las máquinas, lo cual tendrá uso en la verificación y aplicación del mantenimiento correcto.

JUSTIFICACIÓN

Al implementar el plan de mantenimiento, los operarios podrán evitar en gran medida los posibles fallos de las máquinas y, en caso de que se presenten conseguirán superar el fallo rápidamente, mejorando el tiempo de corrección de este y puesta en marcha de la máquina. Implementar un sistema de mantenimiento autónomo, permitirá reducir enormemente la carga laboral de mantenimiento en un solo colaborador y le permitirá a su vez, llevar a cabo diferentes tareas de su haber, en menor tiempo.

La implementación de TPM en empresas, tiende a ser complicado por diversos parámetros humanos y de recursos. La naturaleza de la empresa de acuerdo con su línea de producción, permite que el mecanismo de TPM pueda llegar a ser un lineamiento inicial que permita generar menores costos de producción y un TAK TIME mejorado.

La empresa ECOICOPORES brinda unas características particulares para esto. El proceso productivo aplicado en la empresa, junto con los mantenimientos realizados (atención a fallas catastróficas), hace necesaria la implementación de un nuevo sistema integrado de mantenimiento, y la oportunidad de construir un mecanismo TPM adecuado a las particularidades de la organización.

1. GENERALIDADES

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Descripción del problema

La empresa ECOICOPORES dedicada a la fabricación de distintos artículos con base en poliestireno tales como neveras, esferas, láminas, bloques y diversas formas, de acuerdo con las especificaciones del cliente o clientes.

En la organización, no se contempla un organigrama adecuado o una metodología establecida para la atención de fallos, interrupción de operación o fallos catastróficos en la maquinaria. Es importante entender que, dada la sencillez en el proceso de fabricación, operación y mantenimiento de las máquinas y herramentales, la administración de la organización no ha encontrado necesario el desarrollo de un plan completo de mantenimiento, y así mismo, tampoco se ha realizado un entrenamiento adecuado al personal en cuento a operación y mantenimiento.

Entendiendo que los procesos de operación y fabricación son simples, las personas encargadas de producción exigen un mínimo de producción por operario al día, el cual es de 70 productos aproximados diarios, lo que, combinado con la baja confiabilidad de las máquinas, genera retrasos en el cumplimiento de las metas, además de generar en los operarios indisposición por pérdidas de tiempo de producción.

La maquinaria utilizada para los procesos se encuentra en un constante proceso de oxidación, dado que para el manejo de la materia prima y para el moldeamiento en las diferentes formas, es requerido calentar el agua. El contacto directo de la maquinaria con el vapor caliente proporciona el ambiente adecuado para la propagación de óxido en las superficies, aumentando los riesgos de paradas por fallas y los accidentes laborales por mal estado de la maquinaria.

Adicionalmente a lo anterior, en la organización solo se cuenta con una persona encargada para la atención de fallos de las 24 máquinas instaladas, y que adicionalmente cuenta también con trabajo de tipo general (todero), lo que no le permite estar completamente al tanto del estado de las máquinas o brindar una atención adecuada a cada fallo.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar y desarrollar un plan de mantenimiento autónomo en la empresa ECOICOPORES.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar el funcionamiento general y específico para cada una de las máquinas dispuestas en la empresa.
- Formular acciones de mantenimiento autónomo para cada uno de los equipos.
- Realizar una implementación de cada una de las acciones propuestas.
- Realizar un análisis de los resultados obtenidos.

3. SEGUIMIENTO

La correcta aplicación de procesos de mantenimiento autónomo en la empresa ECOICOPORES, brindará a la organización procedimientos de producción y procesos de mantenimiento más eficientes, reduciendo considerablemente las paradas por fallas, el tiempo medio entre fallos, los tiempos de atención a fallas y la confiabilidad de la maquinaria.

Asegurando el funcionamiento adecuado de la maquinaria, se mejorará considerablemente la producción y el TAK TIME general de la empresa, el cual es de 0.18 neveras/minutos. Adicionalmente verá reflejada esta implementación en la reducción de costos de mantenimiento directos, ya que cada operario contará con el entrenamiento y herramental adecuado para atender los fallos más comunes en cada una de sus estaciones de trabajo.

Se generará un sentido de pertenencia en cada uno de los colaboradores en la organización que aumentará la productividad, y que a su vez aumentará la calidad del producto terminado en la organización.

Dado que las máquinas de moldeado examinadas cuentan con características similares (cambian únicamente los moldes), se pueden generalizar los fallos para el grupo completo.

Es importante resaltar que, no se cuenta con la información correspondiente al tiempo total de parada de los fallos presentados en el recuadro. La recolección de información fue presentada por el grupo asignado para el mantenimiento general de la empresa.

4 MARCO TEÓRICO

4.1 TPM

4.1.1 Definiciones y generalidades

El TPM es un sistema gerencial moderno, que permite generar una inclusión e intervención completa de todos los integrantes de la organización, mejorando el producto final en sus distintas etapas productivas y aumentando considerablemente la productividad general de la organización. La metodología TPM presenta en la organización diversas técnicas de gerencia y administración además de variadas estrategias con la intención de aumentar la productividad.

El TPM presenta para su implementación ciertos principios, que aseguran una cohesión adecuada entre el proceso y procedimiento establecido con las nuevas técnicas implementadas por el TPM, son los siguientes:

- CERO DEFECTOS: Nace a partir de la intención de eliminar las 6 grandes causas de pérdida las cuales son averías, preparación y ajuste, paradas menores y tiempos vacíos, velocidad reducida, defectos de calidad y deducción en rendimiento.

- INVENTARIOS CERO: Este principio se basa en la filosofía productiva de “justo a tiempo”, eliminando los procesos, tiempos y espacios destinados al bodegaje.

- RENTABILIDAD TOTAL: Se refiere al desarrollo de sistemas de prevención, predicción y productivo de mantenimiento.

- PRODUCTIVIDAD: La intención es maximizar en función de SALIDAS (calidad, producción, costos, seguridad) y en función de las ENTRADAS (recursos humanos y físicos, ingeniería, mantenimiento)

- PARTICIPACIÓN TOTAL: Es indispensable y necesario la participación de todos los integrantes de la organización de forma consiente. Se requiere realizar una inclusión entre las metas con las diferentes actividades de mejora.

· LOGISTICA Y TECNOLOGÍA: La logística es una ciencia que se encarga de los productos, las materias primas, sistemas, programas y equipos. Se requiere una intervención apropiada de logística en todas las etapas del proceso productivo. La tecnología es fundamental para realizar mejoras al proceso, producto y aumentar la satisfacción del cliente final, adicionalmente proporciona mayores y mejores estándares de calidad.

4.1.2 El TPM en la actualidad

Actualmente es posible encontrar diferentes empresas que basan sus procedimientos de mantenimiento con uno o varios pilares de TPM. Uno de los casos de éxito se encuentra en la empresa FINART S.A.S, donde tras implementar el pilar de mantenimiento autónomo, se logró mejorar considerablemente la producción y aumentar los parámetros de calidad de producto y variar de forma positiva, los indicadores productivos.

Según Vargas, Camila “Mediante la implementación de Mantenimiento Autónomo se logra cumplir el objetivo de mejora en el desempeño de los equipos, esto se evidencia claramente en los comportamientos del indicador de MTTR y MTBF del área de Mantenimiento” [4]. Un caso de éxito presente en la industria colombiana, donde la implementación de un único pilar de TPM, mejoró los procesos productivos al cambiar (de forma positiva), los indicadores de MTTR y MTBF.

El TPM ha cambiado poco desde su implementación inicial. Actualmente los pilares utilizados para la implementación total de TPM cuentan con diferentes variaciones, de acuerdo con la industria y las características de la misma, presentan cambios que no afectan la esencia del TPM. Estas variaciones proporcionan una ayuda adicional para la implementación adecuada de uno o todos los pilares del TPM de acuerdo al resultado esperado.

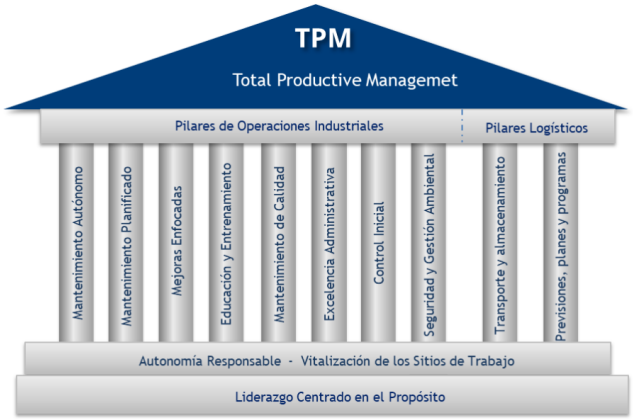


Ilustración 1 Bases de TPM. [4]

La imagen presentada, muestra dos pilares adicionales, los cuales, aunque no son obligatorios, presentan una ayuda adicional en cuanto a herramientas logísticas. Estos pilares adicionales presentan mejoras en cuanto a procesos y procedimientos de almacenamiento y transporte, los cuales en general representan cerca del 25% del total de tiempos muertos en industrias [3].

Otro cambio que presenta el TPM actualmente, consiste en la planificación y previsión. Este pilar adicional se encuentra implícito en cada uno de los pilares principales, pero es primordial para lograr una implementación total de TPM adecuada.

4.2 LAS 5s´

Las 5´s es una técnica de gestión japonesa la cual basa todo el funcionamiento en 5 principios simples. Comenzó en Toyota en la década de 1960 con el objetivo de crear un lugar de trabajo más organizado, ordenado y limpio para una mayor productividad y un mejor entorno laboral de forma permanente. Actualmente forman parte de los sistemas de producción más utilizados, Lean Manufacturing, TPM, Monozukuri, Toyota Production System y son una de las herramientas más utilizadas relacionadas con Kaizen [6].

Una implementación adecuada de las 5´s se logra siguiendo los siguientes pasos:

- Clasificación (*seiri)*: Su aplicación consiste en la separación de elementos, herramientas y objetos necesarios e innecesarios para el desarrollo de las tareas asignadas. Tras una clasificación de elementos, es necesario deshacerse de todos los elementos que fueron clasificados como innecesarios. Los elementos pueden ser clasificados de acuerdo a la utilización que se les da en diferentes periodos de tiempo, manteniendo a mayor distancia todo aquello que es utilizado pocas veces en periodos de

tiempo muy largos, y manteniendo más cerca aquellos elementos necesarios a lo largo de la jornada.

- Orden (*seiton)*: Este paso es simple, consiste en tener en cuenta dos factores importantes, el primero es “cada cosa en su lugar”, lo que quiere decir que cada objeto, por pequeño que sea, tiene un propósito y un lugar adecuado para su almacenamiento, utilización y/o trabajo. El siguiente consiste en FIFO (first in, first out) concepto utilizado en teoría de cola, quiere decir “primero en entrar, primero en salir”, lo que mantiene un flujo constante de material de trabajo, minimizando la retención de materiales productivos.
- Limpieza (*seisō)*: Siendo el más simple de los 5 pasos, se refiere a la limpieza del lugar de trabajo. Se requiere una limpieza adecuada, lo que minimiza riesgos de accidentes en áreas productivas. Este paso consiste en eliminar toda fuente de suciedad y la realización de las acciones necesarias para desaparecer la fuente de suciedad, lo que permite que todas las herramientas necesarias para el proceso productivo se encuentren en perfecto estado operativo.
- Estandarización (*seiketsu)*: Siendo un paso regular para la organización general, promueve la estandarización de procedimientos y normas que recuerden que el orden y la limpieza deben mantenerse. Requiere la señalización e identificación de anomalías que eviten mantener el orden y la limpieza.
- Mantenimiento de la disciplina (*dhitsuke)*: Con este paso, se pretende mantener un trabajo continuo en la aplicación de cada uno de los pasos anteriores, manteniendo una constante retroalimentación para mejorar la aplicación de cada una de las 5´s. Es una mejora continua de los procesos, procedimientos y normas establecidos.

4.3 MANTENIMIENTO AUTÓNOMO O JISHUHOZEN

Siendo uno de los pilares fundamentales para las aplicaciones en TPM. Representa contacto directo con los operarios, quienes mantienen en operación y óptimas condiciones el estado de la maquinaria y lugares de trabajo. Para la aplicación apropiada del mantenimiento autónomo, es necesario una implementación adecuada y previa de las 5´s [4].

Como su nombre lo indica, requiere la intervención directa del operario, quien, en conjunto con un grupo de apoyo, brindará atención a fallos leves y la realización de tareas diarias de mantenimiento (estado de aceite, estado de estructura, estado de herramentales). Estas acciones brindan una apropiación del espacio laboral, la maquinaria y, generan un interés por la atención al detalle en cada una de las labores a realizar.

Según Alvarez Laverde “existen tres etapas de desarrollo que se pretenden alcanzar con la implementación del mantenimiento autónomo y son:

- Mejorar la efectividad de los equipos con la participación del personal.
- Mejorar las habilidades y capacidades de los operarios para mantener altos niveles de eficiencia de los procesos de producción.
- Mejorar el funcionamiento en general de la organización.”[7]

Ya que la relación entre los procedimientos de mantenimiento autónomo y las 5´s es directa, se sugiere la utilización de los siguientes pasos, para lograr una implementación adecuada de mantenimiento autónomo:

#	PASOS	HERRAMIENTA DE 5´S APLICADA	DEFINICIÓN
1	Limpieza inicial	SEISO (LIMPIAR)	Limpieza del área de trabajo realizada por cada operario
2	Eliminación de fuentes de contaminación		El operario debe proponer medidas para combatir la causa de la generación de desorden, suciedad, desajustes, etc.
3	Estándares de limpieza y lubricación	SEISO (LIMPIAR) Y SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Estandarizar los dos primeros pasos, hacer que el operario determine por sí mismo lo que tiene que hacer
4	Inspección General	SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	Revisión de fallas con una inspección general del equipo. Los operarios más experimentados deben enseñar a los de menos experiencia.
5	Inspección autónoma		Comparar y evaluar cada uno de los pasos anteriores, se realiza un manual de inspección autónoma
6	Organización y ordenamiento	SEIRI (CLASIFICAR) Y SEITON (ORDENAR)	Es clasificar, seleccionar y ordenar el área de trabajo por parte de los operarios. Los líderes y directores hacen una evaluación a los operarios y se realizan últimos ajustes
7	Implementación total	SEIKETSU (ESTANDARIZAR) Y SHITSUKE (DISCIPLINA)	Organizar la información para describir las condiciones óptimas y mantenerlas.

Tabla 1 5´s. [4]

5. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

A pesar de que la empresa Ecoicopores lleva un recorrido significativo en la producción de formas básicas en poliestireno, su proceso de manufactura siempre se ha visto retrasado cuando se presenta un fallo en alguna máquina, ya que debe ser intervenida y reparada con rapidez para poder volver a poner la máquina en funcionamiento, lo que genera pérdidas de tiempo ya que la producción de esa máquina debe parar hasta que solucionen el fallo; el operario de ella debe ponerse a hacer otra función o a ayudar a poner la maquina en operación nuevamente, también genera pedidas de producción ya que la tasa de fabricación del día de esa máquina será menor lo que también significara pérdidas económicas.

Cuando estas fallas se presentan se trata de solucionar de una forma rápida pero, no existe en la empresa un seguimiento para cada máquina que permite ver los fallos más frecuentes de ellas ni la recurrencia con que se presentan, no existe un documento que soporte el historial de fallos de la máquina lo que dificulta poder prevenir estos fallos o estar preparados cuando estos ocurran; Sumado a esto la empresa no tiene un grupo formal de mantenimiento que se encargue de prever y reparar los fallos que se presenten , en reemplazo a esto existe un mecánico cuya función es prestar atención a los fallos cuando estos ocurran, además de reparaciones locativas a la planta, lo que dificulta en gran medida dar atención adecuada a las máquinas y disminuir los fallos que se presentan.

La empresa ha tenido un gran avance en todas las áreas, pasó de ser régimen Simplificado a ser régimen común, actualmente el área administrativa ha adicionado cargos que realizaba una sola persona que hoy en día están divididos en las áreas de ventas, facturación, auxiliar contable y Recursos humanos, debido al crecimiento que ha tenido la empresa en estos últimos 5 años. El área operativa ha crecido en maquinaria, actualmente se encuentra ubicada la planta de producción en la ciudad de Funza Cundinamarca en el Parque Industrial El Dorado que es una zona de alto impacto, al tener más maquinaria requiere más operarios, la mayoría de maquinaria que inicialmente era manual hoy en día es maquinaria de manejo hidráulico lo cual acelera el proceso de producción agilizando los despachos y se le facilita al operario el manejo de la máquina pues requiere menos esfuerzo físico y tiene menos riesgo de adquirir una enfermedad por causa laboral o generar un accidente de trabajo y en consideración se ha disminuido los incidentes y la accidentalidad en la empresa dando cumplimiento a la política de SST.

En el área de ventas de la empresa actualmente ha tenido un crecimiento en clientes dado a la creación de la página web (http://ecoicopores.com) y en las

redes sociales, en las que se ofrecen constantemente todos los productos fabricados, además de tres puntos de venta en tres ciudades estratégicas: Bogotá, Villavicencio y Neiva, cada punto de venta cuenta con vehículo para entrega de pedidos.

Sin embargo, la empresa ha tenido dificultades a nivel económico debido al incremento del precio en la materia prima e insumos, el sostenimiento en el mantenimiento correctivo de maquinaria y demás gastos en la que la empresa no ha tenido la solvencia Económica esperada, debido a esto la empresa debe realizar reajustes en las metas y buscar nuevas estrategias.

5.1 Presentación

ECOICOPORES S.A.S es una empresa PYME ubicada en la ciudad de Bogotá fundada el 12 de febrero de 2012. Durante la etapa inicial de establecimiento, la organización se encontraba ubicada en el sector de Engativá, lugar donde sus fundadores diseñaron la laminadora y la cortadora de poliestireno, adicionalmente se compraban los bloques de poliestireno, se cortaban y/o laminaban y se compraban las figuras y contenedores de poliestireno para revender.

En la actualidad la organización se dedica a la transformación de poliestireno expandible en formas básicas, fabricando y distribuyendo para abastecer suministros de poliestireno a laboratorios clínicos, laboratorios veterinarios, sector de la construcción, misceláneos, áreas artísticas, negocios de plásticos y desechables para diferentes proyectos, incluyendo 3 puntos de venta en el país (Villavicencio, Neiva y Bogotá). La empresa actualmente cuenta con 26 trabajadores, la planta de producción está ubicada en el parque industrial el dorado en Funza Cundinamarca, por otra parte, la sede administrativa se encuentra en la ciudad de Bogotá en el sector de Comuneros.

El origen del capital de la empresa es de origen nacional. La organización ECOICOPORES S.A.S cuenta con un proceso productivo es adquirir la materia prima para poder fabricar, empacar y almacenar producto terminado para despechar a los diferentes clientes de la compañía.

5.1.1 Misión

Brindar el 100% de las capacidades para responder a las necesidades del mercado de sus clientes, cumpliendo con calidad y puntualidad los procesos de fabricación y distribución, generando desarrollo y sostenibilidad de abastecimiento en varios puntos del país.

5.1.2 Visión

Consolidarse como una empresa líder a nivel nacional en la producción, fabricación y distribución de poliestireno siendo creativa e innovadora capaz de satisfacer las necesidades inmediatas y futuras de los clientes con la más alta calidad de los productos y servicios.

5.1.3 Infraestructura

ECOICOPORES S.A.S cuenta con una planta de producción ubicada en Funza en donde se utiliza Poliestireno Expandible como materia prima para realizar un proceso de expansión en el cual adopta la forma del molde en el que está contenido. Adicionalmente cuenta con una bodega cercana a la planta en donde se realiza el proceso de corte de bloques de poliestireno. Por último, cuenta con una bodega en Bogotá en el sector de Comuneros en donde se encuentra el principal punto de venta y desde la cual se realizan los despachos para esta ciudad y las demás sedes, en Villavicencio y Neiva.

5.1.4 Organigrama



Ilustración 2 Organigrama Ecoicopores

Se muestra el organigrama actualizado que se aplica para la empresa Ecoicopores. Como líder en la organización, se encuentra el gerente general. Los procesos productivos se dividen esencialmente en dos, producción y despachos, cada una con sus correspondientes supervisores.

Adicionalmente, la organización cuenta con el apoyo de la gerencia, siendo el subgerente el segundo al liderazgo dividiendo las funciones administrativas de la empresa de forma eficiente para el apoyo logístico. Debido a que Ecoicopores es una organización pequeña, la organización, asignación y verificación de las funciones operativas, corre a cargo de la sub gerencia y los supervisores de cada área.

5.2 ESTADO ACTUAL DE INDICADORES

A pesar de que en la fábrica existe una alta ocurrencia de fallos en las máquinas, no existen aún indicadores de fallo, que permitan reportar el paro de la máquina y la causa de este fallo, tampoco existe un formato en el que se indique la frecuencia de ocurrencia de estos fallos, ni un documento que contenga los daños que presentaba la máquina con anterioridad o hace cuánto fue el cambio del componente que dejó de funcionar correctamente y conlleva a una parada y una posterior reparación.

En concurrencia tampoco existen registros de mantenimientos realizados ni última fecha de mantenimiento de cada máquina, lo que desemboca en la existencia de nuevos fallos que pudieron haberse evitado.

Por experiencia en la planta de producción se tienen repuestos guardados de los componentes más sencillos y que fallan más comúnmente en las máquinas para utilizarlos cuando sea necesario y poner en funcionamiento la máquina que los requiera, pero no se cuenta con un documento que brinde información acerca de la referencia y la cantidad de repuestos que hay, o los que se van agotando, así como tampoco la frecuencia de cambio de estos componentes.

La falta de estos indicadores ha derivado en pérdidas de tiempo y dinero para la empresa ya que sin ellos se hace difícil la organización de los fallos, la recurrencia de estos y el control de los componentes necesarios para poner en marcha nuevamente las máquinas.

Actualmente la empresa cuenta con un sistema de gestión en medio ambiente y salud y seguridad en el trabajo basados en ISO 14001, 45001 y resolución 0312.

Adicionalmente se está desarrollando un sistema de gestión de calidad basado en ISO 9001 teniendo en cuenta los siguientes enfoques:

- Liderazgo
- Mejora continua
- Toma de decisiones basada en la evidencia
- Gestión de las relaciones

En la empresa se llevan registros diarios de la producción con el fin de generar proyecciones y análisis trimestrales de la producción.

Se registra la fecha del día, el nombre del operario, el tipo de materia prima, la referencia de la nevera o figura que está moldeando, las piezas fabricadas en el horario laboral, las piezas buenas y las dañadas, observaciones y la firma del operario.

ECOICOPORES S.A.S FABRICANTES DE ICOPOR	PLANILLA DE PRODUCCION DIARIA							
	FECHA DE EMISIÓN			FECHA DE MODIFICACIÓN		VERSIÓN		PÁGINA
	Enero de 2019			04 de junio de 2021		1		1-1
FECHA:						ELABORÓ:		
NOMBRE	MATERIAL	REFERENCIA	TOPE/HORA	COCIMADAS	CANTIDAD	MALAS	OBSERVACION	FIRMA

Tabla 2 Planilla de producción diaria Ecoicopores.

5.3 PROCESOS DE MANTENIMIENTO

Un plan de mantenimiento preventivo optimiza la producción al evitar paros repentinos de la maquinaria, además de optimizar costos y mejorar la vida útil de los equipos, entre otras ventajas, sin embargo la empresa no ha sabido aprovechar estas ventajas debido a que no ha implementado un plan de mantenimiento preventivo que reduzca el tiempo de espera en reparaciones; cuando algún equipo se daña es que se le pone la debida atención y se reparan sus fallos, se cambian las piezas que han presentado daños y se pone en funcionamiento lo antes posible, pero no se lleva un control y un indicador que permita documentar y evitar estas paradas repentinas.

Un parada repentina de alguna máquina afecta directamente la producción de la empresa debido a que ésta deja de producir neveras o figura de icopor y debe tomarse el tiempo necesario de reparaciones y cambio de piezas, que si no se tiene a la mano deben conseguirse con proveedores lo que hace que se aumente el tiempo para ponerla en funcionamiento; es por esto que un plan de mantenimiento autónomo por parte del operario de la máquina reduciría la probabilidad de ocurrencia de estos fallos dándole una mayor seguridad a la empresa de que la máquina llegará al objetivo de piezas producidas al día.

5.4 PRODUCTOS

5.4.1 Neveras

5.4.1.1 Descripción del producto

Son recipientes utilizados para conservar las propiedades de los alimentos y medicamentos almacenados en su interior ya que actúan como aislantes térmicos, evitan la proliferación de microorganismos, son resistentes a la humedad y protegen los productos de posibles impactos.

5.4.1.2 Fabricación

Son fabricadas en la empresa a partir de la expansión del poliestireno al contacto con vapor de agua, se fabrican en las distintas máquinas hidráulicas y se tienen varios moldes de neveras dependiendo de la capacidad de almacenamiento que se requiera fabricar, la empresa cuenta con moldes para fabricar neveras de 1.7, 5, 10, 15, 20, 25, 27, 30, 44, 48, 60 litros; cada referencia de nevera tiene un molde aparte con la tapa de la nevera respectiva. También se fabrican tanques de 75, 125 y 180 litros, que son moldes mucho más voluminosos y pesados, además de los necesarios para producir sus respectivas tapas.



Tabla 3 Neveras de poliestireno Ecoicopores

5.4.1.3 Dimensiones

Nevera	Capacidad Interna en litros	Medidas Internas Largo x Ancho x Alto en cm	Medidas Externas Largo x Ancho x Alto en cm	Espesor de pared en cm	Espesor de la Tapa en cm	Densidad en $\frac{Kg}{m^3}$	Costo al detal en pesos	Costo al por mayor en pesos
Insulina	**1.7**	**16 x 11 x 6**	**19.5 x 14 x 9**	**2**	**3**	**20**	**5.775**	**4.400**
5	**5**	**19 x 12 x 11**	**24 x 18 x 14.5**	**3**	**3**	**20**	**6.930**	**6.050**
7	**7**	**26.5 x 16 x 16**	**32 x 21.5 x 20**	**3**	**3.5**	**20**	**8.085**	**7.260**
10	**10**	**27.5 x 17 x 17.5**	**33 x 22.5 x 21**	**3**	**3.5**	**20**	**11.550**	**8.800**
15	**15**	**32 x 19.5 x 20**	**39.5 x 26.5 x 25**	**3.5**	**4**	**25**	**17.325**	**12.100**
20	**20**	**35 x 21 x 22.5**	**42.5 x 28 x 27**	**3.5**	**4**	**25**	**20.790**	**13.638**
25	**25**	**35.5 x 31.5 x 26**	**42 x 38.2 x 28.5**	**2.5**	**4**	**25**	**23.100**	**15.714**
30	**30**	**40.7 x 24 x 23.5**	**49 x 32.5 x 30**	**4**	**5**	**25**	**25.410**	**17.787**
44	**44**	**46.5 x 27 x 30.5**	**55 x 35.5 x**	**4**	**5**	**25**	**28.875**	**26.976**

			35.5					
48	**48**	**57 x 34.5 x 20.3**	**65.2 x 43 x 24**	**3.5**	**4**	**25**	**31.185**	**28.600**
60	**60**	**60 x 36.5 26.5**	**66.5 x 43.5 x 32**	**4**	**4**	**25**	**38.500**	**33.000**
Tanque de 75	**75**	**36.5 x 36.5 x 50**	**48 x 48 x 57.5**	**5.5**	**6**	**25**	**42.735**	**39.839**
Tanque de 125	**125**	**40.5 x 40.5 x 69.5**	**56 x 56 x 80**	**7**	**7**	**25**	**60.500**	**55.000**
Tanque de 180	**180**	**87 x 50 x 40**	**101 x 63.5 x 49**	**5.5**	**8**	**25**	**127.050**	**120.054**

Tabla 4 Dimensiones y descripción de neveras de poliestireno

5.4.2 Bolas

5.4.2.1 Descripción del Producto

Bolas sólidas de poliestireno expandible, color blanco, homogéneas y de acabado superficial liso utilizadas para fines artísticos, manualidades o proyectos de maquetas.

5.4.2.2 Fabricación

Estas bolas son fabricadas en las máquinas de expansión manual, allí el poliestireno se expande y toma la forma de esfera del tamaño del molde que la contenga, se cuentan con moldes para producir bolas de 1,2,3,4,5,6,7,8,10,12,15,20 cm de diámetro, cada molde puede producir de a 2 hasta 50 bolas por cocinada dependiendo de la referencia de la bola.



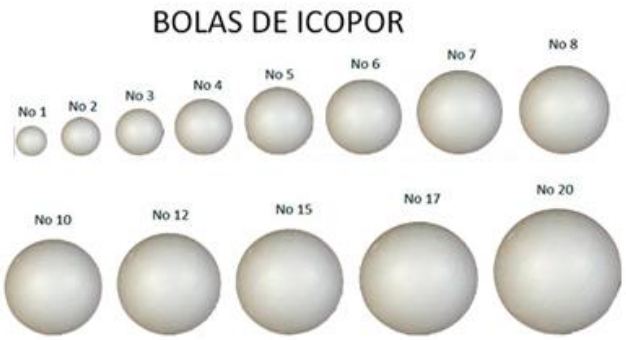


Tabla 5 Bolas de poliestireno

5.4.2.3 Dimensiones

Número de Bola	Diámetro en cm	Cantidad por paquete	Valor Unitario en pesos	Valor Unitario al por Mayor en pesos
N° 1	1	100	$58	$40
N° 2	2	100	$75	$53
N° 3	3	100	$98	$68
N° 4	4	100	$133	$88
N° 5	5	100	$150	$111
N° 6	6	100	$173	$136
N° 7	7	50	$191	$185
N° 8	8	50	$347	$204
N° 10	10	25	$508	$408
N° 12	12	25	$578	$617
N° 15	15	25	$1.386	$1.167
N° 17	17	12	$1.964	$1.510
N° 20	20	6	$2.310	$2.721

Tabla 6 Dimensiones y características de bolas de poliestireno.

5.4.3 Perla Aligerante o Nieve

5.4.3.1 Descripción del Producto

Son pequeñas perlas de poliestireno expandido normalmente con dimensiones de entre 1,5 mm y 4,5mm de diámetro utilizadas en la industria de la construcción para mezclarlas con concretos y morteros obteniendo hormigón más ligero sin perder resistencia, aportando propiedades de aislamiento térmico y acústico al hormigón y resistencia a la humedad, también es utilizado para fines artísticos, de manualidades o como relleno para distintos productos que requieran suavidad y bajo peso.

5.4.3.2 Fabricación

Esta perla aligerante es fabricada en el expansor, allí se ingresan los pellets de poliestireno expandible tal cual viene en los bultos de materia prima y al contacto con vapor de agua y con un aspa que lo mantiene en constante movimiento tomará aproximadamente 3 veces su tamaño volviéndose más voluminoso, luego pasará al reposo y posteriormente a empaque.



Ilustración 3 Perlas aligerantes de poliestireno

Perla Aligerante	Peso en gramos g	Costo en pesos al detal	Costo en pesos al por mayor
Paquete pequeño	5	$1.155	$800

Bolsa grande	500	$33.000	$28.700

Tabla 7 Descripción de perlas de poliestireno

5.4.4 Conos

5.4.4.1 Descripción del Producto

Figuras en forma de conos huecos de distintas alturas utilizadas con fines artísticos, decorativos y de manualidades gracias a su poco peso y facilidad de manipulación.

5.4.4.2 Fabricación

Son fabricados a partir de moldes con forma de cono de 20, 25, 30, 40 y 50 cm de altos, cada molde cuenta con dos cavidades para que por cada cocinada se fabriquen dos unidades.

Estos conos son huecos en su interior, sin embargo, son resistentes; al momento de su fabricación siempre quedan con una rebaba en la punta del cono al salir del molde, esta debe ser retirada con un bisturí.

Cono N°	**Espesor en cm**	**Diámetro Base interior en cm**	**Diámetro Base exterior en cm**	**Precio unitario al Detal en pesos**	**Precio unitario al por Mayor en pesos**
20	4	16	20	$2.052	$1641
25	4	21	25	$2.550	$2.040
30	4.5	25.5	30	$2.976	$2380
40	5	35	40	$3.677	$2.941
50	6	44	50	$4.916	$3.932

Tabla 8 Descripción de conos de poliestireno.



Ilustración 4 Conos de poliestireno

5.4.5 Aros

5.4.5.1 Descripción del producto

Figuras en forma de aros de 10, 15, 20, 30, 40 y 50 cm de diámetro utilizadas con fines artísticos, decorativos y de manualidades, con alta demanda en época navideña gracias a su poco peso y facilidad de manipulación.

5.4.5.2 Fabricación

Son fabricados en las máquinas hidráulicas de expansión a partir de los moldes que con la respectiva forma y tamaño permitirán que el poliestireno se expanda en su interior al estar en contacto con vapor de agua y tome la forma deseada.



Ilustración 5 Aros de poliestireno

Aros	Diámetro interior en cm	Diámetro exterior en cm	Grosor de la pared en cm	Precio unitario al Detal en pesos	Precio unitario al por Mayor en pesos
20	17	20	3	$1.608	$1.286
25	22	25	3	$2.125	$1.700
30	26.5	30	3.5	$2.365	$1.892
40	35.5	40	4.5	$6.162	$4.929
50	44.5	50	5.5	$8.776	$7.020

Tabla 9 Descripción de aros de poliestireno

5.4.6 Osos

5.4.6.1 Descripción del producto

Figuras en forma de oso de 15, 25 y 35 cm de alto utilizadas con fines artísticos y decorativos debido a su poco peso y facilidad de manipulación.

5.4.6.2 Fabricación

Estos osos son fabricados en las máquinas de expansión hidráulica, se cuenta con un molde para cada tamaño, de cada molde salen 2 osos por cocinada, debe retirarse la rebaba una vez salen del molde.



Ilustración 6 Osos de poliestireno

Tamaño de Oso	Alto en cm	Ancho de base en cm	Valor unitario al detal en pesos	Valor unitario al por mayor en pesos
Pequeño	15	8	$11.550	$8.663
Mediano	25	16	$9.240	$6.353
Grande	35	20	$5.775	$3.465

Tabla 10 Descripción de osos de poliestireno

5.4.7 Cabezas

5.4.7.1 Descripción del producto

Cabezas con molde de mujer usadas para exponer artículos como tapabocas, gorras, gafas, bufandas y sombreros, también para fines artísticos, de manualidades y de cosmetología y estética, cuentan con una base amplia para que pierdan su estabilidad fácilmente.

5.4.7.2 Fabricación

Estos cabezales se fabrican en las máquinas de expansión hidráulica aprovechando la expansión del poliestireno al contacto con el vapor de agua, se cuenta con un molde en el que se hacen 2 cabezas por cocinada; deben ser manipuladas con cuidado ya que la nariz suele dañarse con facilidad.



Ilustración 7 Cabezas de poliestireno

Producto	Alto en cm	Diámetro de la base en cm	Precio de unidad al detal en pesos	Precio de unidad al por mayor en pesos
Cabeza	31	18	$8.085	$5.500

Tabla 11 Descripción de cabezas de poliestireno

5.5 PROCESOS

Los diagramas de procesos son una herramienta que se utiliza para mostrar cómo funciona algún proceso y las etapas que lleva, en él se tiene en cuenta la secuencia de las actividades que interaccionan entre sí y su secuencia.

5.5.1 Simbología para identificación de diagramas de flujo

Para que un diagrama de flujo sea bien entendido y su mensaje sea entregado eficazmente es necesario que exista una simbología normalizada entendida como un lenguaje gráfico que permita dar apoyo a la explicación del proceso. Los siguientes diagramas de flujo fueron desarrollados con la simbología de la norma ISO 9000 [7].

Simbología norma ISO 9000 para diagramas de flujo	
Símbolo	**Representa**
	**Operación**. Fases del proceso, métodos o procedimientos
	**Inspección y medición.** Representa el hecho de verificar la calidad, cantidad de insumos y productos.
	**Operación e inspección.** Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.
	**Transporte.** Indica el movimiento de personas, material o equipos.
	**Demora**. Indica el retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.
	**Decisión.** Representa el hecho de efectuar una selección o decidir una alternativa especifica de acción.
	**Entrada de bienes.** Productos o materiales que ingresan al proceso.
	**Almacenamiento.** Deposito o resguardo de información o producto.

Tabla 12 descripción de formas para diagrama de procesos. Tomado de https://www.lucidchart.com

5.5.2 Diagramas de proceso

A continuación, se presenta el mapa de procesos de la empresa, en primer lugar los procesos de dirección, luego misionales y de apoyo.

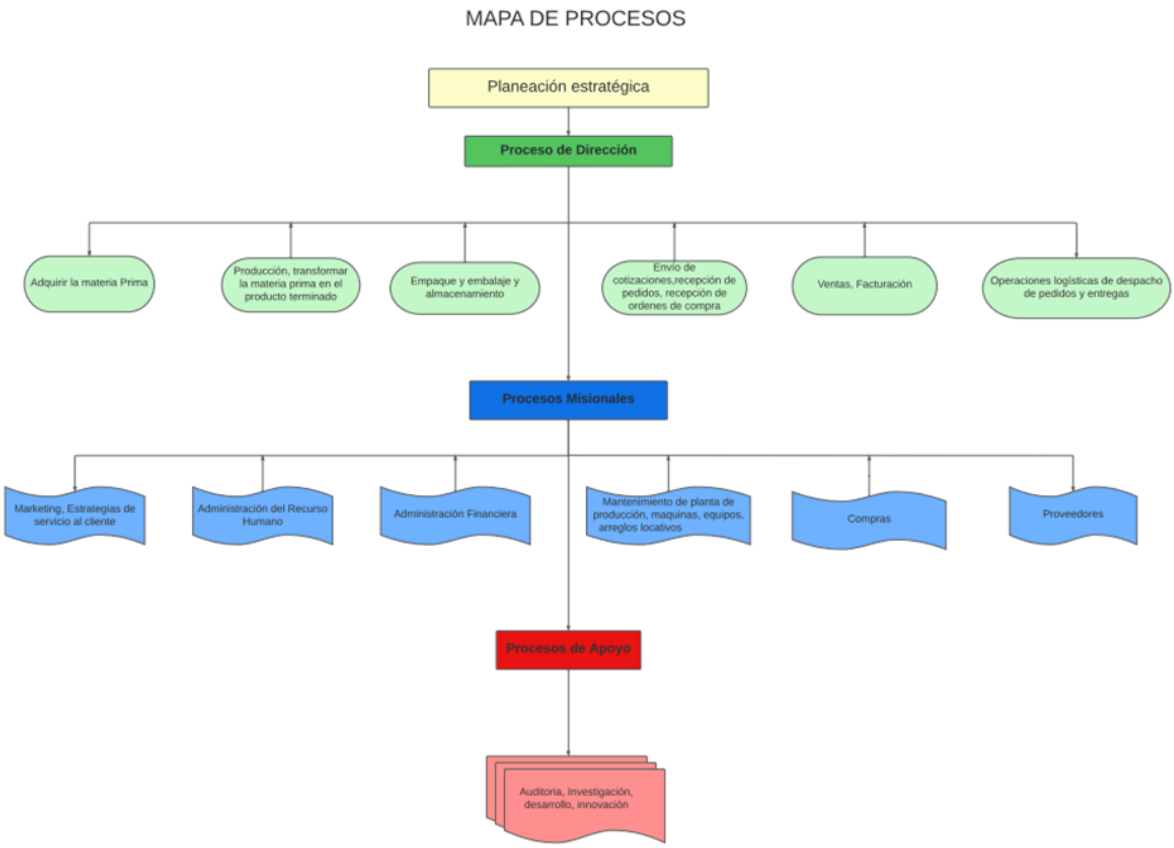


Ilustración 8 Organigrama de procesos Ecoicopores

5.5.2.1 Diagrama general del proceso de producción

El siguiente diagrama explica el proceso que sigue la empresa para poder fabricar algún producto y hacer la debida entrega al cliente; la primera etapa es la recepción de materia prima EPS 301 T, la cual es un poliestireno expandible ideal para ser operado en varias condiciones de moldeo y con bajo consumo de vapor.

Esta materia prima será almacenada, posteriormente debe hacerse el encendido de la caldera que será la encargada de generar el vapor necesario para que sea expandido el poliestireno. Tras generar el vapor, será necesario el expansor en el que los pellets de materia prima con ayuda del vapor y la agitación se expandirán tomando aproximadamente 3 veces su tamaño permitiendo ganar tiempo para la siguiente etapa, ya que no se necesitará tener la materia prima tanto tiempo dentro del molde debido a que ya ha pasado por un proceso de pre expansión.

La siguiente etapa es el moldeo, donde se le da la forma final al poliestireno con la ayuda de las máquinas de moldeo y sus respectivos moldes. Tras finalizar el

proceso de moldeo continua la inspección y empaque, en donde se seleccionarán las piezas que han tenido errores de fabricación y también en donde se empacan los productos fabricados correctamente para luego ser almacenados y posteriormente cargados para la distribución a los clientes.

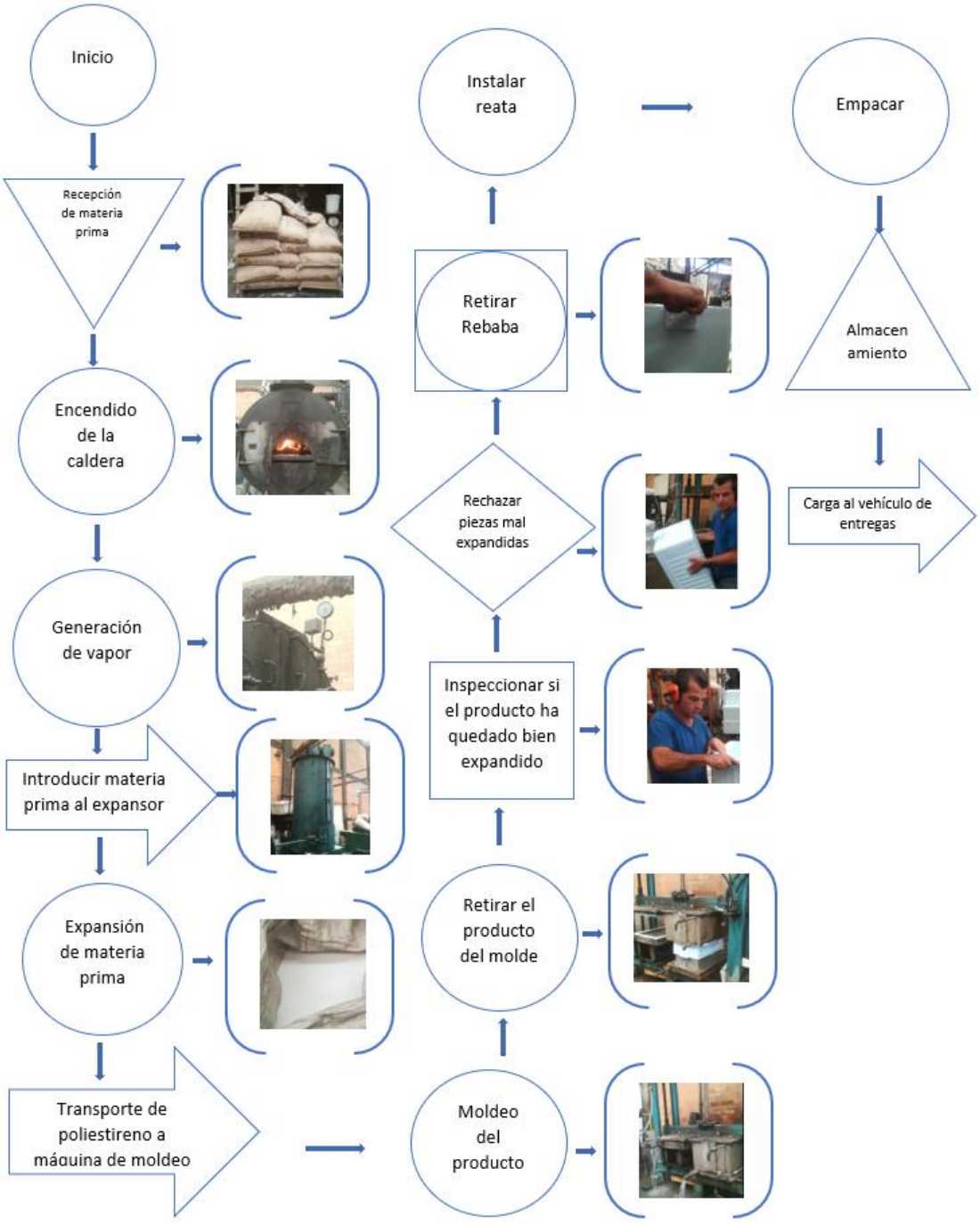


Ilustración 9 Diagrama de flujo de proceso de producción general.

5.5.2.2 Descripción de procedimiento

Para poder tener los productos terminados primero se debe contar con el poliestireno expandible que es la materia prima, posteriormente se debe encender la caldera que funciona a base de madera y con ella poder generar vapor de agua, este vapor se necesita para hacer un proceso de pre expansión de la materia prima en el expansor que es donde los pellets toman un mayor tamaño y con esto lograr acelerar el proceso de expansión final, una vez se tiene el poliestireno pre expandido se lleva a las máquinas hidráulicas o manuales en donde se le da la forma requerida al poliestireno, allí se hace el llenado del molde con el poliestireno pre expandido y luego con ayuda del vapor de agua se hace expansión final, el poliestireno adoptará la forma del molde que lo contiene y posteriormente con agua se enfriará el molde para poder abrirlo y retirar la pieza fabricada, esta pieza es inspeccionada y luego empacada para la venta.

5.6 DIAGRAMAS DE PROCESOS ESPECÍFICOS

5.6.1 Diagrama de proceso - Calentar caldera - Generar vapor

A continuación se presenta el diagrama para el calentamiento de la caldera, un buen calentamiento de ésta permitirá la correcta generación de vapor con la que se alimentarán las otras máquinas; esta caldera utiliza como combustible la madera, que es llevada por camiones de empresas de residuos hasta la fábrica; es necesario hacer un proceso de purga y calentamiento de la caldera antes de operar cualquier otra máquina debido a que las demás máquinas como el expansor y las máquinas de moldeo requieren de vapor de agua para poder llevar a cabo su función.

Objetivo del operario de caldera: Efectuar, preparar, operar, mantener y monitorear el funcionamiento de una o más calderas. De esta manera debe cumplir con las funciones de chequear permanentemente el estado de la caldera, mantenerla operativa mediante un adecuado abastecimiento de leña y de agua de acuerdo a los procedimientos establecidos.

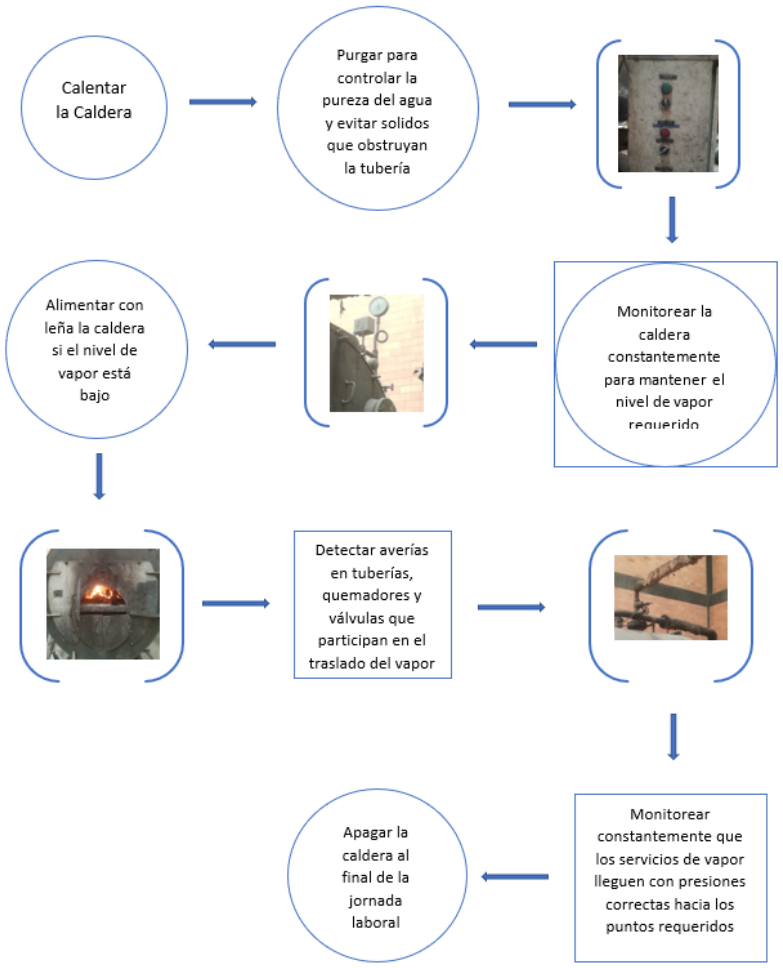


Ilustración 10 Diagrama de proceso - Calentar caldera - Generar vapor

5.6.2 Diagrama de proceso - Calentar el expansor

Este diagrama representa el paso a paso a seguir para un correcto calentamiento del expansor, es necesario calentar y purgar esta máquina adecuadamente para poder pasar sin contratiempos a la siguiente fase de producción que es la de expansión o también llamada de espumado, llevar a cabo de forma precisa este proceso evitará que haya pérdidas de materia prima en la siguiente etapa.

Objetivo del operario: Calentar el expansor con el fin de tener la máquina lista para el proceso de espumado.

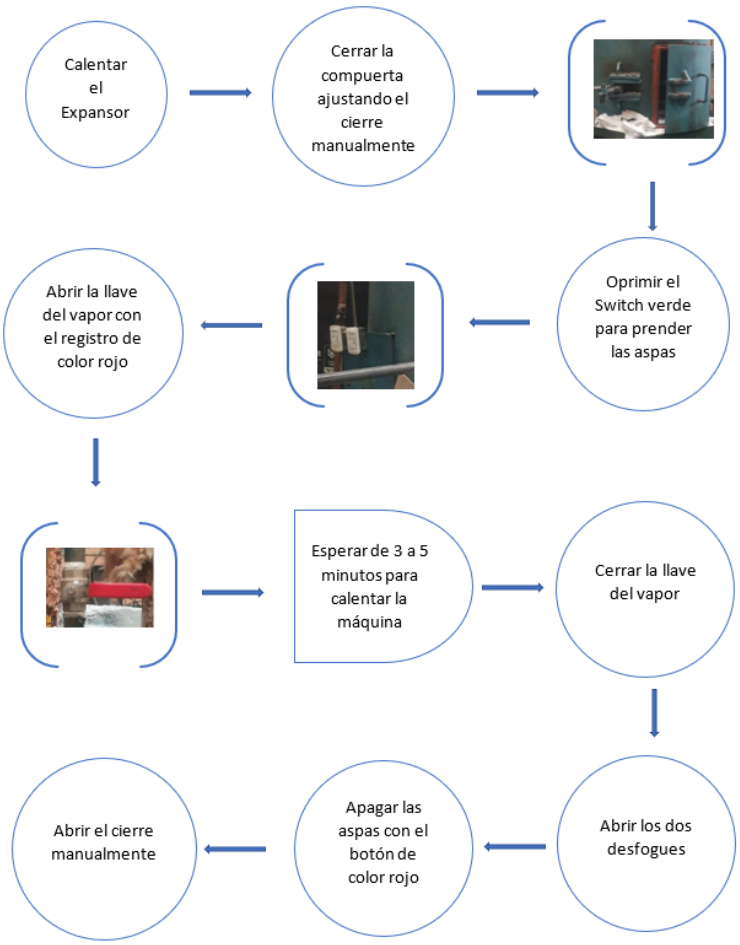


Ilustración 11 Diagrama de proceso - Calentar el expansor

5.6.3 Diagrama de proceso - Espumar

Con el fin de ahorrar tiempo y economizar energía se hace una pre expansión al poliestireno expandible en el expansor para que tome aproximadamente 3 veces su tamaño antes de enviarlo a las máquinas hidráulicas o manuales que le darán su forma final, a este proceso en la empresa le llaman “Espumar”; Luego de espumar es más fácil y rápido que el poliestireno haga su expansión final en el proceso de moldeo.

Objetivo del operario: Abastecer a los demás operarios con el material expandido para la fabricación de los productos de icopor y así cumplir con la producción diaria.

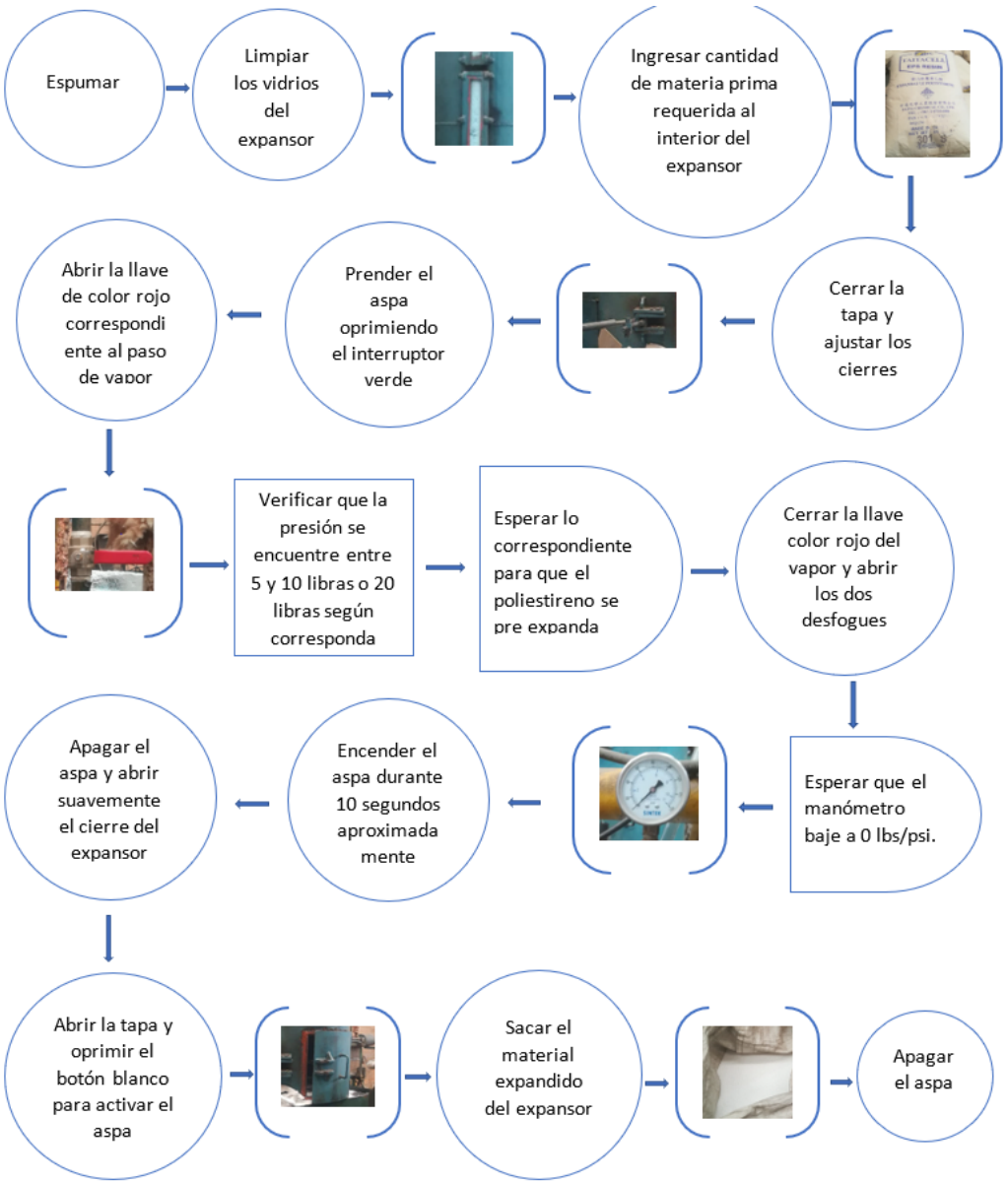


Ilustración 12 Diagrama de proceso - Espumar

5.6.4 Diagrama de proceso - Uso de prensa hidráulica

Esta es la fase del proceso de producción en el que se le da la forma deseada al poliestireno, ya sea una nevera, o figuras como conos o aros, para esto es necesario el poliestireno anteriormente expandido y el uso de la máquina hidráulica que con vapor de agua llevará a cabo el proceso de moldeo, deben tenerse presentes los tiempos de “cocinada” que es como los operarios llaman al tiempo que transcurre mientras que el vapor expande el poliestireno y los tiempos de enfriamiento, para así obtener un producto óptimo sin errores como falta de expansión, desmoronamiento del producto, o exceso de vapor lo que causa un amarillamiento del producto.

Objetivo del operario: Participar directamente en el proceso de producción, manejar las maquinarias y herramientas específicas y necesarias para lograr la transformación del producto, seguir paso a paso las especificaciones de producción, verificar que el proceso de calidad en la producción sea el adecuado.

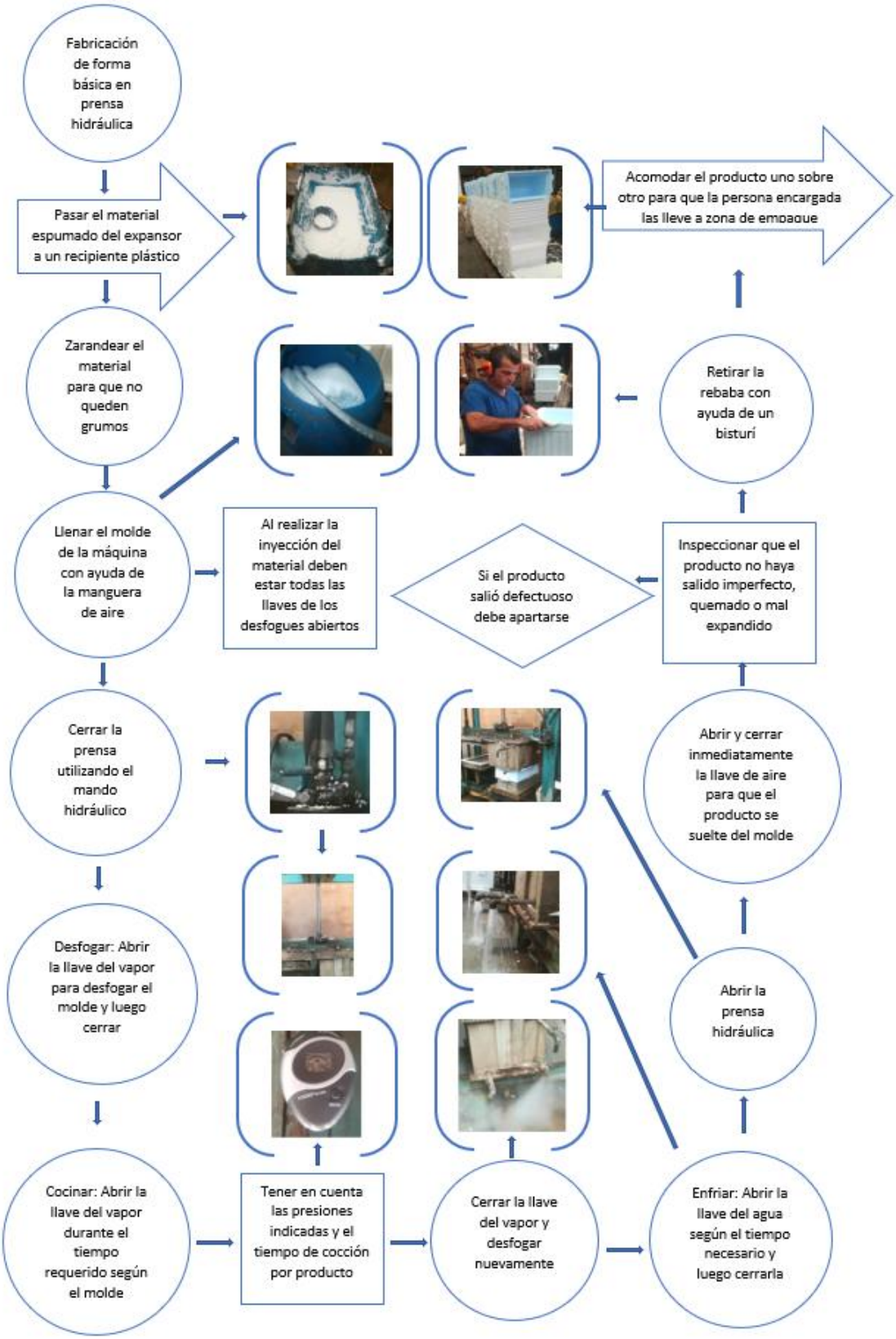


Ilustración 13 Diagrama de proceso - Uso de prensa hidráulica

5.6.5 Diagrama de proceso - Uso de prensa manual.

El moldeo de los productos con la prensa manual es muy parecido al de prensa hidráulica, solo que esta vez no se cerrará ni abrirá el molde con ayuda de la fuerza hidráulica sino con contrapesos y pasadores, también se utiliza el poliestireno anteriormente expandido y el llenado del molde será a mano, en estas prensas normalmente se fabrican bolas de icopor por lo que el operario debe distribuir muy bien en el molde el material a expandir, deben tenerse muy presentes los tiempos de cocinada y de enfriamiento del molde.

Objetivo del operario: Participar directamente en el proceso de producción, manejar las maquinarias y herramientas específicas y necesarias para lograr la transformación del producto, seguir paso a paso las especificaciones de producción, verificar que el proceso de calidad en la producción sea el adecuado.

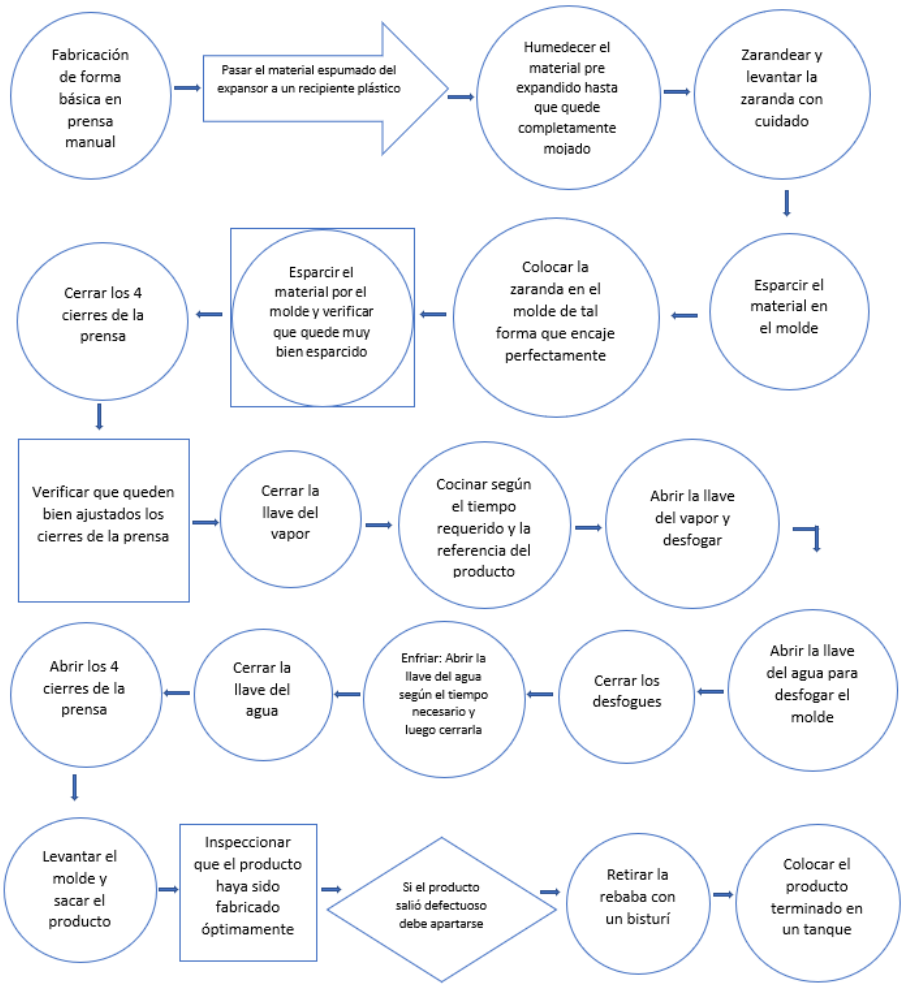


Ilustración 14 Diagrama de proceso - Uso de prensa manual

5.7 Herramentales

A continuación, se menciona para cada grupo de máquinas, los herramentales necesarios para su adecuado funcionamiento:

Listado de Herramientas		
Caldera		
Cantidad	**Herramienta**	**Uso**
1	Alicate	Retirar las posibles puntillas con las que llegue la madera antes de ingresarla a la caldera
1	Pala	Recoger del suelo viruta y astillas de la madera
1	Reloj	Llevar el tiempo de purga de la caldera y generación de vapor
Expansor		
Cantidad	**Herramienta**	**Uso**
1	Reloj	Llevar el tiempo durante el proceso de expansión del poliestireno
1	Escoba	Limpiar los vidrios y las paredes del interior del expansor con el fin de que no quede acumulación de materia prima vieja ni suciedad
1	Estopa	Secar los vidrios y las paredes del interior de l expansor para evitar suciedad
1	Bisturí	Abrir los bultos de materia prima (Poliestireno Expandible) y colocar la cantidad necesaria dentro del expansor
Máquina hidráulica de expansión		
Cantidad	**Herramienta**	**Uso**

1	Caneca	Recipiente para recoger el material ya pre expandido del tanque de almacenamiento del expansor y llevarla a la máquina hidráulica de expansión
1	Zaranda	Zarandear el material para eliminar los grumos y ponerlo en la caneca
1	Reloj	Llevar el tiempo de ingreso de vapor al molde para expansión del producto y de agua para enfriamiento del mismo
1	Bisturí	Refilar los bordes que sobran del producto o la rebaba luego de retirarlo del molde
Máquina manual de expansión		
Cantidad	**Herramienta**	**Uso**
1	Caneca	Recipiente para recoger el material ya pre expandido del tanque de almacenamiento del expansor y llevarla a la máquina hidráulica de expansión
1	Zaranda	Zarandear el material para eliminar los grumos y ponerlo en la caneca
1	Reloj	Llevar el tiempo de ingreso de vapor al molde para expansión del producto y de agua para enfriamiento del mismo
1	Bisturí	Refilar los bordes que sobran del producto o la rebaba luego de retirarlo del molde

Tabla 13 Descripción de herramentales para procesos de fabricación.

5.8 MAQUINARIA

Ecoicopores crea sus productos apoyándose en una serie de máquinas interconectadas entre sí regidas a un proceso de producción que empieza con la principal materia prima que es el poliestireno expandible y termina con un producto con una forma rígida y definida.



Ilustración 15 Materia prima

5.8.1 Bombas de agua

Inicialmente son necesarias tres bombas centrifugas accionadas eléctricamente, estas son utilizadas para transportar agua desde un pozo hasta las diferentes máquinas que requieran de este recurso, normalmente siempre están en funcionamiento dos de estas tres bombas centrifugas y se deja la tercera como soporte por si alguna de las dos principales deja de funcionar.



Ilustración 16 Bombas de agua

Los alabes de estas bombas impulsan el agua y lo dirigen por las tuberías dispuestas para el transporte de este líquido; con el fin de evitar que las tuberías se obstruyan y que las propias bombas se dañen con elementos flotantes que contiene el agua del pozo como puede ser suciedad o el mismo poliestireno, es colocado en el extremo del tubo de succión de estas bombas una malla de filtrado que impide el paso de estos elementos y asegura que no haya obstrucciones en la línea de agua.



Ilustración 17 Mantenimiento a bombas de agua.

Esta maya se cambia con regularidad y el pozo se limpia al menos dos veces al mes para mantener el agua limpia.

5.8.2 Cálderas

Las primeras máquinas que utilizan el agua impulsada por las bombas son las calderas; en Ecoicopores se cuenta con dos calderas pirotubulares que son las encargadas de generar vapor de agua a toda la planta, el vapor será muy útil para el proceso de expansión del poliestireno.



Ilustración 18 Calderas



Ilustración 19 Vistas de calderas

Anteriormente estas dos calderas funcionaban con quemadores de aceite, pero en la actualidad estos fueron reemplazados con quemadores de leña y las calderas son alimentadas con esta materia orgánica. Este proceso genera gases de combustión que son liberados a la atmosfera por una chimenea a la cual se conectan ambas calderas.



Ilustración 20 Chimeneas de calderas

Un operario es el encargado de alimentar las calderas con madera procurando que la temperatura se mantenga estable y la producción de vapor abastezca a las máquinas que lo requieren.



Ilustración 21 Carga de combustible (madera) para calderas

Cuando es aprovechada la energía liberada en este proceso de combustión en las calderas se va depositando ceniza como desecho de la quema de madera, esta ceniza se retira de las calderas cada 15 días.



Ilustración 22 Limpieza a calderas

CALDERA 1	
FABRICANTE	COLMAQUINAS

NÚMERO DE SERIE	A - 2213
MODELO	CH.200.150
CAPACIDAD B.H. P	260
PRESIÓN DE DISEÑO (PSI)	150
AÑO DE CONSTRUCCIÓN	1985
COMBUSTIBLE	MADERA
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	11

Tabla 14 Parámetros de operación caldera 1



Ilustración 23 Caldera 1

CALDERA 2	
FABRICANTE	DISTRAL S. A
MODELO	3 HL SERIE No. 0.4.85
AÑO	1985

VOLTS	110
CICLOS	60
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	11
COMBUSTIBLE	MADERA

Tabla 15 Parámetros de operación caldera 2



Ilustración 24 Caldera 2

5.8.3 Expansor

Tras haber generado vapor en las calderas se inicia el proceso de pre expansión del poliestireno en el Expansor, esta máquina propicia un aumento del tamaño del poliestireno en aproximadamente 3 veces su tamaño inicial utilizando el vapor para este fin.



Ilustración 25 Pellets de poliestireno (materia prima)

Un operario se encarga de alimentar al Expansor con materia prima por la compuerta de alimentación, allí será distribuida por toda la torre de expansión gracias a un aspa o revolvedor, esta aspa se encuentra dentro de la torre de expansión, es accionada por un motorreductor que está situado encima de la torre de expansión.



Ilustración 26 Expansor

El aspa se encarga de revolver el poliestireno expandible para que al contacto con vapor de agua sea llevado a cabo el proceso de expansión.



Ilustración 27 Estado inicial de expansor.

Todo este poliestireno ya expandido se deposita en el tanque de almacenamiento del expansor, allí será recogido por los operarios de las máquinas de moldeo y llevado a su zona de trabajo.



Ilustración 28 Tanque de poliestireno expandido de expansor

EXPANSOR	
FABRICANTE	AUTONOMO

MOTOR USADO	SIEMENS 4 POLOS
MODELO	1LA7 096-4YB60
POTENCIA HP	2
POTENCIA KW	1.5
FRECUENCIA	60 HZ
FUENTE DE POTENCIA	ELECTRICA 220YY/440Y
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	2
CAPACIDAD VOLUMENTRICA (m^3)	1.178

Tabla 16 Parámetros de operación expansor



Ilustración 29 Expansor

5.8.4 Prensa hidráulica

Posteriormente se pasa a las máquinas de moldeo hidráulicas, en estas máquinas se aprovecha la fuerza de unos cilindros hidráulicos para abrir y cerrar el molde donde el poliestireno tomará su forma final.



Ilustración 30 Estado inicial de prensa hidráulica

También en necesario aire comprimido para llenar los moldes con poliestireno, se requiere vapor para hacer esta expansión final y agua para enfriar tanto el molde como el producto dentro de éste retirándolo así más fácil.



Ilustración 31 Proceso de llenado de prensa hidráulica

Los moldes están divididos en dos partes normalmente llamadas macho y hembra, que se juntan para cerrarse herméticamente por la acción de un cilindro hidráulico y dar una forma determinada al poliestireno.



Ilustración 32 Moldes para nevera de 44lt (prensa hidráulica)



Ilustración 33 Molde para tanque de 125 lt

Una vez el producto ha tomado la forma requerida, el operario cierra el paso de vapor, hace una purga y permite el paso de agua la cual enfriará el molde con el fin de subir el vástago, abrir el molde y retirar el producto de su interior, finalmente el operario con ayuda de un bisturí retirará toda la rebaba sobrante del producto y lo apilará junto con otros que ya haya producido para que otro operario lo lleve a la zona de inspección visual y empaque.



Ilustración 34 Neveras de 25 y 30 lt apiladas



Ilustración 35 Retiro de rebaba después de moldeo

MÁQUINAS DE MOLDEO HIDRÁULICAS	
FABRICANTE	AUTONOMO
MODELO CILINDRO HIDRAULICO	HSS254 HI-FORCE
CAPACIDAD TON	25
CARRERA (mm)	75
CAPACIDAD DE ACEITE (cm^3)	48
AREA EFECTIVA DEL CILINDRO (cm^2)	6.4
PESO (Kg)	1.4
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	10

Tabla 17 Parámetros de operación prensas hidráulicas

MOTOR DISTRIBUCIÓN DE FLUIDO HIDRÁULICO	
FABRICANTE	SIEMENS
MODELO	1LA7 1 13 2YA67
POTENCIA HP	6.6
FUENTE DE POTENCIA	ELÉCTRICA
VOLTIOS V	220 YY/ 440 Y
AMPERAJE A	19.0/ 9.5A
FRECUENCIA Hz	60
RPM	3480
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	10

Tabla 18 Parámetros de operación unidades hidráulicas



Ilustración 36 Unidad hidráulica

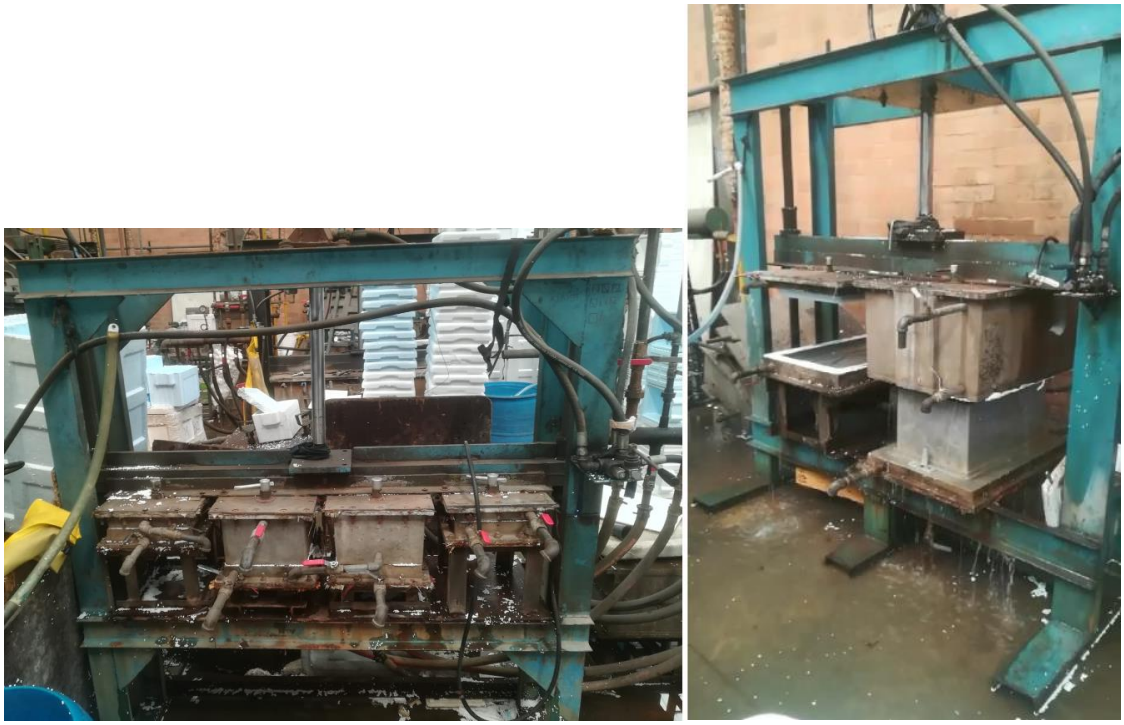


Ilustración 37 Prensas hidráulicas

5.8.5 Prensa manual

La empresa también cuenta con máquinas de moldeo de operación manual, es decir que la unión o separación de los moldes no se hace de manera hidráulica sino manual; en estas máquinas se fabrican todas las bolas solidas de la empresa.



Ilustración 38 Prensa manual con moldes de bolas N°4 y N°15

Estas máquinas cuentan con un contrapeso que es una masa de hierro en la punta de una barra; su función es asistir al operario para que pueda separar y juntar las dos partes del molde de forma sencilla además de generar presión en la máquina con el fin de juntar y mantener cerrado los moldes al momento de generar la expansión.



Ilustración 39 Contrapeso de prensa manual

Con el fin de evitar que la máquina manual separe las dos partes del molde al momento de la expansión y de proteger al operario de un posible reventón se utilizan seguros metálicos que deben colocarse siempre que se esté operando la máquina.



Ilustración 40 Seguro de prensas manuales

Al colocar los seguros el operario también rectifica que el molde quede perfectamente cerrado y que el producto se expanda correctamente. El operario también retira la rebaba de las bolas una vez que salen de la máquina.



Ilustración 41 Bola N°20 con rebaba y bisturí para retirar rebaba

Cuando ya es retirada la rebaba, las bolas se colocan en un tanque y un operario las lleva a zona de empaque.

MÁQUINAS DE MOLDEO MANUALES	
FABRICANTE	AUTONOMO
POTENCIA	FUERZA HUMANA
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	10
CAPACIDAD MÁXIMA PSI	300

Tabla 19 Parámetros de operación prensas manuales



Ilustración 42 Prensas manuales

El siguiente diagrama resume de forma rápida y en secuencia como se fabrica algún producto en la empresa, desde la recepción del pedido realizado por el cliente, hasta la entrega de este producto en su negocio o local:



Ilustración 43 Diagrama lineal de proceso de producción.

5.8.6 Parámetros básicos de operación de otras máuqinas

COMPRESOR	
FABRICANTE	SULLAIR CORPORATION
MODELO	1809E/A
POTENCIA HP	25
PRESION DE AIRE NOMINAL MAXIMA (PSIG)	125/135
VOLTAJE V	220
FRECUENCIA HZ	60
HORAS DE TRABAJO DIARIAS	4
MOTOR	“Premium Efficiency” TEFC|

Tabla 20 Parámetros de operación compresor



Ilustración 44 Compresor

5.9 FALLOS EN LA MAQUINARIA

Para lograr generar un programa de mantenimiento autónomo adecuado para cada una de las máquinas, se realizó un proceso de recolección de información de fallos. En recuadro que se presentará a continuación muestra por cada grupo de máquinas, debidamente identificadas, los fallos que fueron encontrados a lo largo del periodo de observación. Es importante conocer que la información recolectada fue brindada por el grupo de mantenimiento.

GRUPO	DESCRIPCIÓN DE FALLO
PRENSA MANUAL	1. Daños en los cierres de la prensa (Se desueldan) 2. Daño en válvulas (Registros) de vapor o de agua por oxidación o desajuste 3. Daños en contrapesos de las prensas 4. Daño en moldes por picaduras o desajuste 5. Daño en cama de molde
PRENSA HIDRÁULICA	1. Daños en empaques de cilindros hidráulicos 2. Daño en vástago guía de cilindro hidráulico por alta presión o desajuste de tornillos 3. Daños en rodamientos de bomba de aceite 4. Daño en empaque válvula de aceite 5. Daño en válvulas de vapor o agua por oxidación o desajuste 6. Daño en mangueras de distribución de vapor 7. Daño eléctrico (Debido al vapor o mal contacto)
CALDERA	1. Daño en ventiladores 2. Daño en correa de distribución de motor 3. Taponamiento de tubería por falta de limpieza (Deshollinar) 4. Daño en empaques de los masones 5. Afloje de tuberías por falta de agua
EXPANSOR	1. Daño en cadena motriz motor/aspas 2. Daño en bisagra de compuerta 3. Daño en ventilador de alimentación 4. Daño en válvulas de vapor por oxidación o desajuste 5. Daño en chumaceras de los ejes de aspa y motor 6. Daño en motor de expansor
BOMBA DE AGUA	1. Daño en rodamiento de rodete (Desgaste) 2. Daño en motor de la bomba de agua 3. Taponamiento en tubería de admisión 4. Fallo eléctrico
COMPRESOR	1. Daño en tornillo de compresor 2. Taponamiento de filtros de aire C

Tabla 21 Identificación de fallos comunes (ocurridos durante el tiempo de observación)

La tabla presentada muestra una descripción detallada de cada uno de los fallos que se presentaron o podrían llegar a presentar a lo largo del periodo de

observación. Durante el transcurso del periodo de observación se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones de observación:

1. Se debe identificar claramente la pieza que fallo.
2. Se debe reportar cada uno de los fallos presentes.
3. Las fallas o paradas ocasionadas por la falla de otra máquina se deben tener en cuenta como paradas.
4. La identificación de los fallos debe ser completamente detallado, pero así mismo muy simplificado.

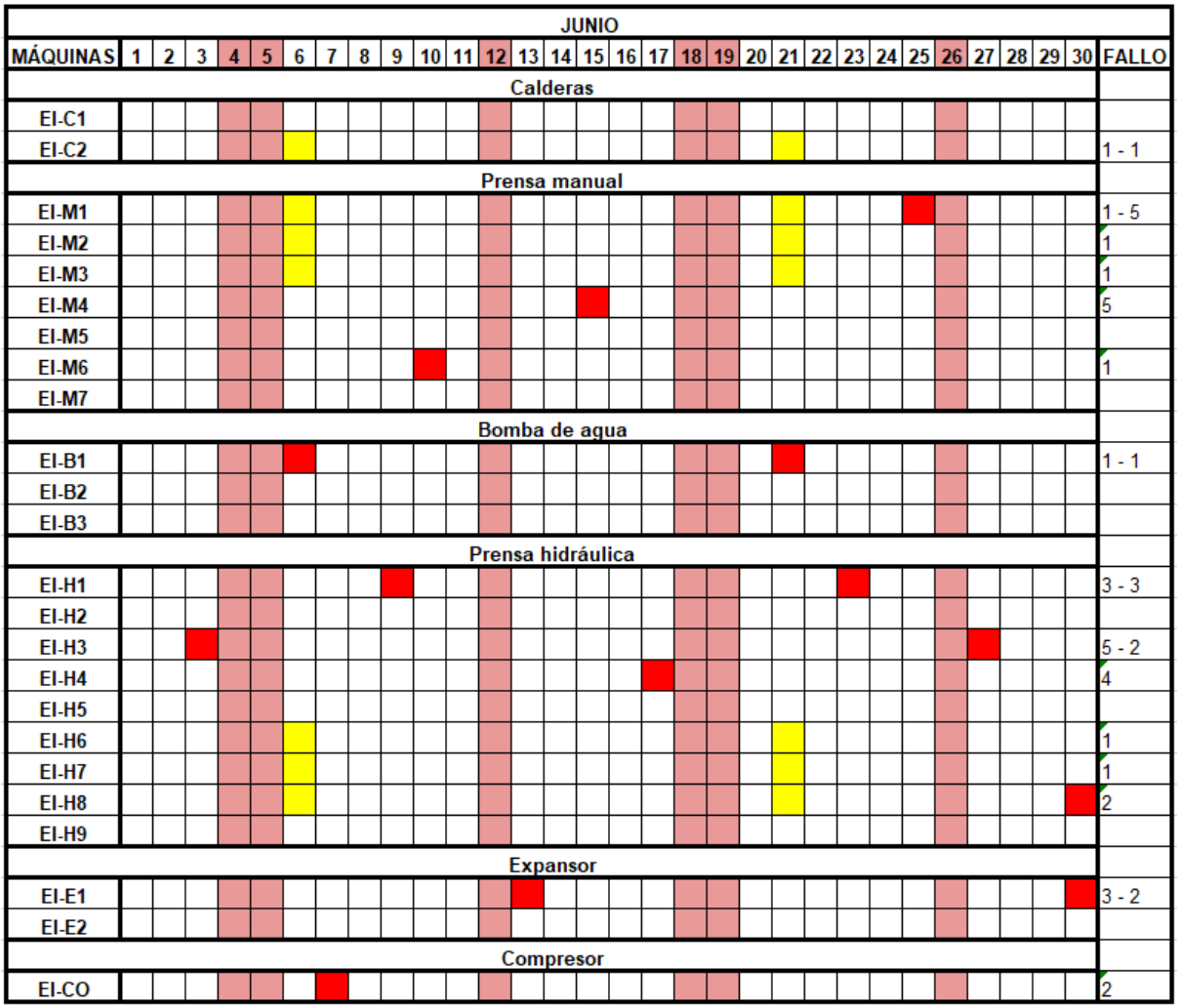


Tabla 22 Toma de fallos para todas las máquinas, periodo junio 2022

Se realizó la recolección de datos por medio de una tabulación simple. En la tabla se encuentra la información identificada de la siguiente manera:

- La columna de máquinas muestra cada grupo de máquinas y cada máquina identificada con su correspondiente item.
- La identificación de las máquinas corresponde a lo siguiente

- EI-C1 – EcoIcopores-Caldera1
- EI-M1 – EcoIcopores-prensa Manual1
- EI-B1 – EcoIcopores-Bomba1
- EI-H1 – EcoIcopores-prensa Hidráulica1
- EI-E1 – EcoIcopores-Expansor1
- EI-CO – EcoIcopores-Compresor

Lo anterior corresponde a la razón de la numeración para comprender la identificación de la maquinaria.

- En la parte superior se identifica el mes de observación junto con sus correspondientes días calendario.
- En las columnas de color rosa, son mostrados los días no trabajados en la fábrica.
- De color rojo se identifican los fallos correspondientes a cada una de las máquinas.
- Las celdas de color amarillo, indican paradas inesperadas de la máquina, pero presentadas debido al fallo de otra máquina.
- La última columna enumera los fallos, los cuales deben ser identificados haciendo uso de la tabla

La información presente en la tabla se lee de la siguiente manera:

1. Identificar la fila correspondiente a la máquina:

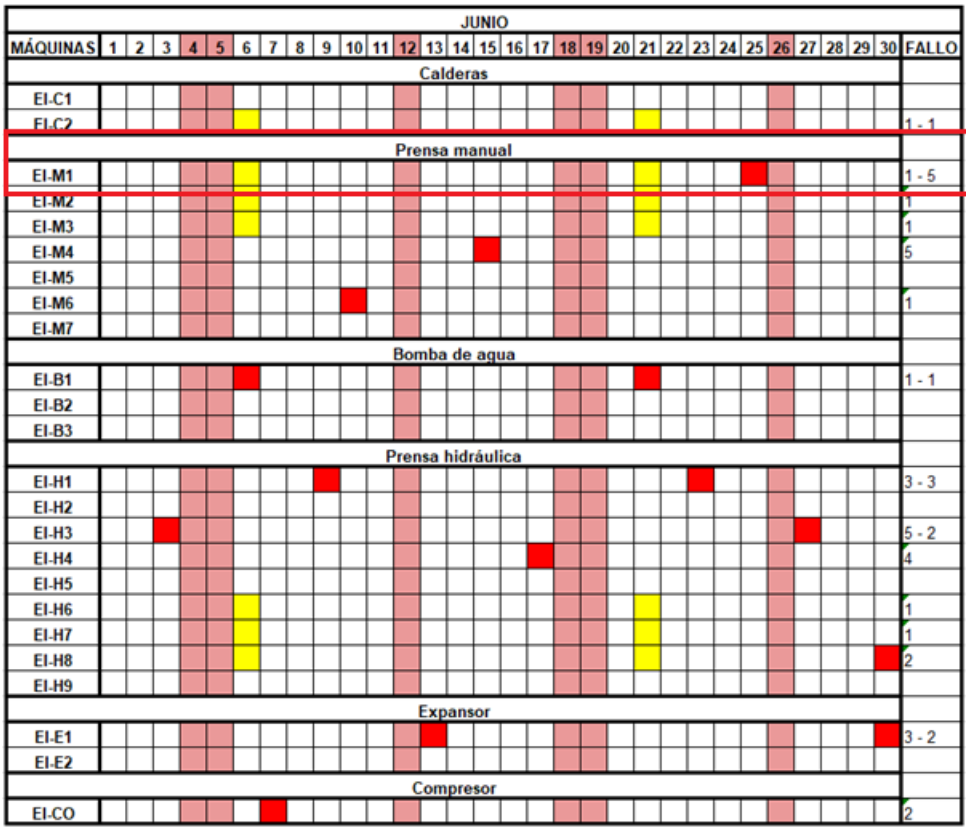


Tabla 23 Descripción de lectura para tabla de registro de fallos

2. Las casillas marcadas de color amarillo, muestran las fallas ocasionadas por otro equipo. En este caso la bomba de agua por la falla #1.

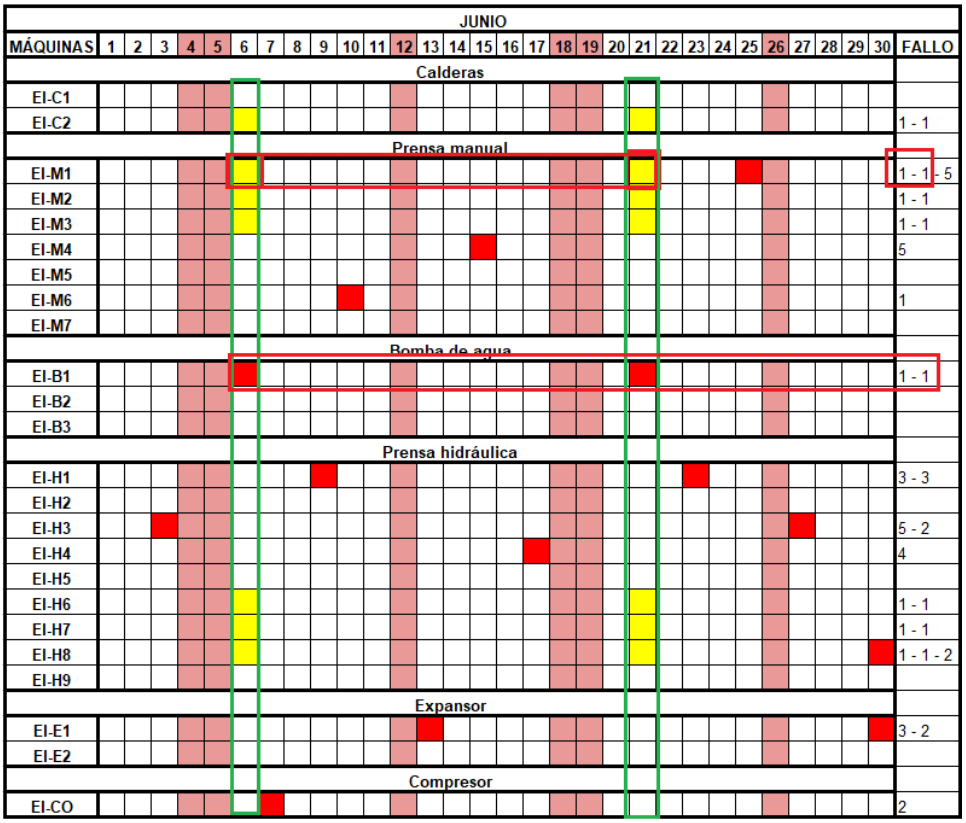


Tabla 24 Descripción de lectura para tabla de registro de fallos

3. Para el caso de la máquina EI-M1 se conoce en la columna de fallos los fallos 1-1-5. Ya que la numeración de fallos está presentada en orden de ocurrencia (es decir, orden en el que se presentaba la falla) Se sabe que:
    - El día 06/06/2022 (resaltado en amarillo) se presentó una falla en la bomba EI-B1 por el fallo #1 (de la bomba EI-B1) daño en rodete. Por lo tanto, afectó a la máquina EI-M1.
    - El día 21/06/2022 (resaltado en amarillo) se presentó una falla en la bomba EI-B1 por el fallo #1 (de la bomba EI-B1) daño en rodete. Por lo tanto, afectó a la máquina EI-M1.
    - El día 25/06/2022 (resaltado en rojo) se presentó una falla en la máquina EI-M1 por el fallo #5 (de la máquina EI-M1) daño en cama de molde.

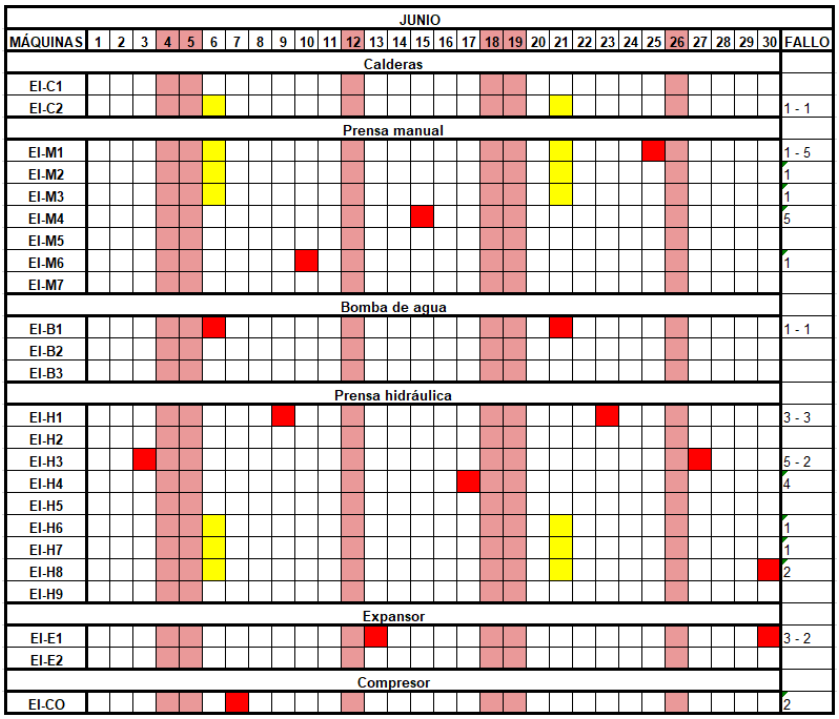


Tabla 25 Registro de fallos junio 2022

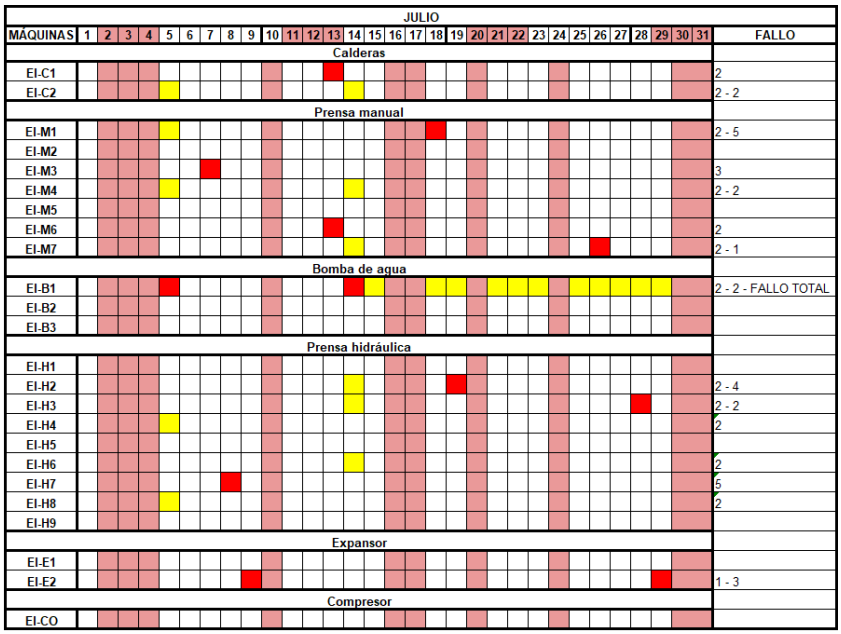


Tabla 26 Registro de fallos Julio 2022

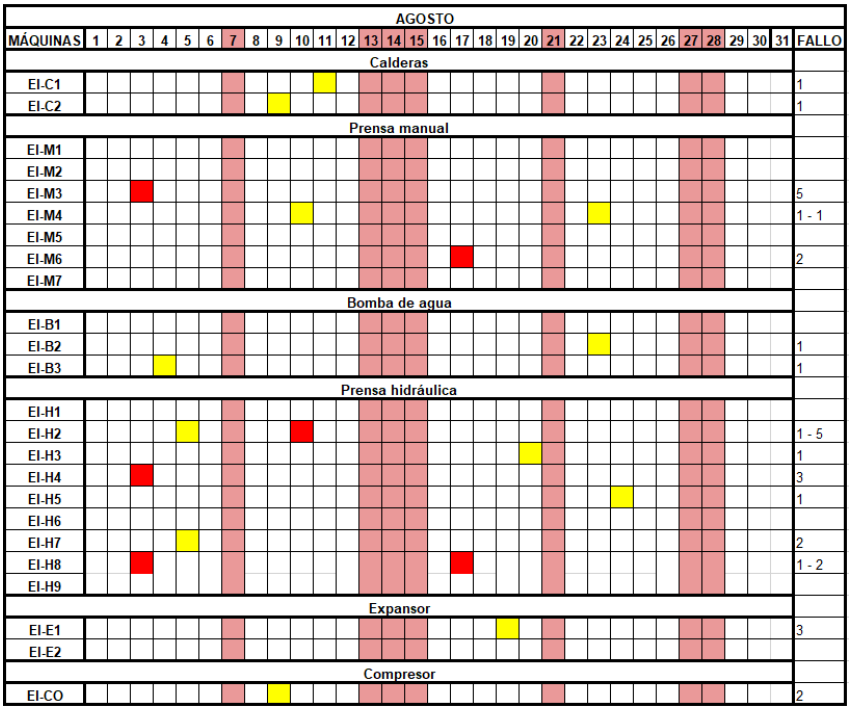


Tabla 27 Registro de fallos agosto 2022

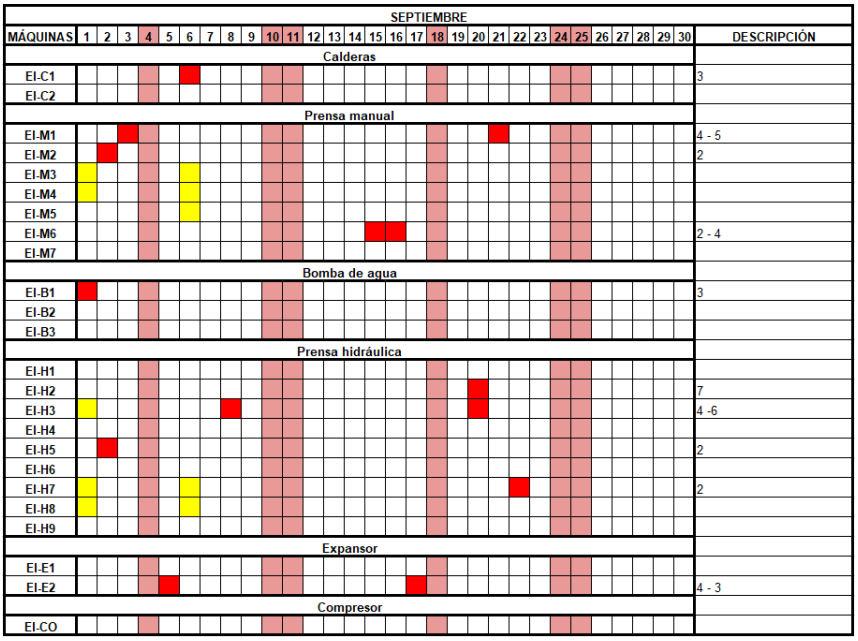


Tabla 28 Registro de fallos septiembre 2022

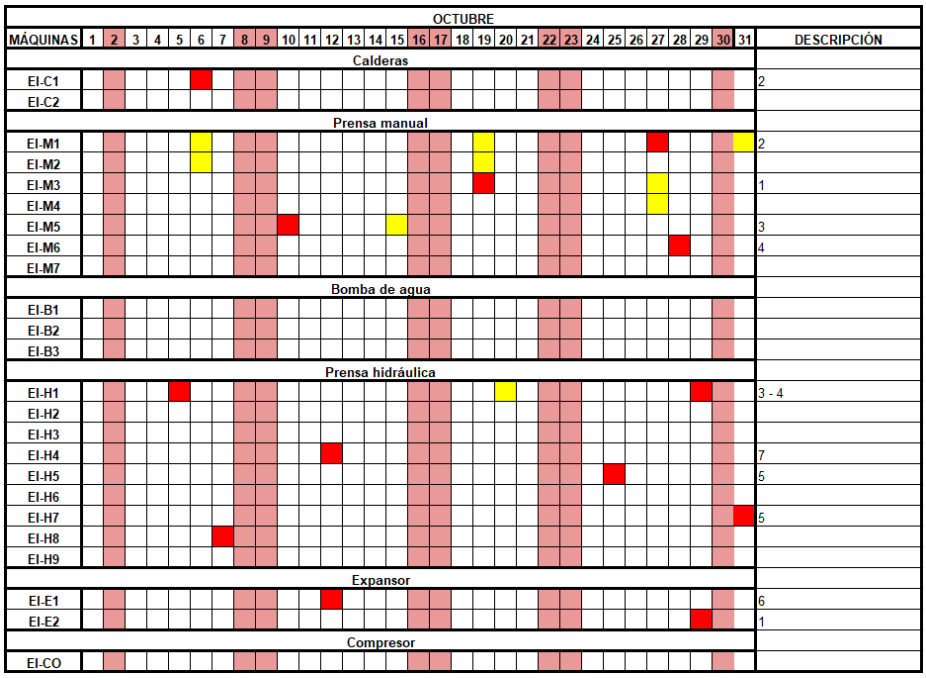


Tabla 29 Registro de fallos octubre 2022

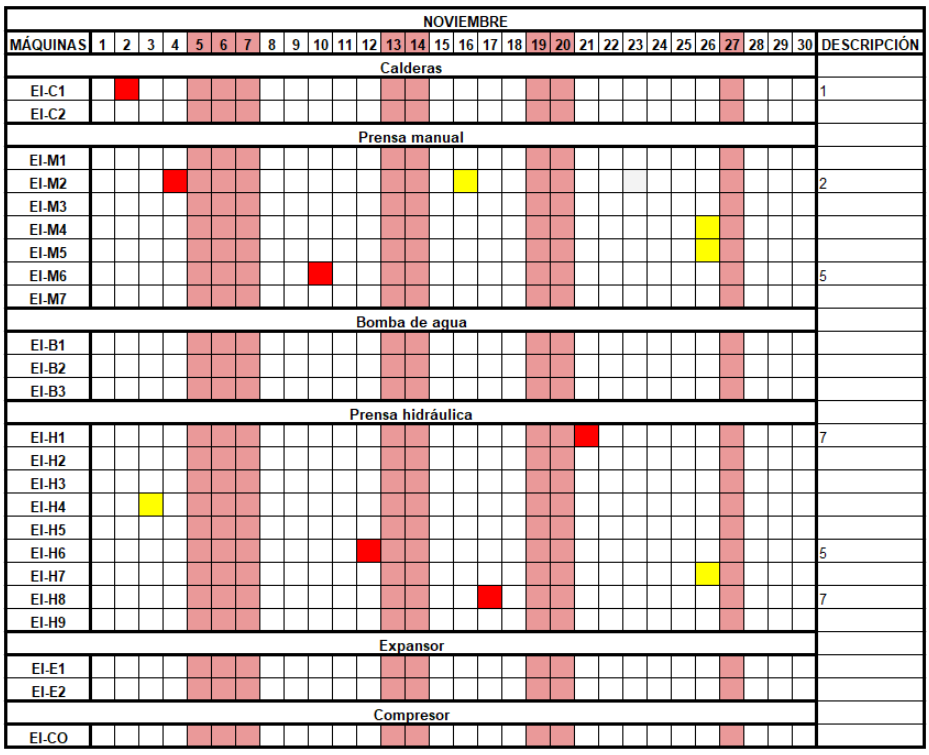


Tabla 30 Registro de fallos noviembre 2022

Como resultado del seguimiento que se realizó, se obtiene la siguiente información sintetizada en un recuadro:

MES	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	TOTAL DE FALLOS
MÁQUINAS	CANTIDAD DE FALLOS POR MES						
EI-C1	0	1	0	1	1	1	4
EI-C2	0	0	0	0	0	0	0
EI-M1	1	1	0	2	1	0	5
EI-M2	0	0	0	1	0	1	2
EI-M3	0	1	1	0	1	0	3
EI-M4	1	0	0	0	0	0	1
EI-M5	0	0	0	0	1	0	1
EI-M6	1	1	1	2	1	1	7
EI-M7	0	1	0	0	0	0	1
EI-B1	2	2	0	1	0	0	5
EI-B2	0	0	0	0	0	0	0
EI-B3	0	0	0	0	0	0	0
EI-H1	2	0	0	0	2	1	5
EI-H2	0	1	1	1	0	0	3
EI-H3	2	1	0	2	0	0	5
EI-H4	1	0	1	0	1	0	3
EI-H5	0	0	0	1	1	0	2
EI-H6	0	0	0	0	0	1	1
EI-H7	0	1	0	1	1	0	3
EI-H8	1	0	2	0	1	1	5
EI-H9	0	0	0	0	0	0	0
EI-E1	2	0	0	0	1	0	3
EI-E2	0	2	0	2	1	0	5
EI-CO	0	0	1	0	0	0	1

Tabla 31 Registro de fallos total para el tiempo de observación

6 DESARROLLO DE LA PROPUESTA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

6.1 CAPACITACION INTRODUCTORIA AL MANTENIMIENTO AUTÓNOMO GENERAL

Para que el mantenimiento autónomo sea implementado exitosamente en la empresa, primero es necesario familiarizar a los operarios con qué es un mantenimiento autónomo y qué papel tienen ellos en este proceso debido a que de esta manera los operarios tendrán una mayor apropiación del propósito de la implementación del mantenimiento autónomo en su lugar de trabajo, conocerán también como desempeñarse y cuáles serán sus funciones una vez que se esté implementando y se haya establecido como tal el mantenimiento y de esta forma tanto la administración como los empleados irán con una mismo enfoque dirigido a la disminución de fallos en las máquinas y equipos; es por esto que a modo de capacitación introductoria a éste mantenimiento se desarrolló un folleto informativo que contiene el desarrollo del propósito del mantenimiento autónomo el cual es establecer un sistema de gestión autónomo en los niveles operativos

partiendo del cuidado y la conservación de los equipos, además también explica qué es necesario para llevarlo a cabo y cuáles son los pasos metodológicos para implementarlo:

Este folleto fue desarrollado con el fin de dar respuestas a estas preguntas y de esta manera contextualizar a los operarios acerca de este mantenimiento; así será más fácil hacer un correcto asentamiento del mantenimiento a instaurar.



4. Inspección General

Facilitar formación sobre técnicas de inspección con base en manuales, Poner en condición óptima a elementos individuales del equipo mediante la inspección general, Modificar el equipo para facilitar el chequeo. Hacer un uso extenso de los controles visuales

5. Inspección Autónoma

En esta etapa cumple una primera función de conservar los logros alcanzados en las etapas anteriores. Posteriormente, la etapa cinco debe conducir a mejorar los estándares y la forma de realizar el trabajo autónomo que se viene realizando.

6. Organización y Orden

Organizar realizando procedimientos y estándares creados por dirección y mandos intermedios. Ordenamiento es adherirse a los estándares por parte de los operarios. En este paso se fomenta, simplifica y organiza el mantenimiento autónomo.

7. Control Autónomo Total.

En las etapas 1 a 6 se logran resultados de mejora tanto en el control de los equipos, y cumplimiento de estándares mejorados de los métodos de trabajo. En esta etapa se integra plenamente el proceso de Mantenimiento Autónomo.

Se pretende reconocer a la capacidad de autogestión del puesto de trabajo del operador, creando un sentimiento de participación efectiva en el logro de las metas y objetivos de la fábrica y de la empresa. El operario podrá tomar decisiones en el ámbito de su puesto de trabajo, cooperará para el logro de objetivos compartidos, realizará nuevas acciones de mejora y se iniciará en nuevas fronteras de mejora e innovación permanente en la forma de trabajar.

ECOICOPORES S.A.S
FABRICANTES DE ICOPOR

Km 1 Vía La Argentina Parque Industrial El Dorado Bg 67
Dirección: Cra. 34A #5C - 04. Bogotá D.C
Ecoicopores@hotmail.com— Tel 3122086928 - 5362517

Aprendamos acerca de Mantenimiento Autónomo.

Este mantenimiento contribuye a reducir el mantenimiento correctivo, ya que ayuda a detectar fallas antes de que sean graves o muy complicadas de solucionar.

Por consiguiente; el personal técnico encargado del mantenimiento se podrá enfocar en los mantenimientos preventivos y mejoras a las máquinas. Generando ahorros en mano de obra y repuestos.

¿ Cuál es el propósito de este mantenimiento?

Su propósito es establecer un sistema de gestión autónoma en los niveles operativos. Partiendo del cuidado y conservación de equipos, hasta lograr el control pleno de la operación.



Ilustración 45 Folleto para capacitación técnica

6.2 CAPACITACIÓN TÉCNICA

Esta capacitación técnica busca identificar junto a los operarios las partes más importantes de los grupos de máquinas presentes en Ecoicopores S.A.S, es decir de las calderas, las máquinas hidráulicas de expansión, las máquinas manuales de expansión, el expansor, las motobombas y los compresores; con el fin de que los operarios de estas máquinas conozcan cada parte de los equipos y comprendan el funcionamiento individual de cada una, de esta manera será más fácil entender el funcionamiento global de la máquina y el papel que ésta tiene en el proceso de producción de la planta.

Esta capacitación se lleva a cabo para que el operario desarrolle la capacidad de detectar posibles fallas o nichos de fallas en las partes de las máquinas que operan debido a que ya conocen cómo es el funcionamiento correcto de cada una.

Para este fin se hace una presentación en Power Point reuniendo a todos los operarios de planta, esta presentación está separada por grupos de máquinas y cada grupo contiene las partes más importantes que conforman la máquina, su funcionamiento y el rol que tiene en ella, adjuntando imágenes explicativas y fotos reales de cada máquina abordada, generando participación de los operarios por medio de preguntas sobre las máquinas expuestas.

6.3 CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD

Para mejorar la seguridad industrial, es importante implementar medidas de seguridad en el lugar de trabajo. Esto puede incluir el uso de equipo de protección personal (EPP) como cascos, guantes y gafas de seguridad, la instalación de sistemas de ventilación adecuados para minimizar la exposición a sustancias químicas peligrosas, y el entrenamiento de los empleados en prácticas de seguridad adecuadas.

Otro aspecto importante de la seguridad industrial es la cultura de seguridad. Esto implica la promoción de una cultura de seguridad en la empresa, donde se anima a los empleados a informar de situaciones peligrosas, se fomenta la participación de los trabajadores en la mejora de la seguridad, y se reconoce la importancia de la seguridad en el éxito de la empresa.

La seguridad industrial implica la evaluación e identificación de riesgos en el lugar de trabajo, y la implementación de medidas preventivas y correctivas para mitigar estos riesgos. La identificación de riesgos puede incluir la evaluación de los procesos de trabajo, la inspección del equipo y maquinaria, y la revisión de las políticas y procedimientos de seguridad en la empresa.

Conociendo las condiciones de operación de la maquinaria y teniendo como partida la creación de un recurso que, genere un ambiente seguro en los colaboradores, se genera una capacitación en seguridad para los operarios.

Con la intención de mantener una seguridad elevada en cada persona que pueda llegar a intervenir cualquier máquina, y reconociendo el riesgo que tal actividad genera, se creó el siguiente folleto:



Ilustración 46 Folleto para capacitación en seguridad. Tomado de: www.istokphoto.com

Conocer los riegos a los cuales el operario se encuentra expuesto, se logra generar un sentido de pertenencia propio, evitando por completo los riesgos físicos que podrían llegar a generarse.

Reconocer los riesgos asociados a una mala práctica de intervención, o las consecuencias de una decisión apresurada, se logra disminuir la accidentalidad. Es importante reconocer que no se lograrán eliminar por completo los riesgos a la hora de realizar una intervención, pero en un trabajo conjunto con prácticas adecuadas representadas en el manual de mantenimiento autónomo, se logran reducir los riesgos.

La capacitación en seguridad para los operarios cuenta con las siguientes recomendaciones:

- RIESGO DE ATRAPAMIENTO

La disposición y naturaleza de la maquinaria representa un alto riesgo de atrapamiento. El manejo de prensas hidráulicas, en conjunto con el ruido presente durante la operación, generan un alto riesgo de atrapamiento. Se hace

importante que la persona que realizará la intervención en la máquina, reconozca estos riesgos.

- RIESGO DE QUEMADURAS

La utilización de sustancias calientes como el vapor, en conjunto con la presión manejada en el espumado del producto y la presencia de dos calderas de leña, genera un alto riesgo de quemaduras. Para la realización de una intervención adecuada, el operario debe reconocer el riesgo de quemadura. La utilización de maquinaria en condiciones inapropiadas, puede generar fugas de vapor caliente. Reconocer estos puntos críticos de fuga, junto con las inspecciones de mantenimiento autónomo, reducen el riesgo de quemaduras.

- RIESGO DE CAIDAS

La presencia constante de agua en el suelo, junto a los derrames ocasionales de aceites hidráulicos, generan zonas de alta precaución. Los lugares más afectados por estas condiciones, se encuentran en frente de cada una de las prensas. Al utilizar agua para enfriar los productos, se puede llegar a presentar un accidente.

Tras reconocer los riesgos asociados a la labor, es importante identificar los riesgos al momento de la realización del mantenimiento autónomo. Aunque al momento de realizar el mantenimiento la máquina no se encuentra en operación, lo cual reduce los riesgos, aun se debe proceder como si el riesgo no desapareciera por completo.

Ya que las intervenciones serán realizadas por los mismos operarios, es imprescindible generar hábitos seguros para la intervención, ya que al conocer la máquina aumenta la confianza a la hora de la operación o intervención. El exceso de confianza a la hora de realizar el mantenimiento puede reducir altamente los tiempos de intervención, pero a su vez aumenta los riesgos asociados a la misma intervención.

6.4 INTRODUCCIÓN AL MANUAL DE OPERACIÓN

El manual de operación de mantenimiento autónomo, representa una guía adecuada para cualquier operario junto con instrucciones básicas para la adecuada realización del procedimiento. La creación del manual de mantenimiento autónomo, responde a una necesidad de presentar a cualquier individuo el procedimiento adecuado para la realización de un mantenimiento apropiado.

Teniendo en consideración una capacitación técnica breve, se presentan parámetros de seguridad e intervención adecuados a cada máquina.

El manual de operación cuenta con una breve descripción de la máquina a intervenir, junto con una imagen de referencia. Adicionalmente cuenta con restricciones detalladas de seguridad para la intervención. En ninguna circunstancia el manual de mantenimiento autónomo representa un reemplazo a un correcto mantenimiento de la maquinaria, pero presenta un apoyo a la inspección y verificación de cada máquina y a su vez de cada elemento. **(VER ANEXO A)**

6.5 IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO

6.5.1 Tarjetas IFS (Identificación de Fallos y Seguridad).

Como medida principal en la solución de fallos y mantenimiento autónomo, se realiza la creación e implementación de tarjetas IFS (Identificación de Fallos y Seguridad), las cuales son utilizadas por el operario en circunstancias específicas, donde es requerida la intervención del área de mantenimiento.

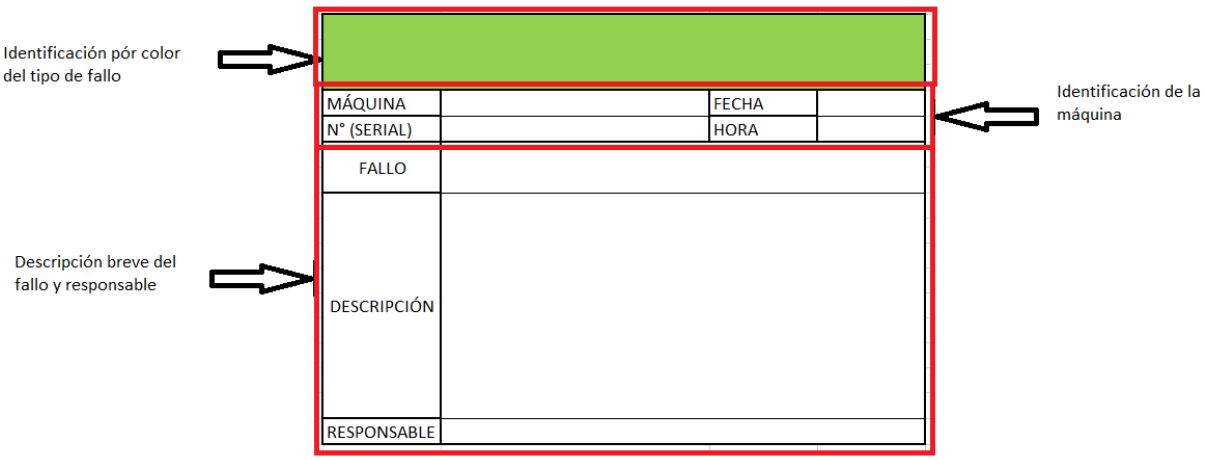


Tabla 32 Estructura de tarjetas IFS

Las tarjetas cuentan con 3 secciones:

1. Identificación de color: Sirve como un apoyo visual para el operario y responsable de mantenimiento en la identificación directa de la falla y su naturaleza, por lo general son elementos que faltan en la máquina, pero por seguridad o uso de herramientas específicas, el operario no puede solucionar

- Verde: El fallo puede ser solucionado fácilmente (falta de tornillería, falta de teflón en caso de tuberías de vapor, etc.). La máquina puede operar con normalidad sin afectar la seguridad.
- Amarillo: Estos fallos representan un peligro en la seguridad, se requiere una intervención adecuada. Se puede operar la máquina bajo la aprobación del responsable de mantenimiento.
- Rojo: Estos fallos representan un peligro para la seguridad del operario, es necesario detener toda operación de la máquina hasta que el fallo sea solucionado.

2. Identificación de la máquina: Esta información sirve como un control y soporte para la identificación de la máquina, sus fallos recurrentes y catalogar la información para mantener un soporte físico de los fallos.
3. Descripción de fallo: Esta sección ayuda al responsable de mantenimiento a identificar rápidamente el tipo de fallo y así dar solución pronta al problema.

La utilización de las tarjetas, representa un apoyo visual al operario, responsable de mantenimiento y demás compañeros presentes en planta, para identificar riesgos de forma rápida y evitar accidentes.

6.5.2 Actividades de lubricación

Las máquinas presentes en la organización se pueden clasificar de la siguiente manera:

GRUPO	DESCRIPCIÓN	REQUIERE LUBRICACIÓN	
		SI	NO
EXPANSIÓN	Son todas aquellas máquinas cuya fuente de alimentación es unicamente vapor	X	
EXPANSIÓN (vapor - hidráulico)	Son todas aquellas máquinas que su unica fuente de alimentación es vapor, pero requieren de un sistema hidráulico para su operación	X	
CALDERAS	Son máquinas cuya fuente de alimentación es eléctrica (funcionan con madera)		X
BOMBAS DE AGUA	Son máquinas cuya fuente de alimentación es eléctrica		X
COMPRESOR	Son maquinas cuya fuente de alimentación es eléctrica	X	

Tabla 33 Clasificación general de máquinas

Dentro de cada grupo, las máquinas son las mismas, en operación, estructura y capacidad, cambia únicamente el molde de expansión (para el caso de expansión y expiación hidráulica). Para cada grupo, se generó un procedimiento de lubricación adecuado teniendo en cuenta la intervención de los operarios.

7. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

7.1 ESTADO FINAL DE LOS INDICADORES DE MANTENIMIENTO

Dado que Ecoicopores no contaba desde un inicio con indicadores de mantenimiento establecidos para realizar una medición adecuada del estado de la maquinaria, se decide realizar un análisis final de indicadores de mantenimiento, el cual muestra el desarrollo y estado actual de la maquinaria de acuerdo con indicadores básicos y fáciles de aplicar.

7.1.1 MTBF

El indicador de mantenimiento de tiempo medio entre fallos (MTBF, por sus siglas en inglés) es una métrica importante en el campo de la ingeniería y la gestión de mantenimiento. Se utiliza para medir el tiempo promedio que transcurre entre las fallas de un sistema o equipo.

Este indicador es útil porque permite a los profesionales de mantenimiento planificar y programar el mantenimiento preventivo para minimizar las interrupciones en la producción y maximizar el tiempo de actividad del equipo. Un MTBF alto indica que el equipo tiene una buena confiabilidad y una baja tasa de fallas, mientras que un MTBF bajo indica lo contrario.

$$MTBF = \frac{Tiempo\ total\ de\ trabajo - Tiempo\ total\ de\ paradas}{Número\ de\ paradas}$$

Ecuación 1. MTBF

El cálculo del MTBF implica el registro del tiempo total de operación del equipo y el número de veces que ha fallado. Dividiendo el tiempo total de operación por el número de fallas, se obtiene el MTBF. Este indicador se puede utilizar para comparar diferentes equipos o sistemas y evaluar su rendimiento en términos de confiabilidad y disponibilidad.

Es importante tener en cuenta que el MTBF no es un indicador absoluto de la calidad o la confiabilidad de un equipo. Otros factores como el diseño, la calidad de los materiales y el mantenimiento adecuado también influyen en la confiabilidad de un equipo. Por lo tanto, el MTBF debe ser utilizado en conjunto con otros indicadores y herramientas de mantenimiento para una gestión efectiva del mantenimiento.

En conclusión, el MTBF es un indicador clave para la gestión de mantenimiento que permite evaluar la confiabilidad de un equipo o sistema. Su uso adecuado puede ayudar a planificar y programar el mantenimiento preventivo para

minimizar las interrupciones en la producción y maximizar el tiempo de actividad del equipo.

MÁQUINAS	MTBF (horas)
EI-C1	367
EI-C2	N/A
EI-M1	294
EI-M2	740
EI-M3	491,3
EI-M4	1487
EI-M5	1486
EI-M6	206,9
EI-M7	1486
EI-B1	291,6
EI-B2	N/A
EI-B3	N/A
EI-H1	295,6
EI-H2	495,3
EI-H3	294,4
EI-H4	495,3
EI-H5	743,5
EI-H6	1487
EI-H7	492
EI-H8	290,8
EI-H9	N/A
EI-E1	493,3
EI-E2	289,2
EI-CO	1487,5

Tabla 34 Factor MTBF para cada máquina

7.1.2 MTTR

El cálculo del MTTR implica registrar el tiempo total que lleva reparar el equipo o sistema y dividirlo por el número de reparaciones realizadas. Por lo tanto, cuanto más bajo sea el valor del MTTR, más rápido se puede reparar el equipo o sistema y se puede volver a la producción.

El MTTR es importante en la gestión del mantenimiento porque puede afectar directamente la eficiencia y la productividad de una empresa. Un MTTR alto indica que el equipo o sistema tarda mucho tiempo en repararse después de una falla, lo que puede resultar en tiempos de inactividad prolongados y reducción de la capacidad de producción.

El MTTR también puede ser utilizado para evaluar la eficacia de las políticas y procedimientos de mantenimiento en la empresa. Si se descubre que el MTTR

es alto, puede ser necesario revisar y mejorar los procedimientos de mantenimiento para reducir el tiempo de reparación.

MÁQUINAS	MTTR (horas)
EI-C1	2,5
EI-C2	N/A
EI-M1	1,8
EI-M2	2
EI-M3	2,3
EI-M4	0,5
EI-M5	1
EI-M6	2,9
EI-M7	1
EI-B1	3
EI-B2	N/A
EI-B3	N/A
EI-H1	1
EI-H2	0,3
EI-H3	1,6
EI-H4	0,3
EI-H5	0,25
EI-H6	0,5
EI-H7	2
EI-H8	3,4
EI-H9	N/A
EI-E1	1,3
EI-E2	4,2
EI-CO	0,25

Tabla 35 Factor MTTR para cada máquina

7.1.3 Disponibilidad

La disponibilidad se refiere a la cantidad de tiempo que un equipo o sistema está en funcionamiento y disponible para su uso en comparación con el tiempo total que debería estar disponible. La disponibilidad puede verse afectada por diferentes tipos de tiempo de inactividad, como los tiempos de inactividad programados, los tiempos de inactividad no planificados y los tiempos de inactividad por mantenimiento preventivo.

$$Disponibilidad = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Ecuación 2. Disponibilidad

Este indicador puede ser utilizado para evaluar la eficacia del proceso de mantenimiento de un equipo o sistema. Si la disponibilidad es baja, puede ser necesario realizar mantenimiento preventivo o mejorar los procedimientos de

mantenimiento para aumentar la disponibilidad y reducir el tiempo de inactividad no planificado.

Además, el indicador de mantenimiento de disponibilidad también puede ser utilizado para comparar diferentes equipos o sistemas y evaluar su rendimiento en términos de disponibilidad. Si se descubre que un equipo o sistema tiene una baja disponibilidad, es necesario realizar un mantenimiento preventivo para aumentar su disponibilidad y evitar costosos tiempos de inactividad.

En resumen, el indicador de mantenimiento de disponibilidad es importante para la gestión del mantenimiento porque permite a las empresas evaluar la cantidad de tiempo que un equipo o sistema está disponible para su uso. Este indicador puede ser utilizado para tomar decisiones informadas sobre el mantenimiento preventivo necesario para aumentar la disponibilidad y reducir el tiempo de inactividad no planificado.

MÁQUINAS	DISPONIBILIDAD
EI-C1	99,8
EI-C2	N/A
EI-M1	99,8
EI-M2	99,9
EI-M3	99,8
EI-M4	100,0
EI-M5	100,0
EI-M6	99,5
EI-M7	100,0
EI-B1	99,7
EI-B2	N/A
EI-B3	N/A
EI-H1	99,9
EI-H2	100,0
EI-H3	99,8
EI-H4	100,0
EI-H5	100,0
EI-H6	100,0
EI-H7	99,9
EI-H8	99,6
EI-H9	N/A
EI-E1	99,9
EI-E2	99,5
EI-CO	100,0

Tabla 36 Factor de disponibilidad para cada máquina

7.2 ENTREVISTA DE SATISFACCIÓN

Para identificar la percepción de los colaboradores, quienes realizan los procedimientos establecidos en el manual de mantenimiento. Se realizó una

entrevista de satisfacción acorde a la información entregada. La entrevista cuenta con 4 preguntas simples donde se constará la información que pueden llegar a brindar quienes son participes del proceso de mantenimiento.

Con las respuestas encontradas en las entrevistas de satisfacción, se plantearán mejoras a los procedimientos y/o manuales.

7.3 MEJORAS AL PROCESO DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

Ecoicopores en una compañía que se presenta cambios constantes en cuanto a la evolución de materiales como a la rotación de personal.

Es importante identificar que mientras no se ajuste una estabilidad en la rotación de personal, el proceso de ajuste e instauración total del proceso de mantenimiento autónomo puede presentar fallos.

Para generar un proceso adecuado para cada máquina es importante que los procesos, procedimientos y seguimientos a la maquinaria, no pierdan continuidad.

Conociendo todos estos factores, se generó un manual de mantenimiento adecuado, ajustándose a la simplicidad de los procedimientos a realizar, como en la rotación continua de personal.

Con la intención de generar un proceso a mayor plazo, se le realizan las siguientes recomendaciones a la compañía:

1. Sabiendo que una de las materias primas más importantes para la producción es el vapor, se genera como recomendación inicial y más importante, el sellamiento total de todas las fugas existentes de vapor, ya que este elemento acelera el deterioro de los componentes metálicos de toda la maquinaria por corrosión.
2. Se considera la realización de recubrimientos con pinturas resistentes a la temperatura para todas las máquinas, con especial atención al grupo existente de prensas manuales, ya que son las que presentan una mayor afectación por corrosión.
3. Con la intención de evitar las constantes y problemáticas averías en las bombas de agua, se considera la instalación de válvulas de pie con filtro en los tanques de almacenamiento de agua. Estas válvulas evitarán el cambio de mallas metálicas en los accesos de las bombas de agua y reducirán los fallos que se presentan por calentamiento de los motores de las bombas de agua.
4. Es indispensable realizar la compra de un segundo compresor de aire que opere de forma paralela con el compresor existente, con el fin de reducir

considerablemente las paradas en la maquinaria por los fallos en el compresor principal

5. Es importante mantener el registro de tarjetas IFS y de los formatos de seguimiento de toda la maquinaria, con el fin de generar continuidad en el proceso de mantenimiento.

CONCLUSIONES

Tras haber realizado un seguimiento total al estado de cada una de las máquinas mencionadas a lo largo de todo el proyecto, se lograron establecer parámetros, procesos y procedimientos acorde a los niveles de producción, la capacidad técnica del personal y los tiempos de operación.

Realizando un barrido general de las máquinas pertenecientes a cada proceso, se identificó los parámetros de operación y estado de cada una de las máquinas. Se genera una separación por grupos de la maquinaria y se establecen parámetros sencillos de operación.

Se logra identificar los fallos más comunes de cada una de las máquinas, estableciendo parámetros de observación sencillos, los cuales son aplicados actualmente para generar un seguimiento adecuado a cada máquina.

Se crearon manuales, guías y capacitaciones básicas correspondientes a los nuevos procedimientos establecidos. La afinidad de las capacitaciones, con respecto a la calidad de la información, establece procedimientos sencillos de lubricación, mantenimiento y reparación para cada uno de los grupos de máquinas.

Observando cada uno de los parámetros previamente estudiados, junto con el apoyo del grupo de mantenimiento encargado, se logran generar manuales específicos de mantenimiento autónomo para cada uno de los grupos de máquinas.

La aplicación de las actividades de mantenimiento, muestra al final del periodo de observación, una mejoría considerable para cada grupo.

Es importante comprender que, aunque la mejoría en el estado de la maquinaria es evidente, es necesario realizar las recomendaciones generadas para el grupo de mantenimiento.

La carga de horas de cada máquina, en conjunto con la materia prima y el vapor caliente correspondiente al proceso de fabricación, genera un ambiente hostil para la mantenibilidad de la maquinaria. Es importante realizar, como un proceso

inicial, el recubrimiento total de pintura anticorrosiva en cada máquina, para evitar daños prematuros en las válvulas, tuberías y moldes.

Es importante mantener un seguimiento continuo a los fallos de cada máquina, construyendo la hoja de vida de las máquinas y, actualizando constantemente la información. Mantener un sistema de gestión de fallos actualizado, permitirá realizar un ataque constante y completo a los fallos de cada máquina y reducirá considerablemente los fallos en cada grupo de máquinas.

BIBLIOGRAFÍA

1 GARCÍA,Oliverio. El mantenimento productivo total y su aplicabilidad industrial. {19/11/2022}. Disponible en: https://ingkatherinerincon.files.wordpress.com/2011/04/tpm.pdf

2 ARANGUREN, Jaime. IMPLANTACIÓN EXITOSA DE TPM EN LA INDUSTRIA COLOMBIANA. {20/11/2022}. Disponible en: https://repository.eafit.edu.co/bitstream/handle/10784/7292/JaimeAndres_ArangurenMedina_2015.pdf?sequence=2

3 Venkatesh J. An Introduction to Total ProductiveMaintenance (TPM). {28/11/2022}. Disponible en: http://faculty.nps.edu/dl/sysengineering/se3302/pdf/anintroductiontototalproductivemaintenance.pdf

4 VARGAS, Lisseth. MPLEMENTACIÓN DEL PILAR “MANTENIMIENTO AUTÓNOMO” EN EL CENTRO DE PROCESO VIBRADO DE LA EMPRESA FINART S.A.S. {17/12/2022}. Disponible en: https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/3162/VargasMonroyLisseth%20Camila2016.pdf;jsessionid=63858A1921DD472A4F2F6B70EC0DF9FD?sequence=3

5 INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMASTÉCNICAS. Presentación de tesis, trabajos de grado y otros trabajos de investigación. Sexta actualización. Bogotá D.C. ICONTEC, 2008, NTC 1486

6 Nakajima Seiichi, Programa de desarrollo TPM; Madrid. Edición español; Tecnologías de gerencia y producción S.A. 1991.

7 ÁLVAREZ LAVERDE, Humberto. Fundamentos del mantenimiento autónomo. Tomado del Libro: Mantenimiento autónomo para líderes. [online] 2008. Disponible en: http://www.ceroaverias.com/pageflip/fundautonomo.htm