



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE MECÁNICA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

**“OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA
DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES DE RESORTES
DE LA EMPRESA PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. A
TRAVÉS DE UNA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO”**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para adoptar el grado académico de:

INGENIERO INDUSTRIAL

AUTORES: ERICK ALEXANDER MEJÍA LOMBEIDA

NELSON RODRIGO FONSECA ROMERO

DIRECTOR: Ing. JAIME IVÁN ACOSTA VELARDE

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Erick Alexander Mejía Lombeida; & Nelson Rodrigo Fonseca Romero

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Erick Alexander Mejía Lombeida y Nelson Rodrigo Fonseca Romero, declaramos que el presente trabajo de integración curricular es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de integración curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 08 de marzo de 2022



Erick Alexander Mejía Lombeida

235022908-0



Nelson Rodrigo Fonseca Romero

050373366-9

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE MECÁNICA

CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular: Tipo: Proyecto Técnico, “**OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES DE RESORTES DE LA EMPRESA PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. A TRAVÉS DE UNA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO**”, realizado por los señores: **ERICK ALEXANDER MEJÍA LOMBEIDA** y **NELSON RODRIGO FONSECA ROMERO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal autoriza su presentación.

FIRMA

FECHA

Ing. Marcelo Esteban Calispa Aguilar M. Sc.

PRESIDENTE DE TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**MARCELO ESTEBAN
CALISPA AGUILAR**

2022-03-08

Ing. Jaime Iván Acosta Velarde M. Sc.

**DIRECTOR DEL TRABAJO DE
INTEGRACIÓN CURRICULAR**



Firmado electrónicamente por:
**JAIME IVAN
ACOSTA**

2022-03-08

Ing. Ángel Rigoberto Guamán Mendoza

MIEMBRO DE TRIBUNAL



Firmado electrónicamente por:
**ANGEL RIGOBERTO
GUAMAN MENDOZA**

2022-03-08

DEDICATORIA

Este trabajo dedico a mis abuelos: Bolívar Lombeida y Enriqueta Ibarra, que siempre han sido un pilar fundamental en mi vida, quienes me han brindado ese amor y apoyo incondicional que me ha reconfortado siempre, a mi padre que ahora se encuentra en un mejor lugar y estoy seguro que se siente orgulloso al ver este triunfo tan significativo en mi vida, a mi madre por su esfuerzo y sacrificio por darme la oportunidad de estudiar, por sus consejos y su apoyo en todo momento, a toda mi familia que de alguna manera han contribuido en esta etapa tan importante, ya que esto no lo veo como un logro personal, sino como un logro familiar.

Erick

El presente trabajo de titulación se lo dedico a mi familia, quienes me han dado la motivación, fuerza, y consejos necesarios para superar los momentos más difíciles, en especial a mis padres que durante toda mi vida me han dado todo su apoyo incondicional sin importar las circunstancias. Su ejemplo de esfuerzo y sacrificio es la motivación para terminar mi carrera universitaria.

Nelson

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme y brindarme sabiduría en toda la travesía universitaria, a toda mi familia, en especial a mis abuelos que siempre estuvieron pendientes de mí, por sus sabios consejos y su apoyo incondicional, a mi madre por haberme permitido conseguir un título universitario y por guiarme siempre por el camino del bien, a mis estimados amigos de aula que se convirtieron en familia con el transcurso del tiempo y las experiencias vividas, a la ESPOCH y sus distinguidos docentes que contribuyeron a la formación de un profesional y una persona de calidad, en especial agradezco al Ing. Iván Acosta que, con su apoyo, conocimiento y experiencia en campo, logró contribuir de manera decisiva en este trabajo, a la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A. por la apertura del presente trabajo, y para culminar quiero agradecer al Ing. Diego Pérez perteneciente a la empresa mencionada, por ser una excelente persona y profesional que me brindó su apoyo, amistad y compartió su conocimiento y experiencia laboral conmigo.

Erick

Agradezco de manera especial a mi familia por su apoyo y consejos brindados a lo largo de mi vida, tanto personal como estudiantil porque fueron ellos quienes han estado junto a mí en cada paso que he dado a lo largo de mi vida, me han visto crecer como persona y como profesional. De igual manera agradezco a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, a la Carrera de Ingeniería Industrial, a sus docentes y personal por contribuir en todos los procesos necesarios para mi aprendizaje y formación profesional.

Nelson

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
INDICE DE FIGURAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiiiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT	xvii
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación	4
1.2.1. <i>Justificación Teórica</i>	4
1.2.2. <i>Justificación Metodológica</i>	4
1.2.3. <i>Justificación Práctica</i>	4
1.3. Delimitación del Problema	5
1.3.1. <i>Delimitación Espacial</i>	5
1.3.2. <i>Delimitación Temporal</i>	5
1.3.3. <i>Delimitación temática</i>	5
1.4. Objetivos	5
1.4.1. <i>Objetivo General</i>	5
1.4.2. <i>Objetivos Específicos</i>	5

CAPÍTULO II

2.	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
2.1.	Antecedentes	7
2.2.	Bases teóricas	9
2.2.1.	Introducción al mantenimiento	9
2.2.1.1.	<i>Productividad en función de la Gestión de Mantenimiento</i>	9
2.2.1.2.	<i>Mantenimiento Industrial</i>	9
2.2.1.3.	<i>Gestión de Mantenimiento</i>	9
2.2.2.	Tipos de Mantenimiento	10
2.2.2.1.	<i>Mantenimiento Correctivo</i>	10
2.2.2.2.	<i>Mantenimiento Predictivo</i>	10
2.2.2.3.	<i>Mantenimiento Preventivo</i>	10
2.2.3.	Herramientas de calidad y estratificación	11
2.2.3.1.	<i>Diagrama causa efecto</i>	11
2.2.3.2.	<i>Diagrama de Pareto</i>	12
2.2.4.	Análisis de Criticidad	12
2.2.5.	Ciclo PDCA de Deming	13
2.2.5.1.	<i>Plan (Planificar)</i>	13
2.2.5.2.	<i>Do (Hacer)</i>	14
2.2.5.3.	<i>Check (Verificar)</i>	14
2.2.5.4.	<i>Act (Actuar)</i>	14
2.2.6.	Indicadores de Gestión	15
2.2.6.1.	<i>Eficiencia</i>	15
2.2.6.2.	<i>Eficacia</i>	15
2.2.6.3.	<i>Productividad</i>	15
2.2.7.	Metodología de las 5S's	15
2.2.7.1.	<i>Seiri (Clasificación)</i>	16
2.2.7.2.	<i>Seiton (Orden)</i>	16

2.2.7.3.	<i>Seiso (Limpieza)</i>	16
2.2.7.4.	<i>Seiketsu (Estandarización)</i>	16
2.2.7.5.	<i>Shitsuke (Disciplina)</i>	17
2.2.8.	Introducción al TPM	17
2.2.8.1.	<i>Aspectos del TPM</i>	17
2.2.8.2.	<i>Objetivos del TPM</i>	17
2.2.8.3.	<i>Fases del TPM</i>	18
2.2.8.4.	<i>El TPM como herramienta para mejorar la productividad</i>	19
2.2.8.5.	<i>El TPM como herramienta para mejorar la calidad del proceso</i>	20
2.2.8.6.	<i>Pilares del TPM</i>	20
2.2.8.7.	<i>Eficiencia Global del Equipo (OEE)</i>	22
2.2.8.8.	<i>Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)</i>	25
2.3.	Definición de conceptos	26
2.3.1.	<i>Proceso</i>	26
2.3.2.	<i>Optimización de procesos</i>	26
2.3.3.	<i>Productividad</i>	26
2.3.4.	<i>Indicador</i>	26
2.3.5.	<i>Confiabilidad</i>	26
2.3.6.	<i>Mantenibilidad</i>	27
2.3.7.	<i>Avería</i>	27
2.3.8.	<i>Fallo</i>	27
2.3.9.	<i>Inspección</i>	27

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	28
3.1.	Tipo de Estudio	28
3.2.	Tipo de Investigación	28
3.3.	Metodología	28

3.4. Proceso Metodológico	29
3.4.1. Generalidades de la Empresa	29
3.4.1.1. <i>Reseña histórica</i>	29
3.4.1.2. <i>Ubicación de la empresa</i>	30
3.4.1.3. <i>Misión</i>	31
3.4.1.4. <i>Visión</i>	31
3.4.1.5. <i>Organigrama Estructural de la División Poliuretano – Colchones</i>	31
3.4.2. Descripción del área y línea de producción objeto de estudio	31
3.4.2.1. <i>Subproductos del área de producción de paneles</i>	31
3.4.2.2. <i>Líneas de producción del área de paneles</i>	32
3.4.2.3. <i>Descripción del Proceso Productivo</i>	33
3.4.3. Diagnóstico de la situación actual de la línea de producción automática de paneles ..	34
3.4.3.1. <i>Aplicación del Ciclo de Deming (PDCA)</i>	34
3.4.3.2. <i>Análisis de la problemática</i>	35
3.4.3.3. <i>Diagrama Causa – Efecto</i>	36
3.4.3.4. <i>Priorización de causas</i>	37
3.4.4. Jerarquización de máquinas de la línea de producción automática	38
3.4.4.1. <i>Indicadores de Gestión (Productividad y Mantenimiento)</i>	39
3.5. Desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento	41
3.5.1. <i>Lanzamiento del programa de las 5S’s</i>	41
3.5.2. <i>Evaluación inicial del programa de las 5S’s</i>	42
3.5.3. <i>Implementación de la metodología 5S’s y Mantenimiento Autónomo</i>	43
3.5.3.1. <i>Estructura organizacional y funcional de las 5S’s</i>	43
3.5.3.2. <i>Seiri (Clasificación)</i>	44
3.5.3.3. <i>Seiton (Orden)</i>	45
3.5.3.4. <i>Desarrollo del Mantenimiento Autónomo</i>	48
3.6. Desarrollo del Plan de Mantenimiento Planificado	54
3.6.1. <i>Inventario de máquinas y equipos</i>	54
3.6.2. <i>Elaboración de formatos</i>	55

3.6.2.1.	<i>Ficha técnica de la máquina</i>	55
3.6.2.2.	<i>Bitácora de seguimiento de la máquina para el registro de fallos y desperdicio</i>	55
3.6.2.3.	<i>Registro y control de acciones de mantenimiento</i>	56
3.6.3.	<i>Levantamiento de partes</i>	57
3.6.4.	<i>Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE</i>	58
3.6.5.	<i>Gamas de mantenimiento</i>	59
3.6.6.	<i>Órdenes de Trabajo de Mantenimiento</i>	60
3.6.7.	<i>Cronograma de Mantenimiento Anual</i>	61

CAPÍTULO IV

4.	RESULTADOS	62
4.1.	Resultados de la implementación de la Metodología 5S's	62
4.1.1.	<i>Auditoría Interna de la Metodología 5S's (Nivel de cumplimiento)</i>	62
4.1.2.	<i>Señalización de los puestos de trabajo de la línea de producción</i>	63
4.1.3.	<i>Clasificación de depósitos para desechos</i>	64
4.2.	Resultados de la mejora desarrollada	65
4.2.1.	<i>Evaluación de resultados del proceso productivo</i>	65
4.2.2.	<i>Resultado del Plan de Mantenimiento</i>	66
4.2.2.1.	<i>Evaluación de la Eficiencia Global de la Máquina (OEE)</i>	66
4.2.2.2.	<i>Resultados de desperdicios</i>	67
4.2.2.3.	<i>Ingreso anual esperado después de la mejora</i>	67

	CONCLUSIONES	69
--	---------------------------	----

	RECOMENDACIONES	71
--	------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-2: Estructura principal de las 5S's	17
Tabla 1-3: Líneas de producción del área de producción de paneles de resortes.....	33
Tabla 2-3: Plan de Trabajo.....	35
Tabla 3-3: Análisis de priorización de causas – Holmes	37
Tabla 4-3: Factores de frecuencia y consecuencia.....	38
Tabla 5-3: Factores de frecuencia y consecuencia.....	39
Tabla 6-3: Evaluación inicial del proceso productivo del puesto de trabajo – Transfer 1.....	40
Tabla 7-3: Evaluación inicial de la Eficiencia Global de la Máquina (OEE)-Transfer 1	40
Tabla 8-3: Indicadores de evaluación inicial (Productividad y Mantenimiento)	41
Tabla 9-3: Valoración de encuesta.....	42
Tabla 10-3: Resultado de evaluación de las 5S's.....	43
Tabla 11-3: Herramientas faltantes	46
Tabla 12-3: Distribución de depósitos para desechos	47
Tabla 13-3: Etiquetado de elementos de las áreas de trabajo.....	48
Tabla 14-3: Tipos de suciedad	49
Tabla 16-3: Bitácora de tarjetas	52
Tabla 17-3: Criterios de evaluación	53
Tabla 18-3: Modelo de Auditoría 5S's	53
Tabla 19-3: Inventario de máquinas y equipos del área de paneles	54
Tabla 20-3: Parámetros de elaboración de ficha técnica.....	55
Tabla 21-3: Bitácora de seguimiento de la máquina Transfer	56
Tabla 22-3: Levantamiento de partes de la máquina Transfer	58
Tabla 23-3: Criterios AMFE (Ponderación)	59
Tabla 24-3: Modelo adaptado de la Norma NTP 679, 2004	59
Tabla 25-3: Modelo de orden de trabajo de mantenimiento	61
Tabla 1-4: Cuadro comparativo del nivel de cumplimiento de las 5S's	62

Tabla 2-4: Cuadro comparativo a través de índices de productividad	65
Tabla 3-4: Cuadro comparativo del incremento del índice OEE	66
Tabla 4-4: Cantidad reducida de desperdicio.....	67

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.3:	Ubicación de la empresa	30
Figura 2.3:	Instalaciones de la empresa	30
Figura 3.3:	Paneles según el tipo de resorte.....	32
Figura 4.3:	Factores de frecuencia y consecuencia.....	38
Figura 5.3:	Socialización del programa de las 5S´s.....	42
Figura 6.3:	Herramientas adquiridas para los operadores.....	46
Figura 7.3:	Carpetas para registro de producción	47
Figura 8.3:	Tarjeta roja	51
Figura 9.3:	Tarjeta verde.....	51
Figura 1.4:	Señalización de las áreas de trabajo de la línea de producción	63
Figura 2.4:	Línea de máquinas Transfer después la implementación de las 5S´s.....	64
Figura 3.4:	Clasificación de depósitos para desechos.....	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1.2:	Diagrama de Causa y Efecto.....	11
Gráfico 2.2:	Diagrama de Pareto.....	12
Gráfico 3.2:	Ciclo de Deming (PDCA).....	14
Gráfico 4.2:	Mejoras en el ciclo de vida del equipo	18
Gráfico 5.2:	Los ocho pilares fundamentales del TPM.....	22
Gráfico 6.2:	Esquema de conformación de tiempos de acuerdo con las pérdidas	25
Gráfico 1.3:	Proceso metodológico.....	29
Gráfico 2.3:	Organigrama Estructural de la División Poliuretano – Colchones	31
Gráfico 3.3:	Diagrama Causa – Efecto	36
Gráfico 4.3:	Diagrama de Pareto – Análisis de causas	37
Gráfico 5.3:	Responsables de implementación	44
Gráfico 6.3:	Check list de control de orden en los puestos de trabajo	45
Gráfico 7.3:	Registro y control de acciones de mantenimiento	57
Gráfico 1.4:	Cuadro comparativo Metodología 5S´s. Línea de Producción	62
Gráfico 2.4:	Cuadro comparativo del incremento de la productividad.....	65

ÍNDICE DE ANEXOS

- ANEXO A:** CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN 5S´S
- ANEXO B:** PONDERACIÓN DE FACTORES
- ANEXO C:** CUESTIONARIO SOBRE ANÁLISIS DE CRITICIDAD
- ANEXO D:** PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL OEE
- ANEXO E:** CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S´S
- ANEXO F:** PLANO DE SEÑALIZACIÓN DE LA LÍNEA
- ANEXO G:** CRONOGRAMA DE LIMPIEZA PARA MÁQUINAS TRANSFER
- ANEXO H:** HOJAS DE PROCEDIMIENTO PARA MÁQUINAS TRANSFER
- ANEXO I:** CHECK LIST DE CONTROL DE HERRAMIENTAS A OPERARIOS
- ANEXO J:** FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA “TRANSFER N° 1”
- ANEXO K:** LEVANTAMIENTO DE PARTES DE LA MÁQUINA “TRANSFER”
- ANEXO L:** ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) DE LA MÁQUINA “TRANSFER”
- ANEXO M:** GAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
- ANEXO N:** GAMA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO
- ANEXO Ñ:** GAMA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO
- ANEXO O:** CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL

RESUMEN

El presente trabajo de integración curricular se orienta a optimizar el proceso productivo de la línea de producción automática de paneles de resortes de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A. a través del desarrollo de una Gestión de Mantenimiento. Para lo cual se emplearon herramientas Lean Manufacturing, basándose en lineamientos de dos pilares del TPM (Mantenimiento Productivo Total) que son el Autónomo y Planificado. El estudio inició con el análisis del proceso productivo de la línea, en esta etapa se organizó las actividades a desarrollarse en el transcurso del estudio empleando el Ciclo de Deming (PDCA), donde se identificó y priorizó las causas y problemas potenciales a través de herramientas de gestión de calidad para evidenciar y plantear oportunidades de mejora, posteriormente se seleccionó una máquina piloto a través de un AC (Análisis de Criticidad), se realizó un diagnóstico inicial en el puesto de trabajo de la máquina, lo que permitió determinar una productividad del 68,02% y un OEE (Eficiencia Global del Equipo) del 65,59%, además, se estableció un cuestionario para verificar el cumplimiento inicial de las 5S's en la línea teniendo como resultado un 53%. En el desarrollo de la Gestión de Mantenimiento con énfasis inicialmente en el Mantenimiento Autónomo como establece el TPM, se implantó las 5S's en la línea, mejorando el orden, limpieza y estableciendo disciplina como base de la mejora continua, posteriormente se desarrolló un Plan de Mantenimiento flexible para la máquina piloto mediante un AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) según la norma NTP 679, 2004 que permitió establecer acciones y gamas de mantenimiento, órdenes de trabajo y un cronograma anual de mantenimiento preventivo con el fin de que pueda ser proyectado a las otras máquinas de la línea, lo que permitió obtener como resultado un incremento de la productividad del 17,71% en el puesto de trabajo, una mejora del OEE de la máquina de un 13,18%, un ascenso de cumplimiento al 84% de la filosofía de las 5S's y una reducción de desperdicios de alambre del 14%, incidiendo así de manera significativa en la optimización del proceso productivo.

Palabras claves: <LEAN MANUFACTURING>, <TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)>, <HERRAMIENTA 5S's>, <MEJORA CONTINUA>, <PLAN, DO, CHECK, ACT (PDCA)>, <ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)>, <ANÁLISIS DE CRITICIDAD (AC)>.



12-07-2022

1471-DBRA-UTP-2022

ABSTRACT

This curricular integration work is focused on optimizing the production process of the automatic production line of spring panels of the company Productos Paraíso del Ecuador S.A. through the development of a Maintenance Management. For which Lean Manufacturing tools were used, based on the guidelines of two pillars of TPM (Total Productive Maintenance) that are Autonomous and Planned. The study began with the analysis of the production process, at this stage the activities to be developed during the process were organized using the Deming Cycle (PDCA), where the causes and potential problems were identified and prioritized through quality management tools in order to show and propose improvement opportunities. Subsequently, a pilot machine was selected through a Criticality Analysis (CA, an initial diagnosis was made at the machine's workstation, which allowed determining a productivity of 68,02% and an OEE (Overall Equipment Efficiency) of 65,59%, in addition, a questionnaire was established to verify the initial compliance with the 5S's in the production process, with a result of 53%. In the development of Maintenance Management with initial emphasis on Autonomous Maintenance as established by the TPM, the 5S's were implemented in the production process, improving order, cleanliness and establishing discipline as a basis for continuous improvement, later a flexible Maintenance Plan was developed for the pilot machine through a FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) according to the NTP 679, 2004 standard, which allowed establishing actions and maintenance ranges, work orders and an annual preventive maintenance schedule so that it can be projected to the other machines of the production process, resulting in a increase in productivity at the work station, an improvement of 13,18% in the OEE of the machine, an increase in compliance with 84% of the 5S's philosophy and a reduction of 14% in wire waste, thus significantly affecting the optimization of the production process.

Keywords: <LEAN MANUFACTURING>, <TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM)>, <5S's TOOL>, <CONTINUOUS IMPROVEMENT>, <PLAN, DO, CHECK, ACT (PDCA)>, <FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS (AMFE)>, <CRITICALITY ANALYSIS (AC)>.



Mgs. Mónica Paulina Castillo Niama.
C.I. 060311780-5

INTRODUCCIÓN

Actualmente las empresas ecuatorianas están obligadas a desarrollar sistemas de mejora continua ante el gran reto de la globalización, razón por la cual la competitividad se vuelve más agresiva en el mercado; para mejorarla continuamente e incrementar la competencia de la organización, uno de los aspectos en los cuales se tiene que trabajar, es en aquel relacionado con la optimización de sus procesos productivos, incursionando así, en la organización, producción al costo mínimo y el control de los equipos de producción.

En esta búsqueda del mejoramiento continuo, la gestión de mantenimiento es un factor imprescindible que permite asegurar la confiabilidad y disponibilidad de los equipos en el proceso productivo. Una Gestión de Mantenimiento en combinación con Herramientas de Gestión le permite a la empresa incrementar su productividad optimizando sus recursos, a través del control y administración de los equipos de trabajo, de tal forma que se garantice la continuidad de la actividad operativa, evitando retrasos en el proceso por averías, fallos y micro paradas de máquinas y equipos, lo que contribuye al incremento de la competitividad de la organización.

El presente trabajo de integración curricular hace referencia a la descripción de los elementos necesarios para desarrollar una Gestión de Mantenimiento en la línea de producción automática de paneles de resortes que permita obtener un Plan de Mantenimiento flexible para una máquina piloto de la línea, con proyección aplicable a las otras máquinas que pertenecen a la línea automática del área de paneles de la División Poliuretano - Colchones de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A., proceso el cual se realizó mediante el uso del Ciclo de Deming (PDCA), herramientas Lean Manufacturing (5S's, TPM), técnica AMFE; métodos de mejora de clase mundial que aportan significativamente a las organizaciones a gestionar su maquinaria y equipos de producción, a mejorar su cultura, orden, limpieza y disciplina, lo que en efecto genera un impacto positivo en la optimización del proceso productivo.

Dentro de la Gestión de Mantenimiento se inicia con la implantación de las 5S's como base de la mejora continua mediante técnicas y herramientas como son los check list de evaluación entre operarios para prevalecer el orden, la señalización de áreas de trabajo, dotación de herramientas, etiquetado de depósitos y lubricantes con el fin de implantar el orden, la implementación de tarjetas rojas y verdes para establecer medidas correctivas de gravedad o preventivas de mantenimiento, elaboración de hojas de procedimientos para limpieza de máquina con el objetivo de fijar una secuencia de actividades estandarizadas que contribuyan a la conservación y cuidado

de las máquinas que abarca el mantenimiento autónomo, llevando un control a través de check list para promover la disciplina y el cumplimiento a los operarios.

Posteriormente se complementa la Gestión de Mantenimiento a través del desarrollo de un Plan de Mantenimiento flexible para una máquina de la línea enfocado en el Mantenimiento Planificado como pilar del TPM , debido a que todas las máquinas que forman parte la línea presentan características similares, es decir, exponen causas semejantes de fallos, son del mismo modelo, fabricante y mismo lote de producción, motivo por el cual se aplica inicialmente un estudio de jerarquización de las máquinas de la línea a través de un AC (Análisis de Criticidad) para seleccionar la máquina piloto, y posteriormente se aplica un AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) de los componentes y elementos de la máquina seleccionada con la finalidad de establecer actividades correctivas, preventivas y frecuencias adecuadas a ejecutarse dentro de gamas y ordenes de trabajo de mantenimiento.

El documento está elaborado por cuatro capítulos en los cuáles hace referencia a la temática como es el planteamiento de la problemática que se ha identificado en el área de estudio de la empresa, un marco teórico como referencia académica de los conocimientos que se necesitan para elaborar el trabajo, un marco metodológico en el cual se especifican las etapas a seguir y el desarrollo de la Gestión de Mantenimiento y los resultados alcanzados.

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La línea de producción automática de paneles de resortes de la División Poliuretano – Colchones de la empresa Productos Paraíso, dispone de máquinas denominadas “Transfer”, activos que representan la mayor prioridad del área de paneles por su alto costo y grado de automatización, esta maquinaria es utilizada para la producción de paneles de resortes internos tipo “*bonell*”, subproducto que se requiere para el ensamble de colchones de gama media que figuran la mayor demanda del mercado para la División.

A través de una investigación de campo realizada en la línea de producción descrita, se evidenciaron constantes paros que sufren las máquinas durante la jornada laboral, es decir, fallos frecuentes y significativos, que se generan a causa de la falta de mantenimiento, falta de inspección y lubricación, impericia del personal de producción para el ajuste y calibración de la maquinaria, variación de las características de la materia prima, desorganización y desorden en el área de trabajo, y a falta de limpieza del interior de la máquina al estar expuesta a condiciones críticas y contaminantes de operación por la presencia de limallas, gases, lubricantes y combustibles.

Como consecuencia de los problemas descritos se evidencian cortes de la producción incumpliendo con el abastecimiento de paneles a las líneas de ensamble subsiguientes, altos costos de producción y mantenimiento, productos defectuosos que por la particularidad del proceso productivo no pueden ser reprocesados, por lo que son considerados como desperdicios, horas – hombre improductivas e insatisfacción de la calidad del ambiente laboral, lo que en efecto repercute en la productividad de la línea y, la eficiencia y disponibilidad de las máquinas.

Como solución a la problemática descrita, se ha considerado pertinente desarrollar un Plan de Gestión de Mantenimiento basado en dos pilares del TPM, mantenimiento planificado y autónomo en combinación con la metodología AMFE y la metodología de orden y limpieza de las 5S’s, tanto para las máquinas como para los puestos de trabajo, de esta manera se logra involucrar la participación del personal de mantenimiento y de producción con la finalidad de optimizar el proceso productivo.

Dado que la empresa no emplee estos métodos de mejora continua con el fin de optimizar los procesos productivos, la productividad se verá afectada y esto repercute posteriormente en una reducción de la rentabilidad, dando como resultado una empresa menos competitiva para el mercado ante el gran reto de la globalización que atraviesan las industrias latinoamericanas.

1.2. Justificación

1.2.1. Justificación Teórica

A través de la integración de filosofías de mejora continua como el Ciclo de Deming (PDCA), herramientas del Lean Manufacturing como el TPM (Mantenimiento Productivo Total), AMFE y 5S's, las empresas han percibido beneficios significativos, ya que permiten contrarrestar problemáticas existentes y desarrollar sistemas de producción eficaces y eficientes, lo que contribuye al desarrollo y competitividad de la organización. El presente trabajo de integración curricular amplía el conocimiento sobre cómo se pueden combinar distintas herramientas de mejora continua y herramientas de gestión en busca de la optimización del proceso productivo, lo que puede orientar el aprendizaje académico y laboral en las empresas.

1.2.2. Justificación Metodológica

La metodología necesaria para alcanzar los objetivos planteados en el Trabajo de Integración Curricular fue desarrollada en base al Ciclo de Deming (PDCA) que permitió organizar de manera clara las técnicas, etapas, actividades y recursos a emplearse durante el desarrollo del proyecto; se emplearon herramientas Lean Manufacturing, basado en pilares del TPM como el Mantenimiento Autónomo que permitió integrar al personal de producción en la conservación de las máquinas y el Mantenimiento Planificado donde se establecieron gamas, órdenes de trabajo de mantenimiento y un cronograma anual de las tareas a ejecutarse en las máquinas. Con la ayuda de la metodología AMFE se consiguió identificar el modo, efecto y causa de un fallo específico de los diferentes elementos que son susceptibles en la máquina Transfer, permitiendo priorizar la intervención mediante el IPR que ayuda a identificar en cuáles elementos se debe intervenir con mayor exigencia. La metodología de las 5S's permitió tener un criterio diferente de la importancia de mantener la organización, orden y limpieza en el área de trabajo, para lo cual se realizó una implementación de señalización, etiquetado, dotación de herramientas para ajustes y calibraciones de las máquinas y estándares de limpieza, asimismo, se empleó una auditoría y un ccheck list para dar un seguimiento y cumplimiento de esta metodología.

1.2.3. Justificación Práctica

A través de la aplicación de un Plan de Gestión de Mantenimiento en la línea de producción automática de paneles de resortes de la empresa se redujo la cantidad de fallos y paros no programados de las máquinas que se presentan durante el proceso productivo, en base a tareas de

mantenimiento autónomo y planificado, permitiendo asegurar la eficiencia y disponibilidad de las máquinas e incrementar su tiempo de vida útil. Asimismo, se obtuvo un mejoramiento de la calidad del ambiente laboral a través de actividades estandarizadas de limpieza documentadas en hojas de procedimiento para los puestos de trabajo, lo que permite optimizar el proceso productivo e incrementar la productividad de la línea.

1.3. Delimitación del Problema

1.3.1. Delimitación Espacial

El estudio se limitará a la línea de producción automática de paneles de resortes perteneciente al área de paneles de la División Poliuretano - Colchones de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A., localizada en la Provincia de Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Tambillo.

1.3.2. Delimitación Temporal

El trabajo de integración curricular se llevará a cabo en un período de 5 meses, a partir del mes de mayo hasta septiembre del año 2021.

1.3.3. Delimitación temática

El propósito del presente estudio es desarrollar e implementar un Plan de Gestión de Mantenimiento con base en metodologías y herramientas de mejora continua que permitan contrarrestar los problemas presentes en la línea de producción automática de paneles con la finalidad de optimizar el proceso incrementando la productividad de la línea.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Optimizar el proceso productivo en la línea de producción automática de paneles de resortes de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A. a través de una Gestión de Mantenimiento.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar la situación actual de la línea de producción automática de paneles de resortes a través de herramientas de gestión de la calidad.
- Seleccionar una máquina piloto a través de una jerarquización de máquinas de la línea para realizar un diagnóstico inicial del puesto de trabajo y de la máquina a través de indicadores de gestión y de mantenimiento.

- Desarrollar un Plan de Gestión de Mantenimiento enfocado en el pilar del Mantenimiento Autónomo que establece el TPM en la línea de producción automática mediante la implantación de la metodología 5S's como base de la mejora continua.
- Desarrollar un Plan de Mantenimiento Planificado flexible para una máquina piloto aplicando un Análisis Modal de Efectos y Fallos (AMFE) con la finalidad de que pueda ser proyectado y aplicado a las otras máquinas de la línea.
- Evaluar los resultados alcanzados a través de indicadores de gestión y de rendimiento del equipo con el fin de determinar el impacto sobre el proceso productivo.

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1. Antecedentes

A continuación, se presenta los resultados de investigaciones relacionadas directamente con el objeto de estudio.

El trabajo de titulación denominado: Elaboración de un plan de mantenimiento basado en el mantenimiento productivo total (TPM) para la maquinaria de recuperación de turbinas del CIRT en la empresa CELEC EP-HDROAGOYÁN. (Lozada Cepeda, 2017) la cual realiza: un plan maestro de mantenimiento basado en mantenimiento autónomo y preventivo en el Torno vertical BOST CNC SMART 50CH-4000. Donde al seleccionar inicialmente el máquina piloto se aplica una mejora continua aplicando el mantenimiento autónomo a partir de las 5S's, mejorando el ambiente laboral del puesto de trabajo y estableciendo manuales de limpieza, lubricación e inspección para el operario al utilizar el equipo, también elaborando un plan de mantenimiento donde se analiza el equipo a través de un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) y Análisis de criticidad (AC) obteniendo los principales fallos del equipo en base a una jerarquización de los mismos, esto para elaborar un cronograma de mantenimiento trimestral, semestral y anual de los principales elementos que proporcionan paros para realizar un mantenimiento correctivo en el equipo, y a su vez, evaluando un OEE del 58,38% el cual indica el tiempo de operación efectivo de la máquina.

Del artículo científico denominado: Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013. (Flores y otros, 2016) el cuál realiza: un análisis de la situación actual de sus equipos, para ello se basa en la gestión de mantenimiento preventivo, por medio de sus datos históricos de los años 2010, 2011, 2012 y 2013, se dedujo el comportamiento de la disponibilidad a través del tiempo, obteniendo gráficas de análisis de tiempo medio entre fallas, esto para ayudar a visualizar las posibles causas que están dando estos datos y en los que se tiene que centrar para establecer mejoras como gestión de lubricación, infraestructura, método y entrenamiento; analizado estos factores y mediante un análisis de regresión múltiple se determinó que su coeficiente de correlación es 79,1% lo que indica que existe un regular grado de relación entre las variables de disponibilidad.

Del artículo científico denominado: Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. (Moreano & Castillo, 2020) donde se realiza: Una propuesta de plan de mantenimiento preventivo a los equipos de transporte automático en el

Hospital de Especialidades de Portoviejo, el cuál mediante entrevistas a la parte mecánica así como con el historial de averías de los equipos por parte de los médicos, se pudo establecer modelos para un plan de mantenimiento con el fin de reducir las averías a corto plazo, donde se pudo realizar fichas técnicas de los equipos, guías de trabajo para el mantenimiento de compresores donde se detalla todos los insumos necesarios, responsables y pasos a seguir, además se elaboró una bitácora de mantenimiento de equipos donde se registren las posibles novedades con el fin de facilitar la gestión entre operadores y mecánicos del hospital con los fallos de estos equipos.

El trabajo de posgrado denominado: Implementación de la metodología de las 5s en el proceso de servicio de mantenimiento de la empresa Inox hornos y equipos. (Cárdenas, 2018) donde se realiza: Una implementación de la metodología de las 5S's debido a la carencia de una metodología de mejora continua en orden y limpieza de los puestos de trabajo de esta empresa, para implementar primero se realizó una evaluación a los operarios sobre el grado de cumplimiento de esta metodología, obteniendo como datos iniciales un grado de cumplimiento del 31% , teniendo mayor falencia en la estandarización y disciplina, generando como causa principal insatisfacción al cliente al brindar el servicio de mantenimiento. Los principales hallazgos importantes en cada etapa de la metodología se vieron reflejados en la clasificación de elementos, sistemas de gestión de inventarios, redistribución de áreas de trabajo, codificación de elementos de bodega, solicitudes de servicio de mantenimiento, manuales de operación y campañas visuales para mantener la disciplina. Implementado esta metodología se evaluó la satisfacción al cliente teniendo un 73% de clientes satisfechos por el servicio, además, se volvió a encuestar a los operarios aumentando su grado de cumplimiento a un 80% teniendo un incremento de 49 puntos que indicaron una mejora notable de cada área aplicada.

Del artículo científico denominado: Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad en Caucho Metal Ltda. (Hernández y otros, 2014) donde se realiza: un impacto de las 5S en la empresa que está ubicada en la ciudad de Bogotá, se realizó un diagnóstico para identificar el área con mayor desorden y suciedad, el cuál como principal problema provoca inseguridad a sus empleados, no tiene control sobre el producto terminado, trabajo en curso, retrabajos y chatarra, haciendo muy difícil conocer el nivel real de productividad; antes de implementar se realizó encuestas, medidas de rendimiento y un panorama de riesgos; con esto se fue aplicando cada etapa de la metodología, como la campaña de tarjetas rojas en la primera S, en la segunda S se realizó la clasificación de elementos, implementación de estanterías, tableros para etiquetas, tachos pintados para desperdicios, en la tercera S se planificó jornadas de limpieza e inspección, con el fin de detectar posibles anomalías en los equipos de trabajo, en la cuarta S se realizó actividades de pintura, etiquetado y asignación de responsabilidades, así como el cuidado de máquinas y elementos del taller fomentando el compromiso, y quinta S, se realizó una reunión

para fijar fechas de evaluación de cumplimiento de las normas establecidas en la cuarta S; realizado la implementación se pudo observar resultados como mejoras visuales, la productividad humana aumento en un 39,76% en el transcurso de dos meses, aumento de eficiencia de máquinas en un 30,94% , variación de la productividad capital, donde se denota que por cada dólar invertido en el inventario de insumos, se obtiene un beneficio del 5,84% durante el tiempo medido, aumento de calidad del producto, disminución de unidades defectuosas a razón de 0,0025, aumento de motivación en el personal, comunicación y condiciones ambientales.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Introducción al mantenimiento

2.2.1.1. Productividad en función de la Gestión de Mantenimiento

Según (Fortunato, 2017, pp. 21-39), la Gestión de Mantenimiento tiene como objeto realizar actividades de coordinación, planificación y conducción de los insumos necesarios que ayuden a realizar a los operadores y personal de mantenimiento tareas de reparación, manipulación y prolongación de vida de las máquinas, evitando de manera concurrente los distintos tipos de pérdidas en la vida útil de un medio de producción, teniendo como resultado la maximización de la productividad por medio del aumento de la eficacia y disponibilidad de las máquinas de trabajo.

2.2.1.2. Mantenimiento Industrial

Según (Olarte, Botero & Cañón, 2010, p. 355), el mantenimiento industrial es una serie de técnicas que ayudan a prevalecer la adecuada operabilidad de los equipos de trabajo e instalaciones de un proceso productivo de tal manera que este llegue alcanzar su máximo rendimiento y permitiendo obtener productos de calidad con la mínima inversión posible.

Realizar una buena aplicación del Mantenimiento Industrial genera un impacto eficiente en la productividad sostenible, pues el mismo permite que los equipos disminuyan su riesgo de contaminación o perjuicios al medio ambiente, recursos humanos y materiales, y cuidando la salud de las personas que trabajan en su ambiente laboral, factores por los cuales como resultado genera el aumento de la competitividad a nivel empresarial y generando un crecimiento económico con la inclusión social y cuidado ambiental.

2.2.1.3. Gestión de Mantenimiento

Según (García, 2012, p.51) La premisa de un Sistema de Gestión de Mantenimiento es garantizar que los equipos y máquinas de producción estén disponibles cuando se los requiera, con confiabilidad y seguridad total, de manera que cumpla con los requisitos técnicos y tecnológicos exigidos, con la finalidad de producir bienes o servicios que satisfagan los requerimientos de los clientes a través de calidad, cantidad y tiempo establecido.

Un sistema de gestión de mantenimiento contribuye la búsqueda de la producción de un bien o servicio al menor costo posible y con los más altos índices de productividad, rentabilidad y competitividad, ya que los equipos e instalaciones forman parte esencial del proceso productivo.

2.2.2. Tipos de Mantenimiento

Con base a la evolución que ha tenido el mantenimiento se ha establecido de diversos tipos, que engloba a sus derivaciones en tres tipos que son:

2.2.2.1. Mantenimiento Correctivo

Según (Moreano y Pérez, 2020, p. 314), el mantenimiento correctivo es el cuál esta dado cuando el equipo ya no está funcionando y es necesario una corrección de sus defectos que se han mostrado. Este mantenimiento se clasifica en:

No planificado: El cuál se debe realizar por emergencia, ya que este se puede dar por defectos imprevistos los cuáles son necesarios reparar en el menor tiempo posible, regulando problemas de contaminación, seguridad, ejecución de normativas, etc.

Planificado: El cuál al ser correctivo, ya se tiene experiencia sobre la actividad a realizar, de tal manera que al tener un paro el equipo, se disponga de los insumos necesarios para realizar la corrección.

2.2.2.2. Mantenimiento Predictivo

Según (Moreano y Pérez, 2020, p. 314), es aquél que utiliza como técnica la inspección de equipos e instalaciones con el fin de establecer su estado y funcionabilidad de la máquina, estas acciones se realizan en una frecuencia establecida de tiempo con el objeto de prevenir y evitar posibles fallos y defectos.

Para poder ejecutar este tipo de mantenimiento es necesario conocimientos técnicos y analíticos en el cual se identifica variables físicas que ocasionan daños al equipo.

2.2.2.3. Mantenimiento Preventivo

Según (Rodríguez, 2012, pp. 15-16), son actividades que anticipan fallos por medio de inspecciones, mantenimientos generales y la posible predicción de fallos por medio del cálculo a variables específicas de la máquina. El mantenimiento preventivo se clasifica de la siguiente manera:

- Rutinario: Se realiza actividades de ajuste, limpieza y lubricación por medio del operario y de manera periódica.
- Sistemático: Son actividades ejecutadas por mantenimiento y se las ejecuta por medio de un contador o calendario.
- Predictivo: Se realiza mediante la medición de variables como vibraciones, ruidos, desgastes.

2.2.3. Herramientas de calidad y estratificación

2.2.3.1. Diagrama causa efecto

Según (Vásquez, 2018, pp. 06-12), el diagrama causa-efecto, es un método gráfico que permite asemejar, distribuir y observar las principales causas de un problema o calidad. Este diagrama ayuda a identificar a tu equipo a:

- Establecer la causa raíz de un problema.
- Considerar los problemas para establecer medidas de corrección adecuadas.

Este diagrama presenta beneficios que:

- Prevalece la participación en grupo.
- Muestra las procedencias de la variación de un proceso.
- Indica áreas donde los datos deben ser recolectados.

El diagrama causa y efecto se visualiza mediante un gráfico en el cual cada espina corresponde a una M (clasificación de las 6M) donde cada una indica:

- Causas que están dadas con la Máquina (Machine).
- Causas que están dadas con la Materia Prima (Material).
- Causas que están dadas con el Método de trabajo (Method).
- Causas que están dadas con el operario (Men).
- Causas que están dadas con el Medio ambiente (Enviroment).
- Causas que están dadas con la Medición (Measurement).

El diagrama de Pareto está representado gráficamente de la siguiente manera:



Gráfico 1-2. Diagrama de Causa y Efecto

Realizado por: Los autores, 2022

2.2.3.2. Diagrama de Pareto

Según (Ahmed y Ahmad, 2011, p. 90), este diagrama es una herramienta representada mediante un gráfico de barras descendente, el cual está basado en un principio denominado 80/20, del cual se puede deducir que cerca del 80% de los efectos provienen del 20% de las causas.

Esta herramienta muestra las causas para que los recursos se dirijan en consecuencia. Generalmente es eficiente utilizarlo como una continuación del diagrama causa-efecto, con la finalidad de asemejar las causas a estudiar. La gráfica de Pareto muestra en su eje de las abscisas las categorías del problema y en el eje de las ordenadas la frecuencia y costo.

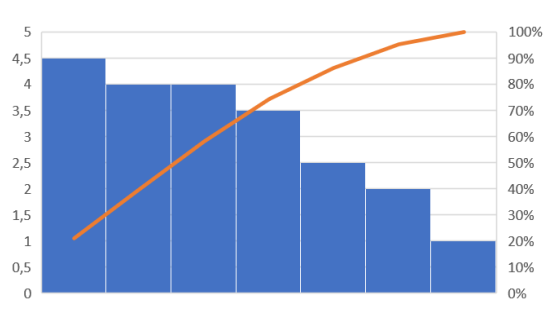


Gráfico 2-2. Diagrama de Pareto

Realizado por: Los autores, 2022

2.2.4. Análisis de Criticidad

Según (García, 2017, p. 115), el AC jerarquiza las áreas y equipos a través de los cuales se debe realizar un estudio tomando en cuenta el proceso que realiza, con el fin de establecer decisiones sobre en qué equipo hacer énfasis.

Para poder realizar el AC se debe seguir los siguientes pasos:

- Identificar los equipos de estudio.
- Definir la meta y objetivo de estudio.
- Elegir el personal a interrogar.
- Reunir y avalar datos.
- Establecer la lista de equipos.

Aplicado así el AC, este estudio puede ser utilizado para fines como:

- Definir disposiciones de trabajo de producción y mantenimiento.
- Implementar el mantenimiento en sistemas más críticos.
- Realizar un Mantenimiento Basado en Condición.
- Prevaler planes de inversión.
- Generar constancia en la Gestión de mantenimiento.
- Establecer repuestos y materiales en stock.

Según (Lozada, 2017, p. 20), La criticidad se obtiene mediante el producto de la frecuencia y consecuencia del fallo, como se puede apreciar en la ecuación:

$$Criticidad = FF * C \quad (1)$$

Donde:

- FF= Frecuencia de ocurrencia del fallo
- C= Consecuencia o severidad del fallo

Para determinar el valor de la consecuencia se puede obtener a través de ciertos criterios que se presentan a continuación en la siguiente fórmula:

$$C = [(PI * FO) + CM + Isp + SHA + Ia + Tpr] \quad (2)$$

Donde:

- C= Consecuencia
- PI= Impacto Operacional
- CM= Costo de reparación
- SHA= Impacto de seguridad personal
- Isp= Impacto en la satisfacción al cliente
- Ia= Impacto ambiental
- Tpr= Tiempo promedio para reparación

2.2.5. Ciclo PDCA de Deming

Según (Isniah, Purba y Debora, 2020, pp. 72-74), el ciclo de Deming es una metodología principal para ayudar a inspeccionar y optimizar el proceso productivo, que sigue cuatro etapas para mejorar el proceso empresarial.

Las cuatro etapas que consiste la metodología PDCA se indican a continuación:

2.2.5.1. Plan (Planificar)

Esta etapa reside en establecer claramente los objetivos y procedimientos que se llevarán a cabo para llegar a tener resultados. Definiendo claramente mediante indicadores como se está llevando a cabo el proceso, tomando en consideración:

- Información del proceso productivo
- Información técnica de los equipos
- Indicadores de gestión

2.2.5.2. Do (Hacer)

Donde se ejecuta las acciones mediante una planificación para poder llegar a soluciones establecidas, parte la cual se ejecuta mediante:

- Conversaciones con los operarios de lo que se va a tratar
- Análisis y procesamiento de datos a tratar
- Cumplimiento de un plan de acción

2.2.5.3. Check (Verificar)

En esta etapa se verifica que las etapas anteriores han sido aplicadas y valoradas de acuerdo con lo establecido mediante sus planes de acción. Valorando mediante un cierto procedimiento como:

- Auditorías internas
- Encuestas al personal de trabajo
- Examen de interés
- Evaluación por la parte administrativa de la empresa

2.2.5.4. Act (Actuar)

En esta última etapa se establecen decisiones para obtener mejoras en los resultados, corregir defectos o establecer nuevos planes que establezcan mejoras a la parte errónea. Estableciendo medidas como:

- No conformidades
- Decisiones por medio la parte de gerencia

La siguiente ilustración muestra el ciclo de Deming fundamentada en base a la Norma ISO 14001:2015.



Gráfico 3-2. Ciclo de Deming (PDCA)

Fuente: Organización Internacional de Normalización, 2015

2.2.6. Indicadores de Gestión

2.2.6.1. Eficiencia

Según (Gutiérrez y de la Vara, 2013, p. 7), la eficiencia hace referencia a la relación entre el resultado alcanzado y los recursos empleados durante el proceso productivo, y se enfoca en hacer bien el trabajo a través de la optimización de los recursos disponibles.

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ operativo}{Tiempo\ planeado\ de\ producción} \quad (3)$$

2.2.6.2. Eficacia

Según (Gutiérrez, 2010, p. 21), la eficacia expresa el grado en el que se realizan los objetivos planeados y se alcanzan los resultados previstos, se obtiene incremento en este indicador cuando se atiende mejoras en el proceso productivo.

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Producción\ estándar} \quad (4)$$

2.2.6.3. Productividad

Según (Miño y otros, 2016, p. 67), la productividad puede ser medida a través de la relación de producto o servicio generado con los recursos utilizados o insumos.

Por su parte (Heizer y Render, 2009, p. 14), indica que para mejorar la productividad se puede lograr a través de una reducción en la entrada (mano de obra, capital, tiempo, horas de trabajo, etc.) mientras la salida permanece constante, o también con un aumento en la salida mientras que la entrada permanece constante.

$$Productividad = \frac{Producto\ (bienes\ o\ servicios\ producidos)}{Insumo\ (todos\ los\ recursos\ utilizados)} \quad (5)$$

$$Productividad = Eficiencia * Eficacia \quad (6)$$

2.2.7. Metodología de las 5S's

Según (Castellanos, Sarabia, Cano e Islas, 2016, p. 59), las 5S's es un principio fundamental para optimizar el proceso laboral y lograr que el puesto de trabajo sea un lugar de confort para el operario. Esta metodología logra incrementar la producción y competitividad mediante la destitución de desperdicios, tiempos y generando mayor rentabilidad.

Por su parte (Hernández y otros, 2014, p. 108), manifiesta que pese a ser una metodología conocida en la industria manufacturera, no se aplica debido a que la cultura de las personas no genera constancia al utilizar esta metodología, es decir, las organizaciones industriales solamente se

acatan a ciertos aspectos de las 5S sin concientizar su existencia como una herramienta formal de mejora continua.

Esta herramienta de mejora continua se clasifica en sus diversas etapas que son:

2.2.7.1. Seiri (Clasificación)

En esta etapa se desaloja los elementos inservibles que originan desperdicios, por lo que esta S separa lo esencial y no esencial, obteniendo resultados visibles como son:

- Liberación de espacio en el sitio de trabajo
- Mayor seguridad en el sitio de trabajo
- Mejor visualización del puesto de trabajo

2.2.7.2. Seiton (Orden)

En esta S se logra obtener todos los elementos y herramientas visibles en el sitio de trabajo, por lo que se organiza el puesto de trabajo de mejor manera, los elementos que más uso tienen se ubican cerca del operario, los elementos de uso ocasional deberán estar almacenadas en bodega, obteniendo resultados como:

- No se tiene bloqueo en pasillos
- Los elementos necesarios están localizados en un espacio adecuado
- Implementación de estanterías para herramientas u elementos

2.2.7.3. Seiso (Limpieza)

Se elimina aquí las causas a través de la cual se genera la basura y desperdicios, mediante esta limpieza, se realiza inspecciones visuales de los pequeños fallos que puede tener el equipo de trabajo o elemento con el cual el operario este realizando su trabajo, el seiso refleja resultados como:

- Disminución del número de desperfectos
- Aumento de la vida útil del equipo de trabajo

2.2.7.4. Seiketsu (Estandarización)

Seiketsu es un estándar representado que se puede encontrar mediante indicadores ilustrativos o físicos que sea fácil de observar. Por lo que la entidad de trabajo debe diseñar el área de trabajo para brindar un ambiente saludable e higiénicos al desarrollar sus funciones, obteniendo bienestar personal. Se logra resultados como:

- Manuales de estandarización para operarios y de instrucción
- Tener acciones correctivas frente a eventos anormales

2.2.7.5. *Shitsuke (Disciplina)*

Es el mandato y control personal que se logra mediante una capacitación hacia las personas que se tendrá como objeto lograr la disciplina, logrando establecer un hábito las actividades a realizar para el orden y limpieza en su medio laboral. El cual muestra resultados como:

- Establecer ejemplo de normas establecidas
- Proporcionar condiciones para verificar el cumplimiento de lo establecido
- Crear conciencia de respeto a políticas de la empresa

La siguiente tabla muestra la estructura de la metodología de las 5S's:

Tabla 1-2: Estructura principal de las 5S's

METODOLOGÍA DE LAS 5S's	
CON EL OPERARIO	Seiri (Clasificación)
	Seiton (orden)
	Seiso (Limpieza)
CON LA ORGANIZACIÓN	Seiketsu (Estandarización)
	Shitsuke (Disciplina)

Realizado por: Los autores, 2022

2.2.8. *Introducción al TPM*

2.2.8.1. *Aspectos del TPM*

Según (Llontop, 2018, p. 30), el TPM es una técnica de mejora continua que se utiliza en organizaciones que preservan el mantenimiento, logrando aspectos como:

- 1) Participación de todo el personal: donde se incluye a todos los departamentos o áreas de la organización con el fin de establecer la colaboración principal entre el personal de producción y mantenimiento.
- 2) Eficacia Total: Tratando de lograr el máximo rendimiento de los equipos e instalaciones.
- 3) Sistema de Gestión de Mantenimiento: El cuál prevalece y acude al mantenimiento, logrando un mantenimiento de calidad, documentado y en el menor tiempo posible.

2.2.8.2. *Objetivos del TPM*

Según (Boero, 2020, p. 83), el TPM tiene como objeto principal reducir averías e imprevistos de los equipos, para obtener una mejora en la calidad de los procesos, logrando la optimización continua de los recursos del proceso productivo a través de la participación de todos los miembros de la empresa.

Según (García, 2012, p. 101), los objetivos que se plantea la metodología del TPM son los siguientes:

- 1) Incrementar la mejora de la eficiencia y eficacia del mantenimiento de los equipos para el incremento de la productividad.
- 2) Buscar la gestión eficaz del equipo a través de la prevención o reducción de averías, defectos y pérdidas en el proceso.
- 3) Involucrar al personal de producción para la cooperación de tareas de mantenimiento.
- 4) Capacitar continuamente al personal involucrado.
- 5) Aumentar la fiabilidad y disponibilidad de los equipos de producción.

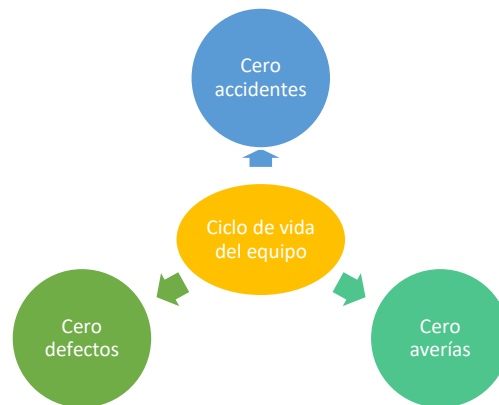


Gráfico 4-2. Mejoras en el ciclo de vida del equipo

Fuente: Llontop, 2018

2.2.8.3. Fases del TPM

Según (Llontop, 2018, pp. 46-53), el desarrollo de un programa TPM está dado de tres fases las cuales se detallan a continuación:

- 1) Preparación
- 2) Implementación
- 3) Consolidación

Estas fases se desglosan en 12 etapas, las cuales están conformadas desde la toma de decisión de implantar un programa TPM en una organización, hasta la consolidación del TPM.

Fase 1 – Preparación

- Etapa 1: Decisión de aplicar el TPM en la empresa
Los miembros de la organización publican la decisión de implantar el TPM por medio de boletines, reuniones internas, etc.
- Etapa 2: Información sobre el TPM
Se realiza socializaciones a todos los niveles para dar una introducción al TPM.
- Etapa 3: Estructura promocional del TPM
Se realiza la conformación de grupos especiales para llevar a cabo el TPM, se promueve a la creación de un departamento de TPM.

- Etapa 4: Objetivos y políticas básicas del TPM
Se realiza un análisis de las reglas ya existentes, estableciendo objetivos que generen posibles resultados.
- Etapa 5: Plan maestro del desarrollo del TPM
Se realiza planes con actividades que se van a ejecutar y el tiempo que conllevará cada actividad.
- Etapa 6: Arranque formal del TPM
Promueve a ejecutar el TPM invitando a miembros externos de la empresa como: clientes, proveedores y organizaciones relacionadas.

Fase 2 – Implantación

- Etapa 7: Mejorar la efectividad del equipo
Optar por equipos para realizar el análisis de las causas y efectos con sus desgastes crónicos, para poder actuar.
- Etapa 8: Desarrollar un programa de mantenimiento
El cual inculca a los operadores de las máquinas a realizar actividades de mantenimiento con programas simples y una formación exclusiva.
- Etapa 9: Desarrollar un programa de mantenimiento planificado
El cual asocia el mantenimiento periódico, correctivo y predictivo.
- Etapa 10: Formación para elevar capacidades de operación y mantenimiento
Capacitar a los líderes de cada conjunto que darán instrucciones a sus miembros después.
- Etapa 11: Gestión temprana de equipos
Realizar el diseño y fabricación de máquinas que tengan alta mantenibilidad y fiabilidad.

Fase 3 – Consolidación

- Etapa 12: Consolidación del TPM y elevación de las metas
Inculca a mantener la disciplina en los resultados obtenidos, mediante programas de mejora continua que estén enfocados mediante el seguimiento del ciclo PDCA de Deming.

2.2.8.4. El TPM como herramienta para mejorar la productividad

Según (López, 2009, pp. 14-15), El TPM busca mejorar la productividad mediante la involucración de todo el personal de la organización, creando un sistema empresarial que aumente la eficiencia del sistema productivo, formando un método que mitigue todas las pérdidas operacionales existentes en la empresa, incorporando cero fallos, cero accidentes y cero defectos en la vida útil del proceso productivo.

2.2.8.5. El TPM como herramienta para mejorar la calidad del proceso

Según (López, 2009, p. 18), Al mejorar el rendimiento de las máquinas y mitigar los desperdicios que produzcan las mismas, se mejora el rendimiento de los equipos, usando de manera correcta su capacidad instalada. Al maximizar su capacidad instalada por medio del mantenimiento se aumenta de manera eficaz la productividad de la maquinaria, cumpliendo así, con la optimización de la calidad del proceso.

2.2.8.6. Pilares del TPM

Según (Llontop, 2018, pp. 36-37), las actividades que se realizan en el TPM se denominan pilares, incluir un plan de trabajo de ocho pilares que da lugar a un incremento de la productividad controlando el mantenimiento, reduciendo costos por mantenimiento, y lo referente a las micro paradas.

Los ocho pilares que implanta el TPM son:

- Pilar 1 – Mantenimiento preventivo

Según (Rodríguez, 2012, pp. 88-93), este pilar tiene como fin realizar un estándar de tareas para mantenimiento, mejorando la comunicación entre departamentos de la empresa; estableciendo de esta manera todas las actividades preventivas en los intervalos de tiempo especificados para de esta manera lograr que todas las actividades se ejecuten de manera correcta.

Las tareas de mantenimiento preventivo están encaminadas a formar la planificación del mantenimiento mediante programas maestros de mantenimiento preventivo donde se detalla toda la información necesaria para poder realizar las actividades como: cronogramas, registros de asistencias, personal a participar, repuestos, insumos, máquinas, etc.

Efectuar informes con la finalidad de controlar los gastos y recursos de actividades de mantenimiento, el cual resulta de gran ayuda para gerencia saber cuál es el presupuesto que debe disponer la empresa para ejecutar actividades de mantenimiento. Este pilar también busca la creación de bitácoras de mantenimiento con la finalidad de tener un historial de las acciones de mantenimiento y poder establecer a futuro nuevos planes. Parte importante es detallar gammas, ordenes o manuales de lubricación para un mejor funcionamiento y durabilidad de los equipos.

- Pilar 2 – Mejora focalizada

Con el fin de establecer métodos de mejora continua tanto en áreas como en las máquinas a realizar mantenimiento, se busca mejorar:

- La eficacia de los equipos mediante la reducción de las seis grandes pérdidas.
- Mejores circunstancias óptimas de los equipos de trabajo.

- Evadir criterios a los posibles problemas, olvidándose del “Yo creo que”, metas las cuales están alcanzadas en base a:
 - Elección del sistema del equipo.
 - Definir metas.
 - Procesos de mejora por medio de instrucciones, evaluaciones y diagnósticos.
 - Estandarización y control de resultados.
 - Sistemas aplicables a los demás equipos.

- **Pilar 3 – Mantenimiento planificado**

El mantenimiento planeado busca como pilar del TPM, realizar mejoras a través de mejoras, disminución del costo de ciclo de vida, por medio de la eliminación de problemas.

También, busca hacer posible la adquisición de nuevos equipos que tengan mayor confiabilidad, mantenibilidad, economía y operabilidad.

- **Pilar 4 – Educación, capacitación y liderazgo**

Con el fin de establecer compromiso y perseverancia, este pilar busca la inducción a operadores, personal de mantenimiento e ingenieros de producción para poder alcanzar:

- Operadores: Personal que logre realizar actividades de limpieza, lubricación inspección y ajuste.
- Personal de mantenimiento: Personal que realice actividades mediante análisis de ocurrencias.
- Ingenieros de producción: Con el objeto de realizar evaluaciones, revisiones y planear la ejecución de equipos con poca acción de intervención y alta mantenibilidad.

- **Pilar 5 – Mejoramiento de la calidad**

Este pilar busca mantener la calidad máxima del producto para una mejor satisfacción al cliente, este pilar busca eliminar las no conformidades, estableciendo evaluaciones de las condiciones operativas del producto; indicadores que cuantifiquen la intervención de los operarios, personal de mantenimiento, ingeniería y marketing; cartas de control que cuantifiquen la calidad del producto según las necesidades del cliente.

- **Pilar 6 – Control Inicial**

Mejora en focalizada la cual busca realizar implementaciones como cuadros de gestión visual en depósitos; aumento de reuniones, tarjetas Kanban para materia prima, herramientas, materiales en uso y repuestos; un JIT para área de compras, materiales y oficinas, y las 5S's en las áreas de administración.

- **Pilar 7 – Medio ambiente, seguridad e higiene**

Pilar que busca la creación de un puesto de trabajo seguro y un área donde no sea deteriorada por el proceso, con el fin de establecer una mejora, este busca:

- Realizar estandarizaciones para el operario y proceso
- Acciones para lograr cero accidentes
- Políticas para prevenir los accidentes
- Evaluar costos de accidentes

- **Pilar 8 – Mantenimiento autónomo**

Este pilar está dirigido al operario y detalla las actividades de operación y manutención del equipo, este pilar tiene por objeto prevenir contaminaciones por agentes externos, fracturas y roturas de piezas y errores de manipulación, todo esto con mediante la inducción al operario en limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

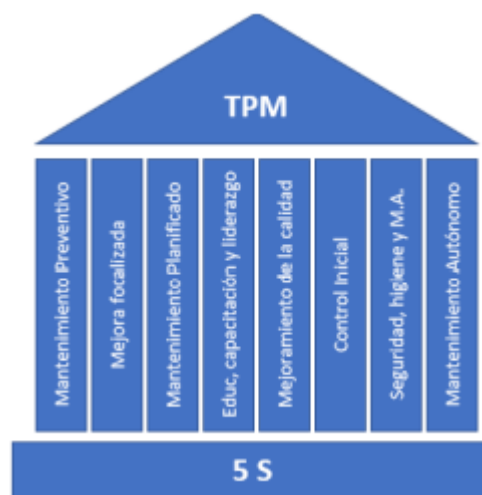


Gráfico 5-2. Los ocho pilares fundamentales del TPM

Fuente: Jian Meng, 2013

2.2.8.7. *Eficiencia Global del Equipo (OEE)*

Es uno de los indicadores en la industria de clase mundial que forma parte del TPM (Mantenimiento Productivo Total).

Según (Montero y otros, 2013, pp. 30-35), es la medida que transmite que tan bien funciona un equipo en comparación con todo su potencial, analiza directamente el rendimiento obtenido del equipo durante el proceso productivo. Evalúa tres índices de forma simultánea que son la disponibilidad del equipo, rendimiento operativo y calidad del proceso.

El OEE mide la efectividad de los equipos y líneas mediante un porcentaje, que se calcula a través del producto de tres elementos que se relacionan a cualquier proceso productivo, como expresa la siguiente ecuación:

$$OEE = DO * RO * CP \quad (7)$$

Donde:

- **DO:** Disponibilidad operativa
- **RO:** Rendimiento operativo
- **CP:** Calidad del proceso

- **Disponibilidad Operativa (DO)**

Hace referencia a la tasa de disponibilidad del equipo que depende de la confiabilidad y mantenibilidad, y se expresa como el porcentaje de tiempo en el que el equipo está realmente funcionando con relación al tiempo previsto para la producción.

$$DO(\%) = \frac{\text{Tiempo operativo}}{\text{Tiempo disponible}} \quad (8)$$

- **Rendimiento Operativo (RO)**

Representa el porcentaje de producción real del equipo, frente a la producción nominal *o potencial* a la velocidad diseñada del equipo durante un determinado período de tiempo.

$$RO(\%) = \frac{\text{Tiempo operativo neto}}{\text{Tiempo operativo}} \quad (9)$$

- **Calidad del proceso (CP)**

Expresa aquel porcentaje entre la cantidad de producto conforme y la cantidad total de productos generados.

$$CP(\%) = \frac{\text{Cantidad de unidades conformes}}{\text{Cantidad total de unidades producidas}} \quad (10)$$

Según (Montero y otros, 2013, pp. 27-30), el OEE analiza y califica diversos tipos de pérdidas que se pueden generar en el proceso productivo, a lo que la filosofía del TPM define como “Las Seis Grandes Pérdidas”, mencionadas pérdidas tienen impacto sobre la baja disponibilidad de los equipos, rendimiento operativo y calidad del proceso dentro del entorno de producción. A continuación, se describe cada de una de ellas.

Reducción de la disponibilidad

La pérdida generalizada dentro del ámbito disponibilidad es la pérdida de tiempo, la cual expresa aquel período en el que el equipo debería haber estado produciendo, pero no lo ha logrado hacer.

- *Averías (Primera pérdida)*: Surge de un inesperado fallo o avería que genera una pérdida en el tiempo de producción, la causa de esta pérdida puede ser técnica u organizativa y la consecuencia puede ser la parada de función (indisponibilidad inmediata del equipo) o la reducción de función (operación con un ritmo menor que el proyectado).

- *Esperas (Segunda pérdida)*: Las esperas también reducen el tiempo de producción, y generalmente se dan por cambio de modelo o producto, reposiciones, set up, ajustes menores, mantenimiento o por paros para comidas y necesidades personales.

Reducción del rendimiento

Se encuentra relacionado a la pérdida de velocidad, lo que comprende que el equipo está funcionando, pero no lo hace a su velocidad de diseño.

- *Micro paradas (Tercera pérdida)*: Afectan de forma drástica a la efectividad del equipo debido a que el trabajo a velocidad constante se ve interrumpido por micro paradas que tienen una duración de pocos minutos, sin embargo, son repetitivas durante la jornada laboral y generan una pérdida de tiempo significativa.

- *Velocidad reducida (Cuarta pérdida)*: Es aquella diferencia entre la velocidad fijada actualmente y la velocidad de diseño, por lo tanto, no se estaría optimizando el recurso lo suficiente.

Pérdidas de calidad en el proceso

Se considera una disminución en la calidad cuando los equipos fabrican productos defectuosos, es decir, que no se ajusten a los estándares solicitados.

- *Defectos (Quinta pérdida)*: Es todo aquel volumen de producción que no cumple con los parámetros de calidad especificado, lo que termina afectando a la rentabilidad de la empresa.

- *Retrabajos o reprocesos (Sexta pérdida)*: Se lleva a cabo reprocesos cuando los productos no cumplen con los requisitos de calidad.

La siguiente figura ilustra los diferentes tipos de pérdidas mencionadas y la forma de aparición con respecto al tiempo conforme se desarrolla el proceso productivo, estas pérdidas involucran a todas las áreas de la organización.

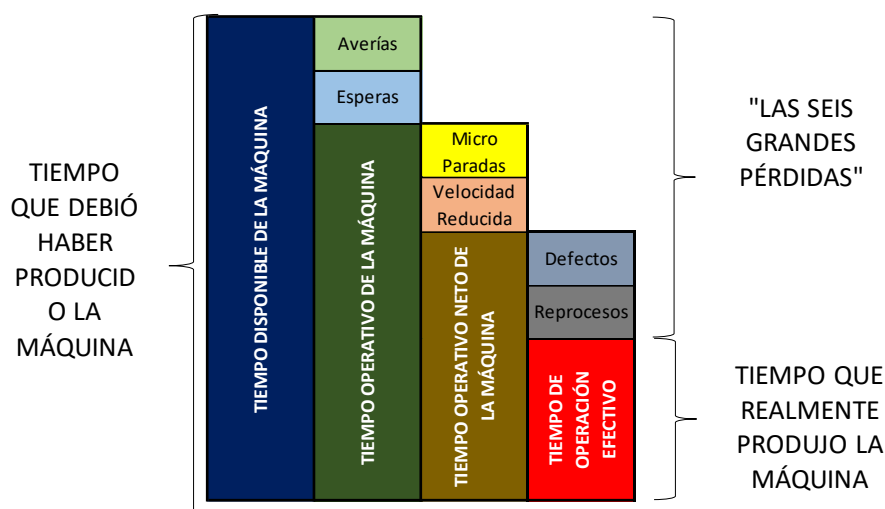


Gráfico 6-2. Esquema de conformación de tiempos de acuerdo con las pérdidas

Fuente: Montero y otros, 2013

2.2.8.8. Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE)

También conocido como AMEF por sus siglas en inglés (Failure Mode Effect Analysis); según (Lozada, 2017, p. 18) indica que el AMFE o AMEF representa un proceso sistematizado para identificar fallas potenciales presentes en el diseño de un producto o de un proceso antes que estas se susciten, con la finalidad de mitigar el riesgo asociado.

Es utilizado para poder reconocer y evaluar fallas potenciales y sus efectos, determinar acciones que logren atenuar la posibilidad de falla, analizar la confiabilidad del sistema y así mismo, documentar los hallazgos producto del análisis; la herramienta AMFE puede aplicarse a:

- **Productos o Maquinaria**

Consiste en la detección de posibles fallas en el diseño y/o funcionamiento de un producto o maquinaria, respectivamente, incrementando las probabilidades de anticiparse a los efectos que pueden llegar a tener en el usuario, el equipo o en el proceso de producción.

- **Procesos**

Permite detectar posibles fallas en las etapas de producción, aumentando las probabilidades de anticiparse a los efectos que puedan llegar a tener en etapas posteriores de cada proceso.

- **Otros**

El AMFE puede aplicarse a cualquier proceso en general en el que se pretendan identificar, clasificar y prevenir fallas mediante el análisis de sus efectos, y cuyas causas deban documentarse.

Para el caso de estudio se emplea la norma (NTP 679, 2004), que expone esta herramienta (AMFE) de modo eficaz el cuál a través de un indicador denominado Índice de Prioridad de Riesgo (IPR),

que indica los elementos o partes que están más expuestos a tener fallo en el equipo, generalmente un IPR menor a 100 indica que no es necesario la intervención de mantenimiento, a excepción que el mantenimiento fuera sencillo de realizar, dicho índice utiliza criterios a tomar en cuenta que son:

- Detectabilidad que puede tener el fallo (D)
- Gravedad que puede tener la ocurrencia (G)
- Frecuencia con la que puede suceder (F)

Obteniendo mediante su multiplicación el IPR como se muestra en la siguiente fórmula:

$$IPR = D * G * F \quad (11)$$

2.3. Definición de conceptos

2.3.1. Proceso

Un proceso de fabricación es el conjunto de tareas a las que se somete a un material o materiales desde que se da la orden de la fabricación hasta que se sirve al cliente (interno o externo). (Cruelles, 2017, p. 11)

2.3.2. Optimización de procesos

Su propósito es reducir las pérdidas de tiempos y de recursos, gastos innecesarios, obstáculos y errores, con la finalidad de hacer sus procesos más eficientes y eficaces. (Gutiérrez y de la Vara, 2013, p. 11)

2.3.3. Productividad

La productividad se la define como la relación que existe entre la cantidad producida y la cuantía de los recursos empleados para obtenerla (Velasco, 2014, p. 53)

2.3.4. Indicador

Es una escala numérica que expresa el desempeño o comportamiento de un proceso referenciado en variables cuantitativas o cualitativas, que al momento de compararse con un nivel de referencia permite detectar desviaciones ya sean positivas o negativas. (Montero y otros, 2013, p. 11)

2.3.5. Confiabilidad

Es considerado como un parámetro estadístico que expresa la probabilidad de que equipos, sistemas, maquinarias y productos cumplan las funciones para las que fueron diseñados en circunstancias y tiempos establecidos, sin llegar fallar. (Gallara y Pontelli, 2020, p. 144)

2.3.6. Mantenibilidad

Se entiende como mantenibilidad a la capacidad de un producto, sistema o equipo de ser atendido con tareas de mantenimiento de acuerdo con procedimientos y recursos establecidos; conforme disminuya el MTTR la mejora de mantenibilidad será significativa. (Villanueva, 2016)

2.3.7. Avería

Consiste en el estado caracterizado de la máquina o equipo por su incapacidad para realizar la función requerida en el proceso. (PROPYMES, 2014, p. 3)

2.3.8. Fallo

Es considerado aquel evento que hace cesar la funcionalidad requerida por el equipamiento y detiene al instante el proceso productivo. (PROPYMES, 2014, p. 3)

2.3.9. Inspección

Consiste en un análisis exhaustivo del funcionamiento y operación de los equipos, con la finalidad de poder determinar su estado físico y las posibilidades de falla antes que se puedan presentar y afectar al proceso productivo a través de la parada del sistema. (García, 2012, p. 41)

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo de Estudio

El presente proyecto es de tipo técnico debido a que se ejecutaron los parámetros necesarios para desarrollar un Plan de Gestión de Mantenimiento en la línea de producción automática de paneles de resortes de la empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A., a través de métodos, técnicas y herramientas de mejora continua con la finalidad de optimizar el proceso productivo.

3.2. Tipo de Investigación

Para el desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento se aplicó investigación de tipo:

- **Histórica:** Se empleó datos históricos de registros de acciones de mantenimiento como apoyo para evaluar indicadores de frecuencia y gravedad de los modos, causas y efectos de fallos de las máquinas de la línea, indicadores que forman parte de un AMFE (Análisis Modal de Fallos y Efectos) que permite establecer acciones correctivas y tareas de mantenimiento preventivo.
- **Descriptiva:** Se detalló los tipos de paneles (subproductos) que se producen y las líneas de producción del área de paneles donde se encuentra la línea objeto de estudio.

Asimismo, fue posible realizar un análisis y selección de la máquina piloto (la más crítica de la línea) a través de una jerarquización de máquinas empleando un AC (Análisis de Criticidad) con la colaboración de los operadores debido a su experiencia en las máquinas, con la finalidad de desarrollar un Plan de Mantenimiento flexible que sea proyectado a las otras máquinas de la línea, puesto que son de características similares (mismo fabricante, modelo y lote de producción).

- **Investigación de campo:** Se realizó el levantamiento de información de manera directa a través bitácoras de seguimiento de las máquinas para la toma de tiempos de reparación de fallos, registro de desperdicios, actividades que generan esperas, etc. Con el propósito de realizar un diagnóstico inicial del puesto de trabajo de la máquina piloto.

3.3. Metodología

- **Analítico:** Se consideró el método analítico en virtud que se partió con la asimilación de cada actividad, proceso y recurso que intervienen en el proceso productivo para desintegrar y determinar las causas raíz de los paros frecuentes de las máquinas durante el proceso productivo a través de herramientas de gestión de calidad, de tal forma que con base a las

causas potenciales identificadas se establezcan metodologías y técnicas para contrarrestar la problemática.

- **Inductivo:** El método inductivo intervino una vez que se seleccionó la máquina piloto para realizar una observación objetiva y particular de la máquina y los componentes que son más susceptibles a fallos y desgastes, con el propósito de desarrollar un Plan de Mantenimiento flexible que sea proyectado a las otras máquinas de la línea.

3.4. Proceso Metodológico

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se ejecutaron las siguientes etapas:



Gráfico 1-3. Proceso metodológico

Realizado por: Autores, 2022

3.4.1. Generalidades de la Empresa

3.4.1.1. Reseña histórica

Productos Paraíso del Ecuador S.A. es una empresa ecuatoriana que inició sus actividades en 1973 en la localidad de Tambillo Panamericana Sur Km. 25 con el diseño, fabricación y comercialización de colchones y espuma de poliuretano, posteriormente, en el año 1988 se incorporó al negocio nuevos productos, lo que implicó la construcción de nuevas naves industriales, incursionándose así, en la industria del polietileno con la manufactura y distribución de empaques flexibles plásticos, lo que permitió la apertura y expansión de mercados a nivel nacional e internacional. (Paraíso, 2017)

La División Poliuretano – Colchones de la empresa con la finalidad de obtener un proceso más eficiente y eficaz, y al mismo tiempo ser más competitivos en el mercado en base a sus costos de producción, ha incorporado nuevas tecnologías al área de producción de paneles como son las máquinas denominadas “Transfer”, conformándose así, la “línea de producción automática de paneles de resortes”. Es importante señalar que el panel de resortes tipo “bonell” es el subproducto base para la obtención de colchones de resortes de gama media, que representa los productos de mayor demanda para esta División de la empresa.

3.4.1.2. Ubicación de la empresa

Productos Paraíso del Ecuador S.A. geográficamente se encuentra localizada en la Provincia Pichincha, Cantón Mejía, Parroquia Tambillo, en la vía Panamericana Sur Km. 25 como se indica en la Figura 1-3.

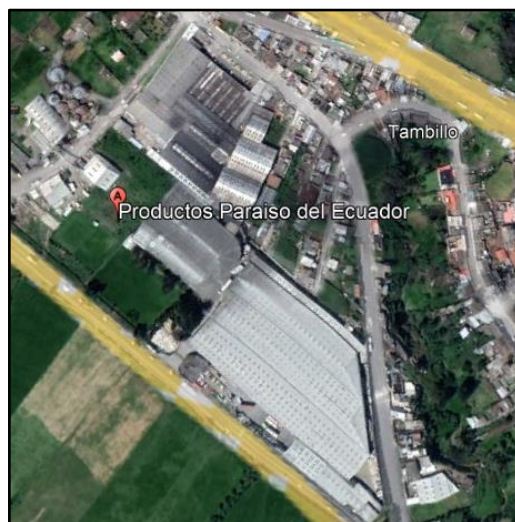


Figura 1-3. Ubicación de la empresa

Fuente: Google Heart, 2022

Área de paneles – Línea de
Producción Automática



Figura 2-3. Instalaciones de la empresa

Fuente: Paraíso, 2017

3.4.1.3. Misión

Producir y comercializar productos para el descanso de las personas; y empaques plásticos, con altos estándares de calidad, cubriendo la demanda del mercado de manera oportuna, ágil y eficiente a través de un equipo de profesionales altamente calificados, comprometidos con la empresa y el país, manteniendo un buen ambiente laboral. (Paraíso, 2017)

3.4.1.4. Visión

Ser líder a nivel nacional e internacional de los productos elaborados, incrementando constantemente la participación en el mercado; utilizando tecnología de punta en todos los 3 procesos para alcanzar la excelencia en calidad y bienestar de nuestros clientes implementando sistemas eficaces de planificación y control de la producción. (Paraíso, 2017)

3.4.1.5. Organigrama Estructural de la División Poliuretano – Colchones

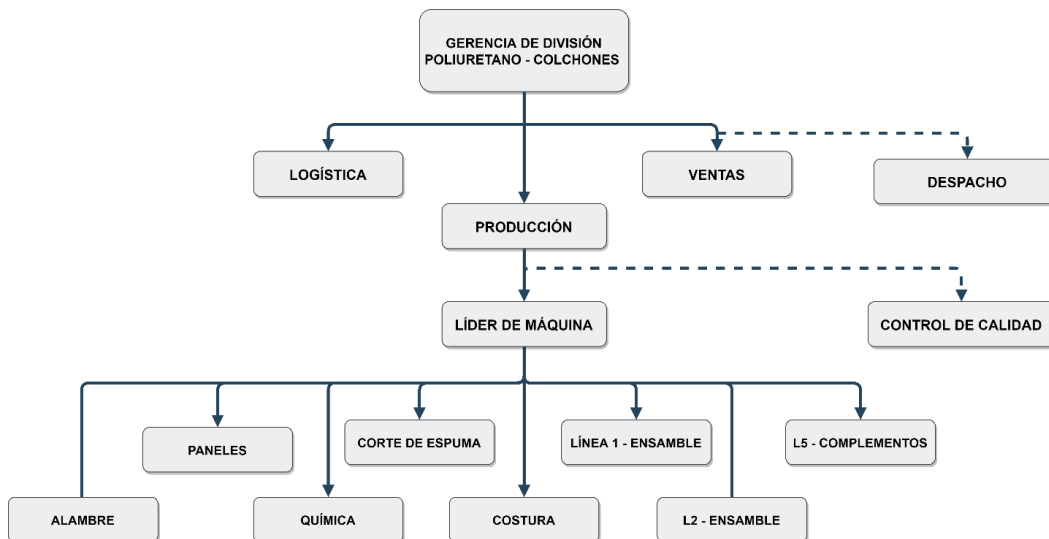


Gráfico 2-3. Organigrama Estructural de la División Poliuretano – Colchones

Fuente: Productos Paraíso del Ecuador S.A.

Realizado por: Autores, 2022

3.4.2. Descripción del área y línea de producción objeto de estudio

3.4.2.1. Subproductos del área de producción de paneles

El área de producción de paneles de resortes de la División Poliuretano – Colchones, de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A., elabora paneles de dos tipos de resortes, de tipo “bonell” y “pocket”; cada uno es utilizado para diferentes tipos de colchones, siendo el primero, el subproducto que representa mayor demanda de mercado para la empresa, por lo que requiere de un enfoque prioritario de mejoras en su proceso productivo, de tal forma que se permita el ensamblaje de colchones de manera efectiva, con la finalidad de que se optimicen los recursos y se logren cumplir los objetivos establecidos.

La empresa fabrica sus paneles de resortes cumpliendo los estándares de producción e inspección de colchones de uso doméstico en base a la norma NTE INEN 2035.

En la Figura 3-3. se presentan los paneles según el tipo de resorte (subproducto) que elabora Productos Paraíso del Ecuador S.A.

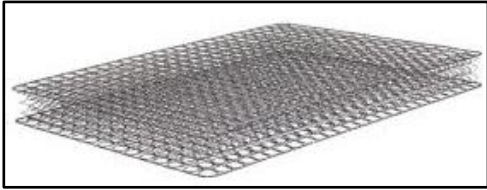

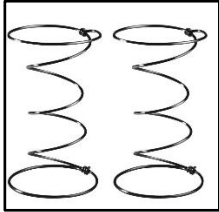

PANEL DE RESORTE TIPO “BONELL”	PANEL DE RESORTE TIPO “POCKET”
	
	

Figura 3-3. Paneles según el tipo de resorte



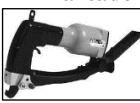

Fuente: Productos Paraíso del Ecuador S.A.

Realizado por: Autores, 2022

3.4.2.2. Líneas de producción del área de paneles

Identificar las líneas de producción que intervienen dentro del proceso productivo del área permite conocer el tipo de subproducto que procesa, su objetivo, sus operadores y las máquinas e insumos que se emplean.

Tabla 1-3: Líneas de producción del área de producción de paneles de resortes

SUB-PRODUCTO	Líneas de producción	OBJETIVO	PERSONAL	MÁQUINAS-INSUMOS
Panel de resortes internos tipo “ Bonell”	Automática 	Producir resortes y ensamblarlos automáticamente	3 por turno (Diurno y Nocturno)	<ul style="list-style-type: none"> 6 Máquinas Transfer Alambre
	Ensamble manual 	Ensamblar resortes manualmente	6 en un sólo turno (Diurno)	<ul style="list-style-type: none"> 6 Máquinas ensambladoras Alambre Resortes
	Enmarcado 	Colocar marco en el panel	6 por turno (Diurno y Nocturno)	<ul style="list-style-type: none"> 6 Pistolas neumáticas Grapas Marcos de acero
Paneles de resortes internos tipo “ Pocket”	Paneles R. Pocket 	Producir resortes ensacados y ensamblarlos	2 en un sólo turno (Diurno)	<ul style="list-style-type: none"> Máquina resortera Máquina de ensamblaje Alambre Tool Pegamento

Realizado por: Autores, 2022

3.4.2.3. Descripción del Proceso Productivo

- **Producción de paneles de resortes internos tipo “bonell”:** El proceso de producción básicamente tiene tres etapas importantes, las cuales se realizan de forma continua a través de una línea de ensamble manual, una línea de producción automática y una de enmarcado.

La línea de producción automática y la de ensamble manual proveen de paneles a la línea de enmarcado de manera simultánea. La primera línea mencionada consiste en el procesamiento de alambre para la obtención de resortes y de manera automática se realiza su ensamble para la conformación del panel, es decir, en la misma máquina (Máquinas Transfer). En la segunda línea, el ensamble de resortes se realiza de manera manual (Máquinas Ensambladoras). Posteriormente se procede al enmarcado de los paneles mediante la colocación del marco de acero, que garantiza la firmeza del panel.

- **Producción de paneles de resortes internos tipo “pocket”:** Los resortes son generados en una máquina resortera y simultáneamente ensacados en bolsas de tol, lo que brinda más firmeza al resorte, posteriormente son transportados de manera manual a la máquina ensambladora, donde son ordenados por filas y ensamblados, conformando un solo elemento que se obtiene como resultado un panel.

3.4.3. Diagnóstico de la situación actual de la línea de producción automática de paneles

3.4.3.1. Aplicación del Ciclo de Deming (PDCA)

La adaptación del Ciclo PDCA inicia con el diagnóstico de la situación actual, planificación del proyecto y su desarrollo que comprenden las etapas de Planear y Hacer que se encuentran en el Capítulo III. Las etapas de Verificar y Actuar se las encuentra en los resultados del Capítulo IV.

- **Plan (Planear):** Esta etapa permite identificar oportunidades de mejora en la línea de producción a través de la utilización de herramientas de gestión de calidad como el diagrama causa – efecto y diagrama de Pareto, con el fin de precisar un problema, sus causas raíz, y determinar las técnicas y herramientas a aplicar.

La planificación del estudio cuenta con dos secciones, el desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento que comprende la implementación de 5S´s como base de la mejora continua con énfasis en el Mantenimiento Autónomo y el desarrollo del Plan de Mantenimiento enfocado en el Mantenimiento Planificado, ambos tipos de mantenimiento pertenecientes a pilares del TPM, esto se puede visualizar en el Plan de Trabajo de la Tabla 2-3.

Se llevará a cabo la implantación de las 5S´s en el transcurso de 4 semanas, los pasos a desarrollarse en la metodología comienzan por un diagnóstico inicial y culminan con la implementación y control final. Las actividades del cronograma se detallan en el **Anexo A**.

- **Do (Hacer):** Comprende el desarrollo del proyecto con actividades como: jerarquización de máquinas (selección de la máquina piloto), evaluación inicial de la misma y de su puesto de trabajo mediante indicadores de gestión, implementación de 5S´s en toda la línea de producción y el desarrollo de un Plan de Mantenimiento flexible para la máquina piloto seleccionada.
- **Check (Verificar):** En esta etapa se verifican los resultados alcanzados mediante la evaluación de la implementación del plan de trabajo de mejora en la máquina piloto y línea de producción. Se evalúa el impacto a través de una valoración del nivel de cumplimiento de la metodología de las 5S´s en la línea, indicadores de gestión del proceso productivo del puesto de trabajo y del indicador de eficiencia global de la máquina piloto (OEE).
- **Act (Actuar):** Abarca la integración de documentación de seguimiento y continuidad de la mejora desarrollada como check list, hojas de control, evaluaciones, etc, con la finalidad de garantizar que los resultados obtenidos perduren en el tiempo, así como también sugerir un plan de posibles medidas de acción para un posterior estudio en la línea, de tal manera que se incurra en el ciclo de mejora continua.

Tabla 2-3: Plan de Trabajo

		PLAN DE TRABAJO		DIVISIÓN:	COLCHONES
				ÁREA:	PANELES
				FECHA DOC:	2021-07-07
EMPRESA:	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	SUPERVISOR:	Ing. Rolando Ramírez		
ELABORADO POR:	Fonseca N., Mejía E.	APROBADO POR:	Ing. Diego Perez		
DEPARTAMENTO:	Producción	PERÍODO:	Mayo-Septiembre		

TÉCNICA	ETAPA	ACCIÓN	RECURSOS	
Gestión de Mantenimiento (Mantenimiento Autónomo - 5S's)	MATERIALES	CLASIFICACIÓN	-Check List	
		ORDEN	-Señalización -Portaherramientas -Depósitos para desechos	
	OPERARIOS	LIMPIEZA	-Elementos de limpieza	
	LÍNEA DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES DE RESORTES	EMPRESA	ESTANDARIZACIÓN	-Tarjetas rojas -Tarjetas verdes -Bitácora de tarjetas -Hojas de procedimiento
			DISCIPLINA	-Auditorías -Check List
		REGISTRAR	ELABORACIÓN DE FORMATOS	-Ficha técnica -Bitácora de seguimiento
MEDIR			DIAGNÓSTICO	-Registro de MTTO -OEE de la máquina
MÁQUINA PILOTO	DEFINIR	PLAN DE MANTENIMIENTO	-Registro de elementos -AMFE -Gamas de MTTO -Ordenes de MTTO Cronograma anual de MTTO	

Realizado por: Autores, 2022

3.4.3.2. Análisis de la problemática

Con base a una entrevista previa realizada al gerente de la División de Poliuretano – Colchones, supervisor del área y operadores de la línea de producción automática de resortes, la misma que se encuentra conformada por 6 máquinas “Transfer” y 3 operadores por turno (diurno y nocturno), se identificaron las siguientes causas de la problemática organizadas en un diagrama Causa - Efecto:

3.4.3.3. Diagrama Causa – Efecto

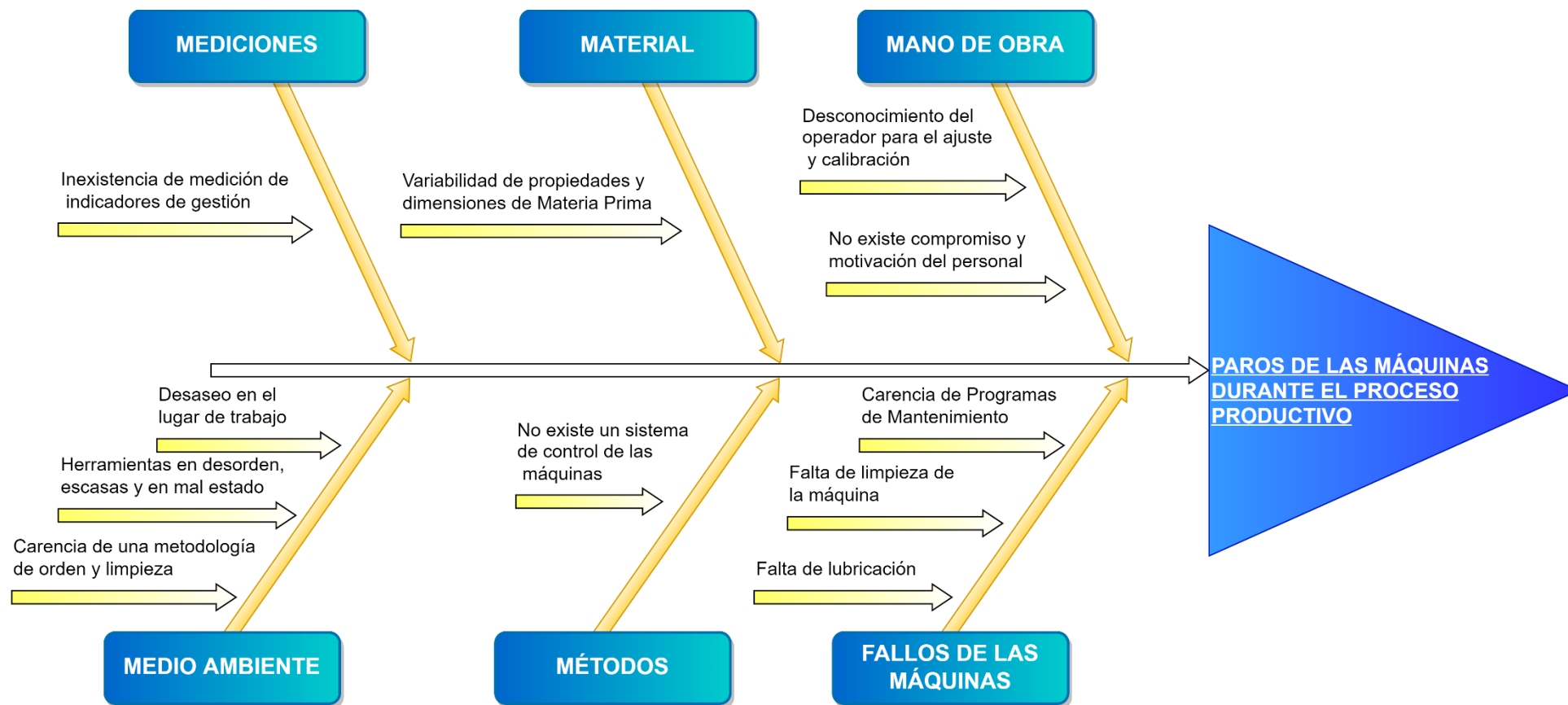


Gráfico 3-3. Diagrama Causa – Efecto

Realizado por: Autores, 2022

3.4.3.4. Priorización de causas

Una vez identificadas las causas principales de la problemática se procede a la priorización de causas a través de la Matriz de Holmes, motivo por el cual se realizó una entrevista a los operarios y al supervisor de la línea para conocer su valoración con respecto a las causas identificadas.

Tabla 3-3: Análisis de priorización de causas – Holmes

CAUSAS		A	B	C	D	E	F	TOTAL	PRIORIDAD
A	Falta de limpieza de la máquina	-	1	0,5	0,5	0,5	0,5	4	Tercero
B	Desconocimiento del operador para el ajuste y calibración	0,5	-	0,5	0	0,5	1	3,5	Cuarto
C	Inexistencia de medición de indicadores de gestión	0,5	0,5	-	0	0,5	0,5	2,5	Quinto
D	Carencia de Programas de Mantenimiento	0,5	1	1	-	0,5	0,5	4,5	Primero
E	Carencia de una metodología de orden y limpieza	0,5	0,5	0,5	0,5	-	1	4	Segundo
F	No existe un sistema de control de las máquinas	0,5	0	0,5	0,5	0	-	2	Sexto

Realizado por: Autores, 2022

Mediante el análisis fue posible priorizar las causas e identificar aquellas que inciden de manera significativa en la problemática, lo que permitirá desarrollar estrategias que logren contrarrestar esas causas principales con base a su grado de importancia.

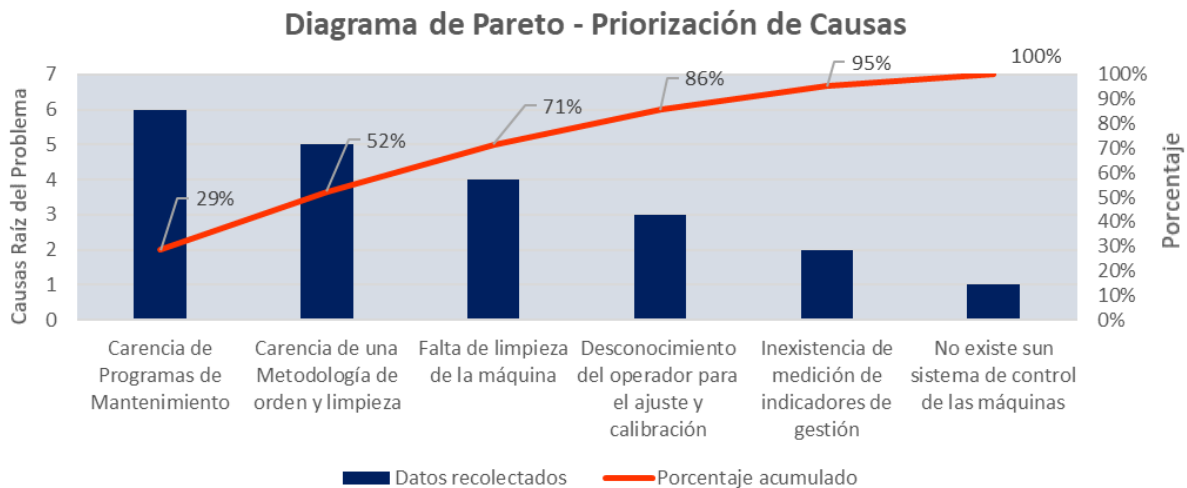


Gráfico 4-3. Diagrama de Pareto – Análisis de causas

Realizado por: Autores, 2022

A través del diagrama de Pareto es posible evidenciar las causas potenciales que ocasionan paros de las máquinas durante el proceso productivo; a partir de esta representación gráfica es posible definir estrategias de mejora enfocadas en las causas principales del problema, entre las estrategias consideradas se encuentra una Gestión de Mantenimiento que abarque la Metodología de orden y limpieza (5S's).

3.4.4. Jerarquización de máquinas de la línea de producción automática

Una vez que se ha identificado y priorizado las causas específicas de la problemática de la línea objeto de estudio, se procede a realizar la jerarquización de las máquinas para desarrollar un Plan de Mantenimiento flexible para una máquina piloto, de tal forma que pueda ser proyectado a las otras máquinas Transfer de la línea, la jerarquización de las máquinas se efectúa a través de un AC.

La criticidad se obtiene del producto de los factores de frecuencia y consecuencia ponderados en la tabla que se encuentra en el **Anexo B** de ponderación de factores, en base al número de fallos (frecuencia), la consecuencia, flexibilidad operacional, costo de mantenimiento, seguridad personal y tiempo de reparación. En la Figura 4-3 se presentan los factores de frecuencia y consecuencia para poder determinar qué nivel de criticidad corresponde a la variable evaluada.

CRITICIDAD																								
FRECUENCIA (FF)	5	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125		
	4	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96	100		
	3	15	18	21	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51	54	57	60	63	66	69	72	75		
	2	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	48	50		
	1	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25		
CONSECUENCIAS (CO)																								
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25			

Figura 4-3. Factores de frecuencia y consecuencia

Fuente: Norma SAE JA1012

La ponderación de criticidad está especificada en un rango de valores que se presenta en la Tabla 4-3.

Tabla 4-3: Factores de frecuencia y consecuencia

TIPO DE CRITICIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
Criticidad Alta	Rojo	$50 \leq CT \leq 125$
Criticidad Media	Amarillo	$30 \leq CT \leq 49$
Criticidad Baja	Verde	$5 \leq CT \leq 29$

Fuente: Norma SAE JA1012

Realizado por: Autores, 2022

Para establecer los valores y tener una ponderación adecuada de los factores para el análisis de criticidad, se realizó un cuestionario a los operadores de las máquinas Transfer de la línea de producción automática de paneles de resortes; el modelo del cuestionario se encuentra en el **Anexo C**.

Como resultado del análisis de criticidad a través del cuestionario dirigido a los operadores del turno del día y de la noche, se obtiene que la Máquina Transfer 1 representa una Criticidad Alta

como se muestra en la Tabla 5-3, por lo tanto, ha sido seleccionada como máquina piloto para el desarrollo del Plan de Mantenimiento.

Tabla 5-3: Factores de frecuencia y consecuencia

PROMEDIO DE RESULTADOS DE CUESTIONARIO A OPERADORES DE LOS DOS TURNOS					
MÁQUINA	TURNO		PROMEDIO	CRITICIDAD	PRIORIDAD
	DIURNO	NOCTURNO			
Transfer 1	72	76	74	Alta	Primero
Transfer 2	36	20	28	Baja	Tercero
Transfer 3	18	16	17	Baja	Sexto
Transfer 4	34	28	31	Media	Cuarto
Transfer 5	36	33	34,5	Media	Segundo
Transfer 6	16	18	17	Baja	Quinto

Realizado por: Autores, 2022

3.4.4.1. Indicadores de Gestión (Productividad y Mantenimiento)

Una vez seleccionada la máquina piloto, resultado de la jerarquización de máquinas a través del AC, se procede a realizar una evaluación inicial del puesto de trabajo y de la máquina a través de indicadores del proceso productivo e indicadores de valoración que establece el TPM de eficiencia global de la máquina (OEE).

Los datos utilizados para determinar la eficiencia, eficacia y productividad del puesto de trabajo y el OEE fueron recopilados en un horizonte de tiempo de dos semanas, debido a que la frecuencia de ocurrencia de fallos durante la jornada laboral fue sumamente significativa, por lo que se puede asegurar que los datos son confiables para evaluar los indicadores descritos a través de las ecuaciones presentadas en la sección 2.2.5.

Los datos fueron tomados en la Máquina Transfer 1 de la línea de producción automática de paneles de resortes en el mes de julio del 2021; en la Tabla 6-3. y 7-3 se muestra los resultados obtenidos.

Tabla 6-3: Evaluación inicial del proceso productivo del puesto de trabajo – Transfer 1.

Días de observación	INSUMOS		PRODUCCIÓN				
	Tiempo disponible (min)	Tiempo operativo (min)	Producción estándar (u)	Producción real (u)	Eficiencia	Eficacia	Productividad
2021-07-12	415	415	76	70	100,0%	92,1%	92,1%
2021-07-13	415	390	76	72	94,0%	94,7%	89,0%
2021-07-14	415	404	76	70	97,3%	92,1%	89,7%
2021-07-15	415	394	76	72	94,9%	94,7%	89,9%
2021-07-16	415	232	76	52	55,9%	68,4%	38,2%
2021-07-19	415	40	76	8	9,6%	10,5%	1,0%
2021-07-20	415	352	76	70	84,8%	92,1%	78,1%
2021-07-21	415	369	76	70	88,9%	92,1%	81,9%
2021-07-22	253	198	76	38	78,3%	50,0%	39,1%
2021-07-23	415	365	76	70	88,0%	92,1%	81,0%
PROMEDIO					79,18%	77,89%	68,02%

Realizado por: Autores, 2022

Para el cálculo del OEE inicial de la máquina piloto (Transfer 1), que es una medida que expresa el porcentaje del tiempo en que una máquina o equipo produce realmente piezas de calidad en comparación con el tiempo que fue planeado para hacerlo, se emplearon fórmulas y se recopilaron datos tomando en cuenta las “Seis Grandes Pérdidas” que establece el TPM que pueden suscitarse en el proceso productivo referente al equipamiento; las bases teóricas y fórmulas de referencia se presentaron en la sección 2.2.7.4 (OEE – Seis Grandes Pérdidas).

La tabla correspondiente a los datos y cálculos efectuados para determinar el OEE de la máquina se encuentran en el **Anexo D** donde se muestra el procesamiento del OEE.

A continuación, se presentan los resultados de los cálculos realizados en una tabla resumen Tabla 7-3.

Tabla 7-3: Evaluación inicial de la Eficiencia Global de la Máquina (OEE)-Transfer 1

CÁLCULO DEL OEE DE LA TRANSFER 1 - RET 01				
Fecha	Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
2021-07-12	100,00%	87,72%	99,92%	87,65%
2021-07-13	93,98%	78,18%	99,95%	73,43%
2021-07-14	97,35%	100,00%	99,91%	97,26%
2021-07-15	94,94%	83,63%	99,94%	79,36%
2021-07-16	55,90%	100,00%	99,97%	55,89%
2021-07-19	9,64%	45,20%	99,88%	4,35%
2021-07-20	84,82%	80,89%	99,96%	68,58%
2021-07-21	88,92%	71,66%	99,92%	63,67%
2021-07-22	78,26%	66,73%	99,69%	52,06%
2021-07-23	87,95%	83,78%	99,95%	73,65%
PROMEDIO	79,18%	79,78%	99,91%	65,59%

Realizado por: Autores, 2022

A modo de resumen, en la Tabla 8-3 se presentan los indicadores de evaluación inicial obtenidos: Productividad (Indicadores de gestión) del puesto de trabajo y Eficiencia Global de la Máquina (OEE) de la máquina Transfer 1.

Tabla 8-3: Indicadores de evaluación inicial (Productividad y Mantenimiento)

INDICADOR	DIMENSIONES	ECUACIÓN	EVALUACIÓN INICIAL
Eficiencia	Recursos	$Eficiencia = \frac{T. Operativo}{T. Planeado de Producción}$	79,18%
Eficacia	Objetivos – Resultados	$Eficacia = \frac{Producción real}{Producción estándar}$	77,89%
Productividad	Proceso	$Productividad = Eficiencia * Eficacia$	68,02%
OEE	Máquina	$OEE = DO * RO * CP$	65,59%

Realizado por: Autores, 2022

3.5. Desarrollo del Plan de Gestión de Mantenimiento

Para el desarrollo de la Gestión de Mantenimiento se hace énfasis inicialmente en la implementación de la Metodología de Orden y Limpieza 5S's como base de la mejora continua según establece el TPM.

El Mantenimiento Autónomo, uno de los pilares del TPM objeto de estudio del presente proyecto, es desarrollado conforme se ejecuta la implementación de las 5S's y se complementa con el desarrollo del segundo pilar estudiado, el Mantenimiento Planificado, donde se realiza el Plan de Mantenimiento flexible para la máquina piloto "Transfer" de tal manera que pueda ser proyectado a las otras cinco máquinas de la línea de producción automática de paneles de resortes.

3.5.1. Lanzamiento del programa de las 5S's

Se inicia con una socialización del programa de las 5S's a través de una presentación dirigida al gerente de división, supervisor del área y operadores de la línea de producción donde se desarrolla el estudio, con la finalidad de dar a conocer la importancia de este, su desarrollo, implementación y seguimiento del cumplimiento de la filosofía de las 5S's, metodología que forma parte de las técnicas de mejora continua de clase mundial.

En la Figura 5-3 se puede apreciar la socialización desarrollada como parte del lanzamiento del programa de las 5S's.

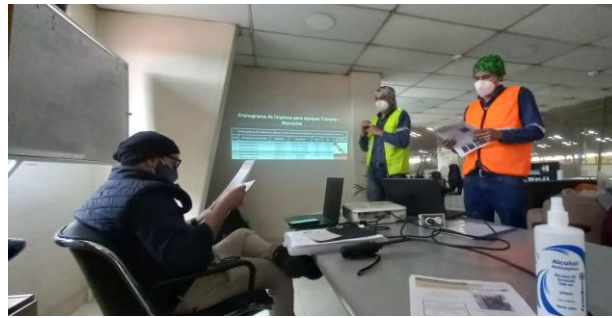


Figura 5-3. Socialización del programa de las 5S's

Fuente: Autores, 2022

3.5.2. Evaluación inicial del programa de las 5S's

Una vez que se ha realizado la socialización respectiva de la metodología de orden y limpieza 5S's a implementarse en la línea de producción objeto de estudio, es sumamente importante efectuar una evaluación del estado inicial de la infraestructura del área donde se desarrollará con la finalidad de determinar si justifica la ejecución del estudio y, además para medir el impacto y el nivel de cumplimiento antes y después de la implementación.

Para la evaluación inicial de las 5S's se realiza un cuestionario que estará dirigido a los operadores de la línea, que se encuentra en el **Anexo E**, donde se evalúa cada uno de los componentes de la metodología (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina). En la Tabla 9-3 se presenta la valoración del cuestionario de evaluación a realizarse.

Tabla 9-3: Valoración de encuesta

CALIFICACIÓN	PUNTUACIÓN
0	Muy deficiente
1	Deficiente
2	Regular
3	Bueno
4	Muy bueno

Realizado por: Autores, 2022

A través del cuestionario dirigido a los operadores de la línea de producción automática de paneles de resortes, se obtuvieron las siguientes calificaciones las cuales se muestra en la Tabla 10-3.

Tabla 10-3: Resultado de evaluación de las 5S's

	OP.1	OP.2	OP.3	OP.4	OP.5	OP.6	SUMA	CALIFICACIÓN	MÁXIMO
SELECCIONAR	2,2	3,5	1,7	2,3	3,5	2,2	15,4	2,6	4
ORDENAR	1,6	2,2	1,2	1,7	3,1	1,5	11,3	1,9	4
LIMPIEZA	3,5	4,2	2,8	3,6	1,8	1,2	17,1	2,9	4
ESTANDARIZACIÓN	0,5	0,8	1,2	1,5	0,8	1,5	6,3	1,1	4
DISCIPLINA	1,5	1,2	2,6	1,7	3,1	2,3	12,4	2,1	4
TOTAL								53%	

Realizado por: Autores, 2022

A través de los resultados de los cuestionarios, se obtiene que el nivel de cumplimiento inicial del programa de las 5S's es del 53%, por lo tanto, es necesario desarrollar e implementar la metodología de orden y limpieza en la línea de producción que se está estudiando.

3.5.3. Implementación de la metodología 5S's y Mantenimiento Autónomo

La implementación de las 5S's se aplicará en todos los puestos de trabajo de la línea de producción automática de paneles de la organización que abarcan las seis máquinas "Transfer" con el fin de establecer la mejora de la calidad del ambiente laboral y definir actividades específicas orientadas al Mantenimiento Autónomo.

3.5.3.1. Estructura organizacional y funcional de las 5S's

En esta etapa se establece los responsables que estarán a cargo de la implementación y las funciones que ejercerán los mismos, con el objetivo de evaluar y controlar la aplicación de esta herramienta con el transcurso del tiempo.

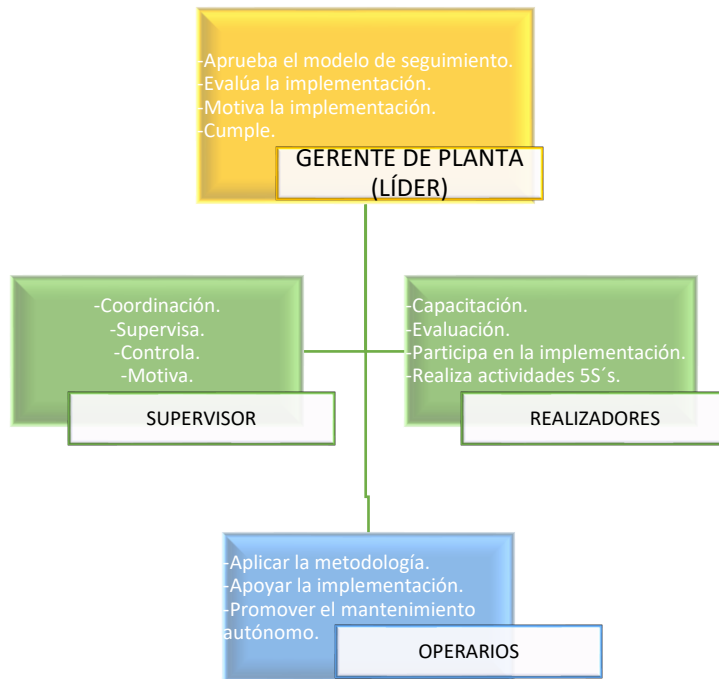


Gráfico 5-3. Responsables de implementación

Fuente: Autores, 2022

3.5.3.2. Seiri (Clasificación)

En esta etapa se realiza la clasificación de herramientas en la empresa, separando lo necesario de lo innecesario para el proceso de producción, estableciendo las siguientes actividades:

- *Check list para control de orden*

Con el fin de prevalecer el orden en los puestos de trabajo para tener únicamente los elementos necesarios, se han identificado y elaborado una lista de elementos innecesarios con la ayuda del supervisor, estos elementos deberán estar fuera del puesto de trabajo y se realizará su control al inicio de cada jornada de trabajo, el operario evaluará a la persona de la jornada anterior y en caso de contar con uno de estos elementos en el puesto de trabajo, se deberá notificar al supervisor mediante el check list, el modelo se puede apreciar en el Gráfico 6-3:

	CHECK LIST DE CONTROL DE ORDEN EN PUESTOS DE TRABAJO			
	ÁREA DE PANELES DE RESORTES			
LINEA DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES				
<i>Proposito: Verificar si los elementos enlistados se encuentran fuera del puesto de trabajo</i>				
OPERADOR: _____		FECHA: _____		
RECIBE DE: _____		JORNADA: _____		
ÍTEM	ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Guantes y orejeras			
2	Repuestos			
3	Ropa			
4	Trapos y desperdicios			
5	Plásticos, vasos y tasas			
6	Comida			
7	Canecas			

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD:

 Ing. Rolando Ramirez
SUPERVISOR

 Sr.
OPERADOR

Gráfico 6-3. Check list de control de orden en los puestos de trabajo

Realizado por: Autores, 2022

3.5.3.3. Seiton (Orden)

En esta etapa se prevalece el orden en los puestos de trabajo, se mejora la distribución y espacio de los mismos, con la finalidad de mejorar el ambiente laboral y aumentar la motivación del personal.

Los criterios por considerar para esta etapa en los puestos de trabajo son:

- *Señalización de las áreas de trabajo*

La línea de producción automática no tiene señalización, por lo que se procedió a señalar los puestos de trabajo, pasillos, almacenaje de subproducto y elementos de seguridad. La línea amarilla se ubicó a 80 cm de la parte más saliente de las Transfer basándose en el artículo 74 del decreto ejecutivo 2393, los colores para la señalética se realizaron en base a la norma ecuatoriana NTE INEN-ISO 3865-1:2013. El modelo de la señalética se realizó en un plano de la línea de

producción en el software AutoCad, con el fin de tener establecido las dimensiones y modelo a seguir para la señalización, el plano trazado se encuentra en el **Anexo F**.

- *Dotación de herramientas de trabajo (Tal vez adquisición)*

Los operadores de la línea Transfer no disponen de herramientas de trabajo para operar las máquinas, por lo que, con la ayuda de los operadores y supervisor del área de paneles, se elaboró la lista de herramientas por adquirir que se muestra en la Tabla 11-3:

Tabla 11-3: Herramientas faltantes

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
6	Llave de boca N° 08
6	Llave de boca N° 12
6	Llave de boca N° 13
6	Llave de boca N° 14
6	Llave de boca N° 16
6	Llave de boca N° 17
6	Llave de boca N° 18
6	Llave de boca N° 19
3	Juego de hexagonales milimétrico
6	Cajas portaherramientas
1	Calibre pie de rey
6	Reglas metálicas

Realizado por: Autores, 2022

Por medio de la coordinación con el Gerente de División se pudo adquirir las herramientas para poder ubicar en cada máquina como se observa en la Figura 6-3:



Figura 6-3. Herramientas adquiridas para los operadores

Fuente: Autores, 2022

- *Dotación de carpetas para reportes de producción*

Las carpetas para el registro de reportes de producción no se encuentran en buen estado, lo cual ocasiona que las hojas de control estén sucias y en mal estado para su posterior envío al Gerente de Planta, para esto se realizó la adquisición de nuevas carpetas para su registro como se observa en la Figura 7-3:



Figura 7-3. Carpetas para registro de producción

Fuente: Autores, 2022

- *Implementación de depósitos para desechos por color*

Se realizó la gestión para la adquisición de depósitos faltantes en las seis máquinas Transfer, con el fin de realizar una mejor clasificación de los desechos que se producen en esta línea; con la ayuda del supervisor se realizó la clasificación de desechos y se determinó el número de depósitos a adquirir, el resultado se indica en la Tabla 12-3:

Tabla 12-3: Distribución de depósitos para desechos

CANTIDAD	COLOR	FORMA DE DISTRIBUCIÓN	USO
12	Gris	2 depósitos por máquina	Desechos de Alambre
3	Naranja	1 depósito por cada dos máquinas	Esponjas contaminadas
3	Negro	1 depósito por cada dos máquinas	Esponjas limpias
3	Café	1 depósito por cada dos máquinas	Desechos generales

Realizado por: Autores, 2022

- *Implementación de etiquetas*

Con el fin de establecer orden, facilidad de identificación y ubicar los elementos en su lugar, se realizó la colocación de etiquetas, con el objetivo de inculcar el principio de “Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar”, como se puede apreciar en la Tabla 13-3:

Tabla 13-3: Etiquetado de elementos de las áreas de trabajo

ZONA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
DEPOSITOS	Desechos Generales	
	Desechos de Alambre	
	Esponjas limpias y contaminadas	
LUBRICANTES	Aceite	
COMBUSTIBLES	Diesel	

Realizado por: Autores, 2022

3.5.3.4. Desarrollo del Mantenimiento Autónomo

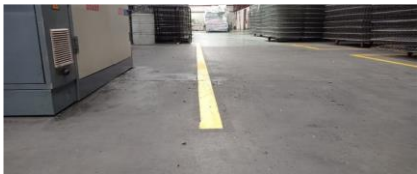
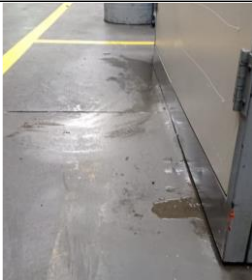

Se realiza la implementación del mantenimiento autónomo que corresponde a un pilar del TPM en todas las máquinas de la línea. En esta parte se realiza el desarrollo de las tres S's restantes.

Seiso (Limpieza)

- *Tipos de suciedad*

Al trabajar con alambre y lubricantes, las máquinas Transfer son productoras de suciedad, las cuales están clasificadas en polvo y desechos. Los residuos que se producen durante el funcionamiento de los equipos se detallan a continuación:

Tabla 14-3: Tipos de suciedad





RESIDUO	TIPO DE RESIDUO	REMOVILIDAD	IMAGEN
Grasa	Industriales	La grasa se encuentra adherida al piso de los alrededores de las máquinas Transfer, son de facil remoción debido a que se lo puede quitar con desengrasante o el uso de un lustre.	
Aceite	Industriales	El aceite es producto de la lubricación de la máquina, el mismo es vertido en depositos que al verterlo se derrama al piso, se puede remover facilmente mediante el uso de esponjas y desengrasantes.	
Polvo	Desechos	Obtenido del proceso de producción, es de facil remoción debido a que se encuentra en el piso y se lo puede retirar unicamente con elementos de limpieza comunes	

Realizado por: Autores, 2022

- *Listado de elementos necesarios para limpieza*

Los operarios que utilizan las máquinas Transfer realizan limpieza a diario al iniciar y finalizar la jornada de trabajo, al realizar esta actividad deberán estar pendientes de un posible defecto de las máquinas. Los elementos necesarios para realizar esta limpieza se detallan a continuación:

Tabla 15-3: Elementos necesarios para limpieza

CANTIDAD	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
3	Escobas	
3	Recogedores	
1	Esponjas	
3	Mangueras para pulverizado	
LINEA:	Máquinas Transfer para paneles tipo "Bonell"	

Realizado por: Autores, 2022

Seiketsu (Estandarización)

En esta etapa se encamina al bienestar personal de los miembros de la empresa, se trata de asegurar los resultados obtenidos en las primeras 3S's. Para realizar una estandarización del proceso se elabora hojas de procedimiento de mantenimiento autónomo y tarjetas de color rojo y verde, las cuales van dirigidas al operario y se muestra de la siguiente manera:

- *Tarjetas rojas*

Con el objeto de detectar la presencia de posibles defectos al realizar la limpieza por parte del operador, se establece una tarjeta roja la cual tendrá el fin de notificar defectos que requieran que se realicen acciones correctivas urgentes y que correspondan a posibles daños severos hacia la maquinaria, una vez notificado, quien se encargue de realizar la gestión para dar solución a los defectos mencionados será el supervisor del área, la tarjeta se presentará en el siguiente modelo:

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
DETECCIÓN DE POSIBLES DEFECTOS			
Tarjeta N°:		Descripción del defecto:	
Transfer N°:			
Operario:			
Fecha apertura:			
Fecha fin:		Responsable de reparación:	
Insumos necesarios para corregir el defecto:			

Figura 8-3. Tarjeta roja

Fuente: Autores, 2022

- *Tarjetas verdes*

Con la finalidad de hallar posibles defectos en la limpieza por parte del operador, se establece una tarjeta verde la cual tendrá el fin de notificar defectos no tan relevantes, donde se requieran acciones preventivas que se puedan realizar por parte del operador o acciones que no generen paros arbitrarios a la maquinaria, una vez notificado quien se encargue de realizar la gestión para dar solución a los defectos mencionados será el supervisor del área, la tarjeta se presentará en el siguiente modelo:

MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			
DETECCIÓN DE POSIBLES DEFECTOS			
Tarjeta N°:		Descripción del defecto:	
Transfer N°:			
Operario:			
Fecha apertura:			
Fecha fin:		Responsable de reparación:	
Insumos necesarios para corregir el defecto:			


Figura 9-3. Tarjeta verde

Fuente: Autores, 2022

Con el propósito de dar seguimiento a las acciones establecidas en las tarjetas rojas y verdes, se establece una bitácora de seguimiento de tarjetas, con el fin de tener un registro para poder

establecer oportunidades de mejora a futuro para las máquinas Transfer, el modelo se lo puede apreciar en la siguiente tabla:

Tabla 16-3: Bitácora de tarjetas

		BITACORA DE TARJETAS ROJAS Y VERDES LINEA DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES				DIVISIÓN:	COLCHONES	
						ÁREA:	PANELES	
						FECHA DOC:	24/8/2021	
<i>Propósitos: Elaborar un listado de los posibles defectos encontrados al realizar la limpieza e inspección.</i>								
ELABORADO POR:		Fonseca N., Mejía E.		SUPERVISOR:		Ing. Rolando Ramirez		
DEPARTAMENTO:		Producción		APROBADO POR:		Ing. Diego Perez		
						TIPO DE TARJETA ROJA R VERDE V		
Nº Tarjeta	Tipo de tarjeta	Defecto	Operador que notifica	Nº Transfer	Hora de inicio	Hora de finalización	Insumos	Responsable de reparación

Realizado por: Autores, 2022

- *Hojas de procedimiento de mantenimiento autónomo*

En estas hojas de procedimiento se indica el procedimiento a seguir para realizar la limpieza en las máquinas Transfer, qué elementos se deben utilizar y el tiempo establecido para desarrollar la actividad.

El procedimiento para llevar a cabo la limpieza de todas las máquinas transfer se establece mediante el cronograma establecido en el **Anexo G** siguiendo las indicaciones de los manuales que se presentan en el **Anexo H**.

Shitsuke (Disciplina)

- *Control mediante auditorías a los operadores*

Con el fin de prevalecer de manera continua las 4S's realizadas anteriormente, se establece como un hábito las normas y estándares ya establecidos, para promover este hábito se realiza un control o seguimiento hacia los operarios mediante auditorías, las cuales evaluarán el desempeño que tienen cada uno con la implementación de las 5S's.

Estas auditorías se las realizarán semanalmente y serán evaluadas por parte del supervisor del área, consta de un check list que indicará el nivel alcanzado por parte de los operarios.

La auditoría será evaluada obteniendo resultados que indicarán el nivel de cumplimiento de la siguiente manera:


Tabla 17-3: Criterios de evaluación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN		
0 - 20 pts	Deficiente	El operador no cumple con el cambio
21 - 40 pts	Regular	El nivel de cumplimiento del operador es bajo
41 - 60 pts	No satisfactorio	El operador debe continuar con el cambio
61 - 80 pts	Aprobado	El operador cumple satisfactoriamente con el cambio

Realizado por: Autores, 2022

El modelo de auditoría con los parámetros que se evaluará a los operarios se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 18-3: Modelo de Auditoría 5S's

		AUDITORÍA SEMANAL DE 5S's	Criterios de evaluación:					
ÁREA DE PANELES DE RESORTES		0= Muy deficiente 1= Deficiente 2= Regular 3= Bueno 4= Muy bueno 5= Excelente						
LINEA DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES		RESPONSABLE: Ing. Rolando Ramirez						
		5	4	3	2	1	0	Observaciones
ORDEN SEPARAR SOLO LO NECESARIO	Clasificar los elementos necesarios e innecesarios							
	¿Los lugares están especificados correctamente?							
	¿Los elementos se ubican en su lugar después de usarse?							
	¿Los paneles están ubicados correctamente?							
CLASIFICACIÓN ORGANIZAR ELEMENTOS NECESARIOS	Ubicar los elementos de manera visible y accesible							
	¿Se tienen las herramientas y materiales en un lugar asignado?							
	¿Los pasillos, áreas de almacenamiento y áreas de trabajo están marcados por líneas u otros marcadores?							
LIMPIEZA MANTENER TODO SIN SUCIEDAD	(Limpieza de los equipos, herramientas y área de trabajo)							
	¿Las máquinas están totalmente limpias?							
	¿Se ubican los desperdicios y basura en los depósitos asignados?							
	¿Están las líneas de los pasillos y áreas limpias y visibles?							
ESTANDARIZAR IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICAS EN LA ORGANIZACIÓN	Crear modelos estandarizados para el trabajo							
	¿Los operarios conocen las actividades a realizar y las ejecutan de manera correcta?							
	¿Se realiza controles visuales por parte de los operarios?							
	¿Ejecutan los operarios de manera correcta los manuales de limpieza, lubricación y ajuste?							
DISCIPLINA MANTENER UNA ACTITUD PERSISTENTE	Seguir con las reglas y ser continuo con la estandarización							
	¿Los operarios cumplen con el control de la limpieza?							
	¿Las auditorías surgen cambios de actitud en los operarios?							
	¿Se están practicando los principios de Seiri, Seiton y Seiso en el área por medio de los operarios?							
MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	Control autónomo							
	¿Los operarios hacen el uso de las tarjetas rojas y verdes de mantenimiento autónomo?							
	¿Se está aplicando correctamente los manuales de mantenimiento autónomo por parte de los operarios?							
SUMATORIA TOTAL DE LA AUDITORÍA								PUNTAJE: ____ / 80
Operario evaluado:		Fecha:						
Realizado por:	Fonseca Nelson - Erick Mejía	Línea:		Máquinas Transfer				

Realizado por: Autores, 2022

- *Check list para el control de las herramientas dotadas a los operarios*

Con la finalidad de promover el cuidado de las herramientas dotadas por parte de la organización a los operarios, se elaboró un check list el cuál mediante la responsabilidad del supervisor se controlará de forma diaria, el modelo de check list se puede apreciar en el **Anexo I**.

3.6. Desarrollo del Plan de Mantenimiento Planificado

Una vez implementada las 5S's, base de la mejora continua, se desarrolla el Plan de Mantenimiento de la máquina piloto basado en el pilar de Mantenimiento Planificado del TPM, en combinación con un Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) para determinar el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) de los componentes más susceptibles a fallos y desgaste, con la finalidad de establecer acciones correctivas referente a mantenimiento a realizarse detalladas en gamas, órdenes de trabajo y un cronograma de mantenimiento anual.


El presente Plan de Mantenimiento abarca una serie de actividades sistemáticas basadas en pilares del TPM (Mantenimiento Autónomo y Planificado), para lo cual inicialmente se realizó una evaluación inicial de la máquina piloto a través del indicador del OEE que se encuentra en la sección **3.4.3.1**. El mantenimiento planificado se estructura en esta sección que se enfoca en la preservación y mantenimiento de las máquinas, que es parte importante para la complementación de la Gestión del Mantenimiento.

3.6.1. Inventario de máquinas y equipos

El desarrollo del Plan de Mantenimiento parte de la identificación e inventario de máquinas y equipos de la línea de producción automática de paneles de resortes; la finalidad es conocer e identificar la disposición física y funcional que cumple cada máquina o equipo, para posteriormente registrarlos.

En la Tabla 19-3 se observa el inventario técnico de máquinas de la línea mencionada perteneciente al área de paneles de la Empresa Productos Paraíso del Ecuador S.A. a Julio de 2021.

Tabla 19-3: Inventario de máquinas y equipos del área de paneles

		PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.				FECHA DOC.:	2021-07-19
		DIVISIÓN DE POLIURETANO - COLCHONES				CÓDIGO:	
						VERSIÓN:	V1
INVENTARIO DE MÁQUINAS Y EQUIPOS DEL ÁREA DE PANELES							
REALIZADO POR:		FONSECA N., MEJÍA E.	2021-07-19	REVISADO POR:		ING. DIEGO PÉREZ	-
DESCRIPCIÓN	CÓDIGO INV.	CÓDIGO PAC.	MARCA	FABRICANTE	N° SERIE	MODELO	ESTADO
Máquina de transferencia completamente automática para unidades de resortes tipo "bonell"	RET 01	MRE 1	SXH	SHAOXING HUAJIAN MATTRESS MACHINERY CO., LTD.	171299	SX-820i	Operativa
	RET 02	MRE 2			1712100		Operativa
	RET 03	MRE 3			180828		Operativa
	RET 04	MRE 4			180813		Operativa
	RET 05	MRE 5			180821		Operativa
	RET 06	MRE 6			180822		Operativa

Realizado por: Autores, 2022

3.6.2. Elaboración de formatos

Es imprescindible disponer de una serie de documentos que faciliten el manejo de la información respecto a la planificación, registro y tareas de mantenimiento, de tal forma que brinden ayuda a la gerencia de la Gestión de Mantenimiento de la línea de producción objeto de estudio, entre la principal documentación se tiene:

3.6.2.1. Ficha técnica de la máquina

A través de este documento se resume las características técnicas de la máquina, donde constará la suficiente información para ser manipulada por un operador o especialista.

Los parámetros por tomar en cuenta para la elaboración de la ficha técnica se presentan en la Tabla 20-3.

Tabla 20-3: Parámetros de elaboración de ficha técnica

PARÁMETROS DE ELABORACIÓN DE FICHA TÉCNICA	
Características generales	Máquina - Equipo
	Código de inventario
	Datos del fabricante
	Origen
	Modelo – Serie – Año de fabricación
Datos técnicos	Capacidad
	Requisito de energía
	Potencia total y de cada sistema
	Dimensiones – Dimensiones
Características de procesamiento	Ajustes para resortes
Dispositivos	Principales
Sistemas	Enrollado, transferencia, ensamble y desplazamiento

Fuente: Manual del fabricante de la máquina

Realizado por: Autores, 2022

La ficha técnica de la máquina completa con todos los parámetros descritos en el Capítulo III, se muestra en el **Anexo J**.

3.6.2.2. Bitácora de seguimiento de la máquina para el registro de fallos y desperdicio

Se desarrollaron bitácoras de seguimiento de la máquina debido a que la línea de producción automática de paneles de resortes no llevaba un registro ni un control de fallos que surgían con una frecuencia significativa, únicamente se llevaba registro de aquellos fallos que detenían totalmente la máquina por períodos de tiempo prolongados, además no se registraba el desperdicio generado de la jornada laboral. La bitácora de seguimiento también fue de utilidad para el cálculo


del OEE y para identificar y registrar los fallos y sus causas más frecuentes que se presentan en la máquina.

Los criterios para la elaboración de este documento son los siguientes:

- Descripción del fallo
- Inicio y fin del paro
- Tiempo de reparación
- Responsable
- Acciones
- Actividades que generan paros en la máquina
- Desperdicio

El formato generado con los criterios que se especificaron se muestra en la Tabla 21-3.

Tabla 21-3: Bitácora de seguimiento de la máquina Transfer

		BITÁCORA DE SEGUIMIENTO DE EQUIPOS TRANSFER				FECHA DOC.:										
						2021-07-12										
						ÁREA:										
		PANELES														
		VERSIÓN:		V1												
Propósitos: Realizar un seguimiento de la disponibilidad, confiabilidad y mantenibilidad del equipo. Registrar la cantidad de desperdicios generados durante el proceso productivo.																
FECHA DE REGISTRO: _____ HORARIO DE TRABAJO: _____ HORA INICIO: _____ HORA FIN: _____ TURNO: Diurno () Nocturno ()				OPERADOR: _____ CÓDIGO DE MÁQUINA: _____ ELABORADO POR: NELSON F., ERICK M. APROBADO POR: ING. DIEGO PÉREZ												
N°	Descripción del fallo	Inicio del paro	Fin del paro	Tiempo reparación			Responsable	Acción	Actividades que generan paros en la máquina							
				hh	mm	ss			Descripción			Tiempo				
									hh	mm	ss	hh	mm	ss		
Observaciones: _____									Desperdicio de alambre (Kg)							

Realizado por: Autores, 2022

3.6.2.3. Registro y control de acciones de mantenimiento

Es necesario llevar un registro de todas aquellas acciones de mantenimiento que se lleven a cabo desde la puesta en marcha de la Gestión de Mantenimiento, de tal forma que se obtendrá información suficiente para estudios posteriores, lo que encaminaría a la organización hacia una cultura de mejora continua partiendo por la línea de producción automática de paneles de resortes.

Es importante mencionar que actualmente el departamento de mantenimiento de la empresa lleva registro de acciones de mantenimiento de la línea de producción objeto de estudio y de toda la planta únicamente de fallos graves que paralizan totalmente la máquina y no de aquellos fallos que detienen la máquina de manera parcial y que son reparados por el operador.

El formato para el registro y control de acciones de mantenimiento se muestra en el Gráfico 7-3.

	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES		FECHA DOC.: 2021-07-26
			CÓDIGO:
			VERSIÓN: V 1
REGISTRO Y CONTROL DE ACCIONES DE MANTENIMIENTO			
MÁQUINA:	<input type="text"/>	N° ORDEN DE TRABAJO:	<input type="text"/>
CÓDIGO:	<input type="text"/>	TIEMPO EMPLEADO:	<input type="text"/>
OPERADOR:	<input type="text"/>	ÁREA:	<input type="text"/>
ENTREGA DE LA MÁQUINA:	FECHA:	TÉCNICO RESPONSABLE:	<input type="text"/>
	HORA:		CÓDIGO:
TIPO DE MANTENIMIENTO			
PREVENTIVO	<input type="text"/>	MECÁNICO	<input type="text"/>
		ELÉCTRICO	<input type="text"/>
CORRECTIVO	<input type="text"/>	INSTRUMENTACIÓN	<input type="text"/>
DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD REALIZADA			
SUMINISTROS UTILIZADOS			
N°	ELEMENTO		CANTIDAD
APROBADO POR:			


Gráfico 7-3. Registro y control de acciones de mantenimiento

Realizado por: Autores, 2022

3.6.3. Levantamiento de partes

Los elementos y partes más susceptibles a fallos y desgastes fueron identificados de forma clara y objetiva con la colaboración de los operadores de las máquinas y personal de mantenimiento con la finalidad de enfocar acciones correctivas y preventivas programadas a estos elementos, de igual manera, se identificó a qué sistema y componente pertenece un determinado elemento con la ayuda del manual del fabricante de la máquina para que sean localizados fácilmente y la gestión de repuestos no resulte una tarea difícil. En la Tabla 22-3 se muestra el formato para el levantamiento de partes de la Máquina Transfer.

Tabla 22-3: Levantamiento de partes de la máquina Transfer

	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN DE POLIURETANO - COLCHONES			FECHA:	2021-08-02
				ÁREA:	PANELES
				VERSIÓN:	V1
LEVANTAMIENTO DE PARTES					
MÁQUINA DE TRANSFERENCIA COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA PARA UNIDADES DE RESORTES TIPO "BONELL"					
ELABORADO POR:	FONSECA N., MEJÍA E.	2021-08-02	APROBADO POR:	ING. DIEGO PÉREZ	-
Sistema	Componente		Elemento		

Realizado por: Autores, 2022

El levantamiento completo de partes de la máquina se encuentra en el **Anexo K**.

3.6.4. Análisis Modal de Fallos y Efectos AMFE

A partir del levantamiento de partes e información recopilada a través de bitácoras de seguimiento de la máquina se efectuó el Análisis Modal de Fallos y Efectos.

Este análisis sistemático permitió identificar el modo, efecto y la causa de un fallo específico de aquellos elementos y sistemas particulares seleccionados de la máquina, asimismo, contribuyó a priorizar la urgencia de intervención y establecer acciones correctivas basándose en el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) que resulta del análisis de tres indicadores que son gravedad, probabilidad de ocurrencia y detectabilidad que establece la norma NTP 679, 2004.

Se realiza la ponderación de criterios de los indicadores del AMFE en base a la norma NTP 679, 2004 como se muestra en la Tabla 23-3.


Tabla 23-3: Criterios AMFE (Ponderación)

INDICADOR	CRITERIO	VALOR
GRAVEDAD (G)	Muy baja Repercusiones imperceptibles	1
	Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	2-3
	Moderada Defectos de relativa importancia	4-6
	Alta	7-8
	Muy alta	9-10
FRECUENCIA (F)	Muy baja Improbable	1
	Baja	2-3
	Moderada	4-5
	Alta	6-8
	Muy alta	9-10
DETECTABILIDAD (D)	Muy alta	1
	Alta	2-3
	Mediana	4-6
	Pequeña	7-8
	Improbable	9-10

Fuente: Belloví Bestratén y otros (2004) Norma NTP 679

Para desarrollar el presente análisis sistemático se desarrolló el correspondiente formato que se muestra en la Tabla 24-3.

Tabla 24-3: Modelo adaptado de la Norma NTP 679, 2004

		PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN DE POLIURETANO - COLCHONES				FECHA DOC.:	2021-08-04				
						ÁREA:	PANELES				
						VERSIÓN:	V1				
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)											
MÁQUINA DE TRANSFERENCIA COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA PARA UNIDADES DE RESORTES TIPO BONELL - "TRANSFER"											
REALIZADO POR:		FONSECA N., MEJÍA E.		2021-08-04		APROBADO POR:					
						ING. DIEGO PÉREZ					
						2021-08-10					
Componente	Elemento	Función	Modo del fallo	Efecto del fallo	G	Causas del fallo	F	D	IPR	Acciones correctora	Responsables

Fuente: Belloví Bestratén y otros (2004) Norma NTP 679

Adaptado por: Autores, 2021

El Análisis de Modal de Fallos y Efectos (AMFE) de los elementos y componentes seleccionados en la sección anterior se encuentra en el **Anexo L**.

3.6.5. Gamas de mantenimiento

Una vez que se ha realizado el AMFE de los elementos y componentes, se determina la urgencia y prioridad de las acciones preventivas a realizarse en la máquina a través de “Gamas de mantenimiento: Autónomo, Mecánico y Eléctrico” donde se encuentran las tareas de mantenimiento a ejecutarse y la frecuencia con que deben realizarse, enfocándose en aquellos

elementos y componentes que resultaron más críticos según del indicador del IPR y del AMFE. Las acciones de mejora están orientadas a los elementos que se encuentren cerca o sobrepasen el promedio general del índice descrito.

- **Gama de Mantenimiento Autónomo**

Es el conjunto de actividades a realizarse por el operador de la máquina, ya que es quién puede reconocer de manera más oportuna un posible fallo antes de que se presente, asimismo, es quien podrá reconocer primero cualquier variabilidad en el proceso habitual de la máquina.

Las tareas de mantenimiento en esta gama se complementan con las hojas de procedimientos de limpieza e inspección desarrolladas en la implementación del programa de las 5S's. Este tipo de mantenimiento básicamente consiste en actividades de limpieza, inspección, lubricación y ajuste.

Las actividades son planificadas con la siguiente frecuencia: Semanal, mensual y bimensual. La Gama de Mantenimiento Autónomo se muestra en el **Anexo M**.

- **Gama de Mantenimiento Mecánico**

Intervienen aquellas tareas preventivas que serán desarrolladas por personal Técnico Mecánico del departamento de mantenimiento de la empresa, dado que estas acciones requieren de mayor conocimiento en manejo y reparación de máquinas y equipos.

Las actividades son planificadas de manera trimestral, semestral y anual. Esta Gama de Mantenimiento se encuentra en el **Anexo N**.

- **Gama de Mantenimiento Eléctrico**

Dentro de la Gama de Mantenimiento Eléctrico se establecen tareas y frecuencias a desarrollarse por personal Técnico Eléctrico de Mantenimiento donde se considera los elementos eléctricos, electrónicos e instrumentación especificados en el levantamiento de partes.

La frecuencia de las actividades es de manera trimestral y semestral, la Gama de Mantenimiento Eléctrico se ilustra en el **Anexo Ñ**.

3.6.6. Órdenes de Trabajo de Mantenimiento

Las órdenes de trabajo de mantenimiento son desarrolladas en base a las gamas de mantenimiento previamente realizadas, cada orden consta de tareas a ejecutarse por parte del operador, técnico de mantenimiento o técnico eléctrico con una frecuencia determinada.

A la empresa se le proporcionó los documentos donde se encuentran las órdenes de mantenimiento para que sean ellos los responsables de proporcionar estas órdenes al personal y dar cumplimiento según el cronograma que se establece en el siguiente apartado.

Tabla 25-3: Modelo de orden de trabajo de mantenimiento

	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES	FECHA DOC.: 2021-08-22	
		ÁREA: Paneles	
		VERSIÓN: V.1	
ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			
MÁQUINA: <input type="text"/>	FECHA: <input type="text"/>		
CÓDIGO: <input type="text"/>	HORA DE INICIO: <input type="text"/>		
	HORA DE FINALIZACIÓN: <input type="text"/>		
COMPONENTE	ELEMENTO	TAREAS A EJECUTAR	INSUMOS - MATERIALES
OBSERVACIONES: _____			
Realizado por: _____ Código: <input type="text"/> Operador, Técnico de Mantenimiento Mecánico o Eléctrico		Aprobado por: Ing. Rolando Ramírez Líder de máquina - División Poliuretano - Colchones	

Realizado por: Autores, 2022

3.6.7. Cronograma de Mantenimiento Anual

A partir de las gamas y órdenes de mantenimiento generadas en base al levantamiento de partes y al Análisis Modal de Fallos y Efectos (AMFE) se realiza el cronograma de mantenimiento anual que básicamente es una planificación por semanas para cada orden de trabajo a realizarse en el transcurso del año, las órdenes descritas para las máquinas “Transfer” han sido organizadas y distribuidas uniformemente, de tal forma que no afecte las actividades cotidianas de los operadores, técnicos mecánicos y técnicos eléctricos evitando así, una sobrecarga de trabajo.

El cronograma de mantenimiento anual se encuentra desarrollado en el **Anexo O**.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Resultados de la implementación de la Metodología 5S's

4.1.1. Auditoría Interna de la Metodología 5S's (Nivel de cumplimiento)

Una vez finalizada la etapa de implementación de la metodología 5S's se realizó la valoración del nivel de cumplimiento a través de una auditoría utilizando la ficha de auditoría utilizada en la evaluación inicial (Anexo F), con el propósito de evidenciar los resultados obtenidos al utilizar esta herramienta de mejora continua en la línea de producción para así, efectuar una comparación del cumplimiento, del antes y después de la implementación.

Tabla 1-4: Cuadro comparativo del nivel de cumplimiento de las 5S's

CATEGORÍA	PUNTAJE MÁXIMO	PUNTAJE INICIAL	CUMPLIMIENTO INICIAL	PUNTAJE ACTUAL	CUMPLIMIENTO ACTUAL
SEIRI (CLASIFICAR)	4	2,6	65%	2,9	73%
SEITON (ORDENAR)	4	1,9	48%	3,6	90%
SEISO (LIMPIAR)	4	2,9	73%	3,3	83%
SEIKETSU (ESTANDARIZAR)	4	1,1	28%	3,6	90%
SHITSUKE (DISCIPLINA)	4	2,1	53%	3,3	83%
TOTAL	20	10,6	53%	16,7	84%

Realizado por: Autores, 2022

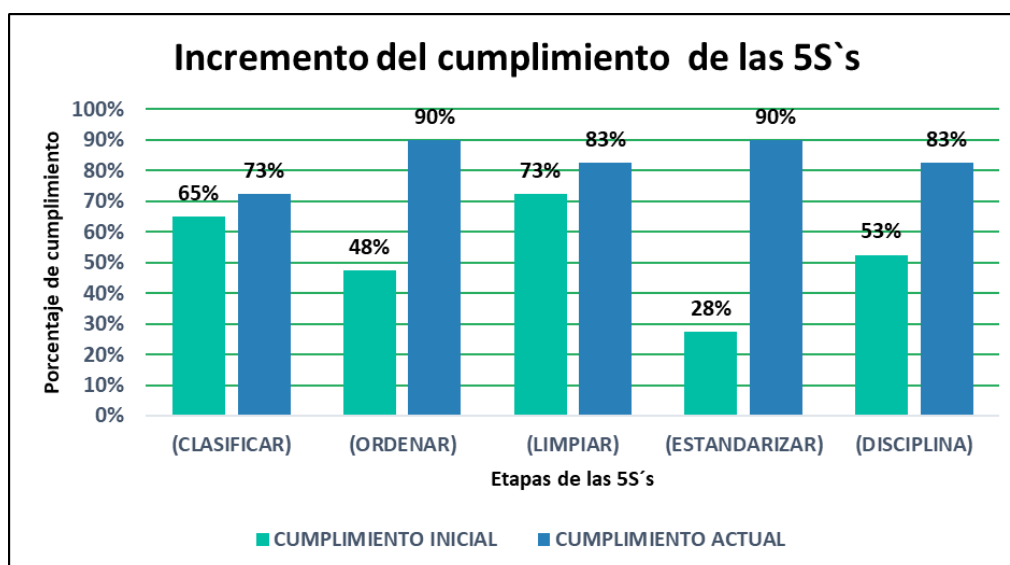


Gráfico 1-4. Cuadro comparativo Metodología 5S's. Línea de Producción

Realizado por: Autores, 2022

4.1.2. Señalización de los puestos de trabajo de la línea de producción

Mediante la aplicación de la metodología de las 5S's se señaló los puestos de trabajo de la línea de producción automática con la finalidad de mejorar la calidad del ambiente laboral y seguridad de los operarios.









DESCRIPCIÓN	ANTES	DESPUÉS
<p>Los lugares de trabajo no tenían una delimitación de espacio para que el operador pueda trabajar. Mediante la señalización de los lugares se logró delimitar la zona de trabajo que utilizará el operador en la máquina Transfer.</p>		
<p>Los pasillos no tenían una señalización para la circulación de materia prima, montacargas y peatones. Mediante la señalización se puede observar de manera clara el espacio disponible para la circulación de estos elementos, con el fin de establecer orden en el tránsito e incrementar la seguridad de los operarios al evitar accidentes por atropellamiento.</p>		
<p>Los extintores y mangueras contra incendios disponen de una señalización que no está visible para el personal. Se realizó el pintado de esta área delimitando el espacio de manera correcta y con un mayor aspecto visual.</p>		
<p>Para el almacenamiento de los paneles no se disponía de una zona delimitada para su uso, a través de la señalización se logró realizar el dimensionamiento de estos y delimitar la zona a utilizar para la mantención de stock,</p>		

Figura 1-4. Señalización de las áreas de trabajo de la línea de producción

Fuente: Autores, 2022



Figura 2-4. Línea de máquinas Transfer después la implementación de las 5S´s

Fuente: Autores, 2022

4.1.3. Clasificación de depósitos para desechos

Se obtuvo una clasificación y etiquetado adecuado de los depósitos para desechos que se generan en los puestos de trabajo de la línea de producción, lo que en efecto contribuye al manejo correcto de la variedad de desechos y sustancias contaminantes que se producen en el área.

NARANJA	CAFÉ	GRIS	NEGRO
Franelas, guaipes, pedazos de tela o esponja contaminados con grasa, aceite, tintas, etc.	Desechos generales que involucren polvo, papeles, plásticos, cartones y hojas de uso común.	Desperdicios de alambre y metal.	Franelas, guaipes, pedazos de tela o esponja, que sirvan para la limpieza de las máquinas.
			
			

Figura 3-4. Clasificación de depósitos para desechos

Fuente: Autores, 2022

4.2. Resultados de la mejora desarrollada

Se evaluaron los resultados alcanzados a través de Indicadores de Gestión y el Índice de Eficiencia Global de la Máquina (OEE), con la finalidad de evidenciar el impacto sobre el proceso productivo después del desarrollo de la mejora en el puesto de trabajo y en la máquina objeto de estudio.

4.2.1. Evaluación de resultados del proceso productivo

En la valoración inicial se evidenció que existía una baja productividad del puesto de trabajo estudiado y una baja eficiencia global de la máquina que lo conforma, como solución a esta problemática se desarrolló un Sistema de Gestión de Mantenimiento, obteniendo una mejora en el proceso productivo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 2-4: Cuadro comparativo a través de índices de productividad

	ANTES DE LA MEJORA	DESPUÉS DE LA MEJORA	INCREMENTO
EFICIENCIA	79,18%	98,12%	18,94%
EFICACIA	77,89%	87,37%	9,48%
PRODUCTIVIDAD	68,02%	85,73%	17,71%

Realizado por: Autores, 2022

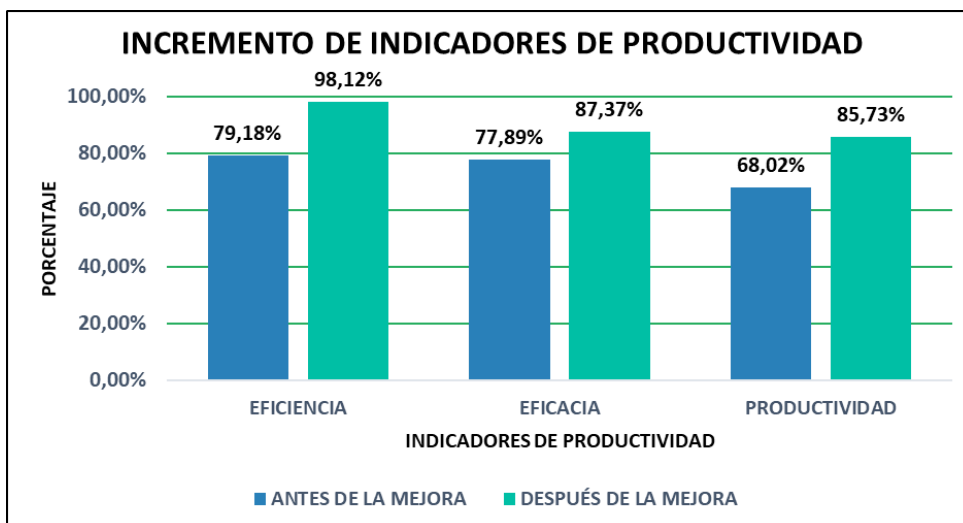


Gráfico 2-4. Cuadro comparativo del incremento de la productividad

Realizado por: Autores, 2022

4.2.2. Resultado del Plan de Mantenimiento

4.2.2.1. Evaluación de la Eficiencia Global de la Máquina (OEE)

A través del desarrollo de estrategias de Mantenimiento Autónomo que se encuentran implícitas en la metodología de las 5S's y del Plan de Mantenimiento Planificado Flexible se obtuvo un incremento del porcentaje del OEE como indicador en la industria que forma parte del TPM.

La comparación del incremento de la efectividad de la máquina evaluada durante el proceso productivo se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 3-4: Cuadro comparativo del incremento del índice OEE

EFICIENCIA GLOBAL DEL EQUIPO (OEE)			
INDICADOR	INICIAL	ACTUAL	INCREMENTO
DISPONIBILIDAD	79,18%	86,43%	7,25%
RENDIMIENTO	79,78%	91,19%	11,41%
CALIDAD	99,91%	99,94%	0,03%
OEE	65,59%	78,77%	13,18%

Realizado por: Autores, 2022

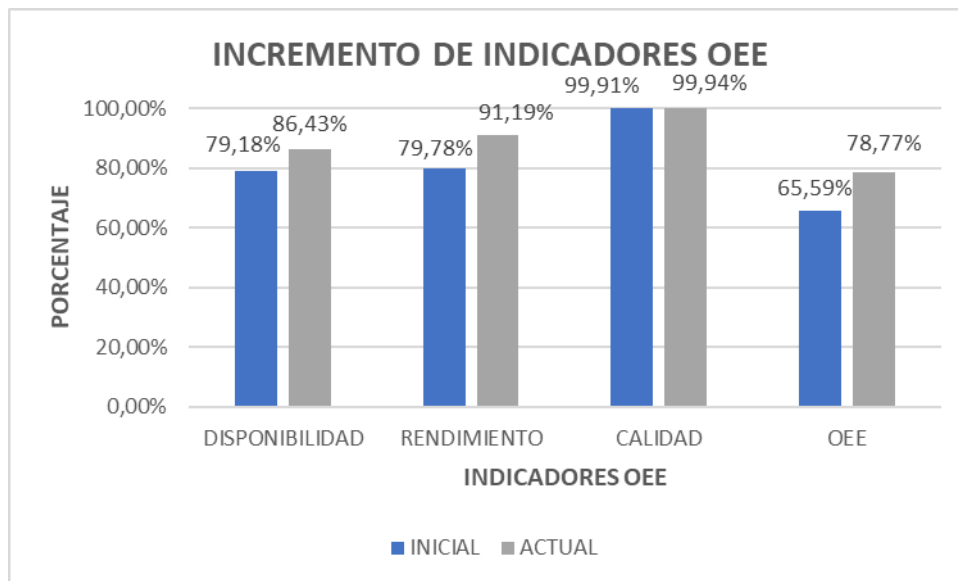


Gráfico 3-4. Cuadro comparativo del incremento del OEE de la máquina

Realizado por: Autores, 2022

Este indicador expresa una optimización de los recursos debido a que se trata de minimizar las “Seis Grandes Pérdidas” que considera el TPM que se pueden presentar en el equipamiento durante el proceso productivo en la industria, estas pérdidas son:

- Averías
- Esperas

- Micro paradas
- Velocidad reducida
- Defectos
- Retrabajos o reprocesos

4.2.2.2. Resultados de desperdicios

Como indica la Tabla 3-4 la tasa de calidad del proceso es alta, es decir, se obtiene un desperdicio de alambre poco significativo, el mismo que es utilizado para la elaboración de resortes y espirales que forman el panel, no obstante, se logró reducir aún más la cantidad de desperdicio generada por el proceso productivo después de la mejora en la línea de producción, logrando así incrementar la tasa de calidad.

Tabla 4-4: Cantidad reducida de desperdicio

	CANTIDAD (gr)	REFERENCIA EN PORCENTAJE	CANTIDAD REDUCIDA
PROMEDIO DE PESO INICIAL	580,5	100%	14%
PROMEDIO DE PESO ACTUAL	502	86%	

Realizado por: Autores, 2022

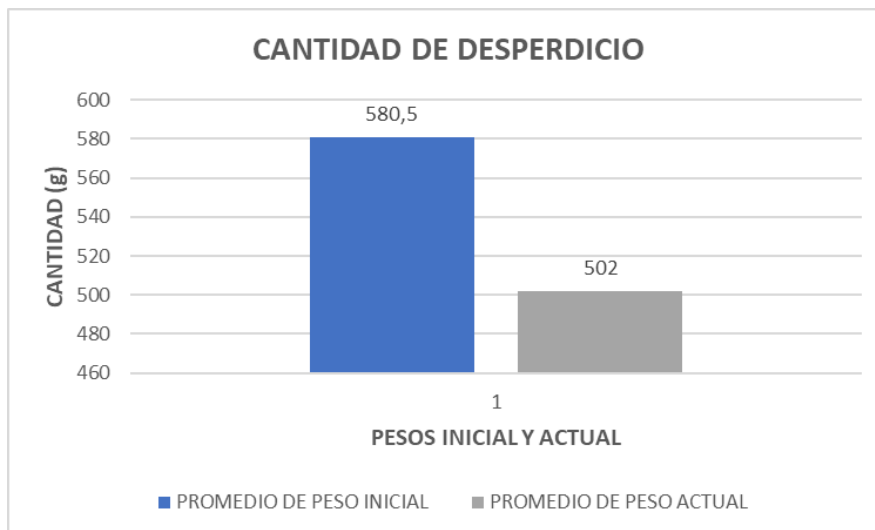


Gráfico 4-4. Reducción de la cantidad de desperdicio

Realizado por: Autores, 2022

4.2.2.3. Ingreso anual esperado después de la mejora

Con la finalidad de optimizar el proceso productivo de la línea automática de paneles, se espera un incremento en las utilidades de la empresa, por medio del aumento de unidades producidas

diarias de un panel para el producto que se fabrica (colchón de Resortes 135x190) en el puesto de trabajo y máquina estudiada.

Tabla 5-4: Ingresos anuales esperados

PANEL DE RESORTES (CR 135x190)	PRODUCCIÓN		REPRESENTACIÓN ECONÓMICA	
	Antes de la mejora	Después de la mejora	Antes de la mejora	Después de la mejora
Unidades/Hora	8	9	\$ 842,24	\$ 947,52
Unidades/Turno (Diurno)	60	67	\$ 6.316,80	\$ 7.053,76
Unidades/Año	13020	14539	\$ 1.370.745,60	\$ 1.530.665,92
INGRESOS ADICIONALES ANUALES:				\$ 159.920,32

Realizado por: Autores, 2022

CONCLUSIONES

- La situación actual de la línea de producción automática de paneles se evalúa mediante un diagrama causa-efecto, priorizando las principales causas para jerarquizarlas mediante una matriz de Holmes determinando las que inciden significativamente en las máquinas para poder contrarrestarlas.
- El desarrollo de un Plan de Gestión de Mantenimiento se realizó tomando en cuenta el mantenimiento planificado y autónomo teniendo como resultados:
 - o Un mantenimiento planificado que realiza actividades de inspección, limpieza, cambio y lubricación de las partes del sistema eléctrico y mecánico que están establecidos en gammas de mantenimiento diario, semanal, mensual, bimensual, semestral y anual, contribuyendo con la mitigación del número de fallos que se producen en el transcurso de la jornada laboral.
 - o Un mantenimiento autónomo que se basa en el orden y limpieza mediante hojas de procedimientos para el operador, las cuáles fomentan y prevalecen una cultura que logra resultados de inspección al momento de realizar limpieza para detectar posibles averías graves o leves de las Transfer, aumentando de esta manera, la motivación de los operadores y por consecuencia, mejora del proceso productivo.
- El plan de mantenimiento desarrollado se aplicó a las otras máquinas de la línea, debido que, al tener las mismas condiciones de fabricación, características, modelo, es posible aplicar a todas las máquinas de la línea ya que los paros ocurridos en el transcurso de la jornada laboral son similares.
- Con la implementación del plan de mantenimiento como una metodología de mejora continua se logró una mejora en el proceso de producción de:
 - Un incremento de un 53% a un 84% el cumplimiento de la filosofía basada en las 5S's.
 - Un incremento de un 65,59% a un 78,77% en la eficiencia global de la máquina (OEE).
- Para la evaluación del proceso productivo se realizó la medición de indicadores teniendo como resultados:
 - Una mejora de la eficiencia de un 79,18% a un 98,12%
 - Un aumento de la eficacia de un 77,89% a un 87,37%
 - Una mejora de la productividad de un 68,02% a un 85,73%
 - Una reducción de un 14% en la cantidad de desperdicio de alambre

- Con los cambios logrados en los índices e implementación de mejora continua, ayuda a la empresa a elevar el número de paneles producidos en la jornada laboral de 7 paneles por día.

RECOMENDACIONES

- Realizar auditorías semanales por parte del supervisor de la línea para garantizar el cumplimiento de la filosofía de las 5S`s implementado hasta obtener una cultura de cumplimiento por parte del operador.
- Efectuar capacitaciones mensuales a los operadores sobre la filosofía de las 5S`s de tal manera que tengan presente el grado de importancia e impacto que genera al realizar sus actividades diarias.
- Se sugiere capacitar con la continuidad del uso de las tarjetas rojas y verdes al operador, con la finalidad de lograr establecer actividades de mantenimiento futuras que resulten de una bitácora de seguimiento de estas tarjetas.
- Se recomienda tomar este plan de mantenimiento como base de la mejora continua, de manera que se pueda expandir a las diferentes líneas de la planta, con la finalidad de tener un mejor control de las máquinas y aumentar la productividad.
- Se recomienda implementar un software de mantenimiento para un mayor control y registros de las actividades que se realicen y tengan que realizar en todas las plantas de la empresa para mejorar el seguimiento de las actividades a realizar por el personal de mantenimiento.
- Fomentar con el control del OEE mensual por cada máquina para poder tener mayor confiabilidad de los equipos e identificar las diversas pérdidas con mayor fiabilidad

BIBLIOGRAFÍA

Alavedra, C; Gastelu, Y; Méndez, G; Minaya, C; Pineda, B; Prieto, K; & Ríos, K. “Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013”. *Ingeniería Industrial* [En línea], 2016, (Perú) (34), pág. 11-26. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 1025-9929. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=337450992001>

Boero, Carlos. *Mantenimiento Industrial* [En línea]. Córdoba: Universitarias, 2020. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/172523>

Cárdenas Badillo, Luis Antonio. Implementación de la metodología de las 5s en el proceso de servicio de mantenimiento de la empresa INOX hornos y equipos. [En línea] (Trabajo de titulación). (Postgrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador. 2018. Pág.5-83. [Consulta: 13 junio 2021]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/8109>

Gallará, Iván; & Pontelli, Daniel. *Mantenimiento Industrial* [En línea]. Córdoba: Universitarias, 2020. [Consulta: 20 junio 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/172527>

García, Oliverio. *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*. [En línea]. Bogotá: Ediciones de la U, 2012. [Consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <https://elibro.net/es/ereader/epoch/70203>

Gutiérrez, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. Tercera edición. México D.F.: Editorial McGraw-Hill, 2010. ISBN: 978-607-442-099-9, pág. 14.

Gutiérrez Pulido, Humberto & De la Vara Salazar, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma* [En línea]. Tercera Edición. Guanajuato, México: Editorial McGraw Hill, 2013. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: https://www.academia.edu/16455512/Control_Estad%C3%ADstico_de_la_Calidad_y_Seis_Sigma_3ed

Heizer, Jay y Render, Barry. *Principios de Administración de Operaciones*. Séptima edición. México: Pearson Educación, 2009. ISBN: 978-607-442-099-9, pág. 14.

Hernández Lamprea, Elieen Julieth.; Camargo Carreño, Zulieth Melissa.; & Martínez Sánchez, Paloma María Teresa. “Impacto de las 5S en la productividad, calidad, clima organizacional y seguridad industrial en la empresa Caucho metal Ltda”. *Revista chilena de ingeniería* [En línea], 2015, (Colombia) 23(1), pág. 107-117. [Consulta: 13 junio 2021]. ISSN 0718-3305. Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-33052015000100013&lng=e&nrm=iso

Isniah, Sarah.; Purba, Humiras.; & Debora, Fransisca. “Plan do check action (PDCA) method: literatura review and research issues”. *Jurnal Sistem dan Manajemen Industri* [En línea], 2020, (Indonesia) 04(01), pág. 72-81. [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 2580-2895. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/343384691_Plan_do_check_action_PDCA_method_literature_review_and_research_issues

León, J.; Castellanos, L.; Sarabia, E.; & Cano, Z. “Metodología 9S’s en grupo Spring”. Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable [En línea], 2016, (México) 01(11), pág. 58-63. [Consulta: 15 junio 2021]. ISSN 2448-7198. Disponible en: http://reingtec.itsoeh.edu.mx/docs/vol1_2016reingtec/ARTICULO_11.pdf

Lozada Cepeda, José Antonio. Elaboración de un plan de mantenimiento basado en el Mantenimiento Productivo Total (TPM) para la maquinaria de recuperación de turbinas del CIRT en la empresa CELEC EP – Hidroagoyán. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Carrera de Ingeniería Mecánica, Ambato, Ecuador. 2017. Pág. 44-143. [Consulta: 10 junio 2021]. Disponible en <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26077>

Llontop Mendoza, Lucio Antonio. Propuesta de implementación de mantenimiento productivo total (TPM) en el área de extracción de jugo trapiche para medir el impacto de la productividad de la agroindustria Pomalca SAA. [En línea] (Trabajo de titulación). (Postgrado) Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú. 2018. Pág. 16-166. [Consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/1426>

Miño, Gloria. Y otros. *Administración Industrial I. Cadena de suministro-producción-costos.* Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2018. ISBN: 978-9942-35-443-3, pág. 68.

Montero Vega, José Carlos; Díaz Rangel, César Augusto; Guevara Trujillo, Favián Enrique; Cepeda Rugeles, Augusto Herbet; Barrera Herrera, Juan Camilo. *Modelo para medición de eficiencia real de producción y administración integrada de información en Planta de Beneficio* [En línea]. Colombia: Javegraf, 2013. [Consulta: 30 junio 2021]. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/boletines/article/view/10824/10817>

Moreano Castillo, Fabián René.; & Pérez Vega, Efraín. “Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla en un sistema de transporte neumático”. *Dominio de las Ciencias* [En línea], 2020, (Ecuador) 6(4), pág. 307-323. [Consulta: 12 junio 2021]. ISSN 2477-8818. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1469>

NTP 679 -2004. *Análisis modal de fallos y efectos. AMFE*

NTE INEN ISO 2859-1: 2009. *Procedimientos de muestreo para inspección por atributos. Parte 1. Programas de muestreo clasificados por el nivel aceptable de calidad (AQL) para inspección lote a lote.*

Olarte, William.; Botero, Marcela.; & Cañon, Benhur. “Importancia del mantenimiento industrial dentro de los procesos de producción”. *Ingeniería Industrial* [En línea], 2010, (Colombia) 16(44), pág. 354-356. [Consulta: 13 junio 2021]. ISSN 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>

Rodríguez Machado, Antonio. Manual de Gestión de Mantenimiento [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, Santa Clara, Cuba. 2012. Pág. 1-129. [Consulta: 15 junio 2021]. Disponible en: <https://1library.co/document/y8g3pj0z-manual-de-gestion-de-mantenimiento.html>

Vasquez Espinoza, Anny Michell. Importancia del diagrama causa y efecto como herramienta para mejorar la gestión de calidad en la empresa LAAR COURIER [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias

Empresariales, Carrera de Comercio Internacional, Machala, Ecuador, 2018. Pág. 06-12. [Consulta: 14 junio 2021]. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/12058>

Fortunato Arévalo, Vílchez. Mantenimiento y su influencia en la productividad del área de fabricación de municiones de una empresa militar. [En línea] (Trabajo de titulación). (Postgrado) Universidad Nacional del Callao, Callao, Perú. 2017. Pág.18-49. [Consulta: 25 febrero 2022]. Disponible en: http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/3231/Arevalo%20Vilchez_POSG_RADO_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y


López Arias, Ernesto Andrés. El mantenimiento productivo total TPM y la importancia del recurso humano para su exitosa implementación. [En línea] (Trabajo de titulación). (Pregrado) Pontificia Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Industrial, Bogotá, Colombia, 2009. Pág. 14-110. [Consulta: 25 febrero 2022]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/7276/Tesis262.pdf>

ANEXO B. PONDERACIÓN DE FACTORES

FACTOR	CRITERIO	PONDERACIÓN
FRECUENCIA (FFF)	Mayor a 40 fallos por día	4
	Entre 20 a 40 fallos por día	3
	Entre 10 a 20 fallos por día	2
	Menos de 10 fallos por día	1
IMPACTO OPERACIONAL (IP)	Paro total del Equipo	4
	Paro arbitrario del Equipo	3
	Indisponibilidad del Equipo	2
	No hay significancia en otras actividades	1
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL (OP)	Tiempo de reparación alto (Sin stock)	5
	Reparación compleja (Stock parcial)	4
	Reparación sencilla (Stock parcial)	3
	Reparación compleja (Stock suficiente)	2
	Tiempo corto de reparación (Stock necesario)	1
COSTO DE MANTENIMIENTO (IS)	Mayor a \$100	5
	Entre \$70 y \$100	4
	Entre \$40 y \$70	3
	Entre \$10 y \$40	2
	Menor a \$10	1
IMPACTO SEGURIDAD (IS)	Muerte o invalidez	5
	Invalidez arbitraria o permanente	4
	Perjuicios o enfermedades rigurosas	3
	Perjuicios ligeros en operarios	2
	Sin significancia en la seguridad	1
TIEMPO PROMEDIO PARA REPARACIÓN (TPR)	Reparación mayor a 30 min	4
	Reparación entre 10-30 min	3
	Reparación entre 4-10 min	2
	Reparación entre 2-4 min	1

Fuente: Factores de frecuencia y consecuencia – Norma SAE JA1012.

ANEXO C. CUESTIONARIO SOBRE ANÁLISIS DE CRITICIDAD

	CUESTIONARIO PARA DETERMINAR EL NIVEL DE CRITICIDAD DE LAS MÁQUINAS TRANSFER		DIVISIÓN:	COLCHONES
			ÁREA:	PANELES
			FECHA:	2021-07-08
EMPRESA:	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	SUPERVISOR:	Ing. Rolando Ramirez	
ELABORADO POR:	Fonseca N., Mejía E.	APROBADO POR:	Ing. Diego Perez	
DEPARTAMENTO:	Línea de producción automática de paneles de resortes	PERÍODO:	Mayo-Septiembre	
Encuesta:				
Marque con una X dentro del recuadro la respuesta que mejor indique cuál es su criterio respecto a lo que se pregunta.				

NOMBRE DEL OPERADOR:		CÓDIGO:	
N° DE MÁQUINA TRANSFER:			

¿Cuál es la frecuencia de fallo que usted considera en la máquina Transfer?

Mayor a 40 fallos por día	
Entre 20 a 40 fallos por día	
Entre 10 a 20 fallos por día	
Menos de 10 fallos por día	

¿Cómo considera usted que influye el Impacto operacional de la máquina Transfer al ocurrir una falla?

Paro total del Equipo	
Paro arbitrario del equipo	
Indisponibilidad del Equipo	
No hay significancia	

¿Cómo considera usted que se realiza la flexibilidad operacional en la máquina Transfer al ocurrir una falla?

Tiempo de reparación alto (Sin stock)	
Reparación compleja (Stock parcial)	
Reparación sencilla (Stock parcial)	
Reparación compleja (Stock suficiente)	
Tiempo corto de reparación (Stock necesario)	

¿Al tener un paro considerable en la máquina Transfer, cuál cree que es el Costo de Mantenimiento?

Mayor a \$100	
Entre \$70 y \$100	
Entre \$40 y \$70	
Entre \$10 y \$40	
Menor a \$10	

¿Cuál cree usted que es el Impacto en la Seguridad al ocurrir un fallo en la máquina Transfer?

Muerte o Invalidez	
Invalidez arbitraria o permanente	
Perjuicios o enfermedades rigurosas	
Perjuicios ligeros en operarios	
Sin significancia en la seguridad	


¿Cuál cree usted que es el tiempo promedio de reparación al ocurrir un fallo en la máquina Transfer?

Reparación mayor a 30 min	
Reparación entre 10-30 min	
Reparación entre 4-10 min	
Reparación entre 2-4 min	
Reparación menor a 2 min	

ANEXO D. PROCESAMIENTO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL OEE

Fecha	TIEMPOS		CALIDAD	PRODUCCIÓN		Disponibilidad	Rendimiento	Calidad	OEE
	Tiempo Operativo (min)	Tiempo Operativo Neto (min)	Deperdicio (kg)	μ	kg				
2021-07-12	415	364	0,67	70	892,64	100,00%	87,72%	99,92%	87,65%
2021-07-13	390	305	0,50	72	918,14	93,98%	78,18%	99,95%	73,43%
2021-07-14	404	404	0,79	70	892,64	97,35%	100,00%	99,91%	97,26%
2021-07-15	394	329,52	0,52	72	918,14	94,94%	83,63%	99,94%	79,36%
2021-07-16	232	232	0,19	52	663,10	55,90%	100,00%	99,97%	55,89%
2021-07-19	40	18	0,12	8	102,02	9,64%	45,20%	99,88%	4,35%
2021-07-20	352	285	0,38	70	892,64	84,82%	80,89%	99,96%	68,58%
2021-07-21	369	264	0,72	70	892,64	88,92%	71,66%	99,92%	63,67%
2021-07-22	198	132	1,48	38	484,58	78,26%	66,73%	99,69%	52,06%
2021-07-23	365	306	0,43	70	892,64	87,95%	83,78%	99,95%	73,65%
RESULTADO:	315,9	264	0,58	59,2	754,92	79,18%	79,78%	99,91%	65,59%

ANEXO E. CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN INICIAL DE LAS 5S'S

		EVALUACIÓN INICIAL DEL PROGRAMA DE LAS 5S'S		DIVISIÓN:	COLCHONES
				ÁREA:	PANELES
				FECHA:	2021-07-26
EMPRESA:	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	SUPERVISOR:	Ing. Rolando Ramirez		
ELABORADO POR:	Fonseca N., Mejía E.	APROBADO POR:	Ing. Diego Perez		
DEPARTAMENTO:	Línea de producción automática de paneles de resortes	PERÍODO:	Mayo-Septiembre		
Marque con una X dentro del recuadro la respuesta que mejor indique cuál es su criterio respecto a lo que se pregunta.					

NOMBRE DEL OPERADOR:		CÓDIGO:	
-----------------------------	--	----------------	--

CRITERIOS DE EVALUCACIÓN				
0	1	2	3	4
Muy Deficiente	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno

N°	SEIRI – SELECCIONAR, CLASIFICAR	0	1	2	3	4
1	¿Cómo califica la ubicación de sus herramientas de trabajo?					
2	¿Cómo es el grado de clasificación de las herramientas, materiales e insumos en su lugar de trabajo?					
3	¿Cómo califica la capacidad para distinguir lo necesario e innecesario en su lugar de trabajo?					

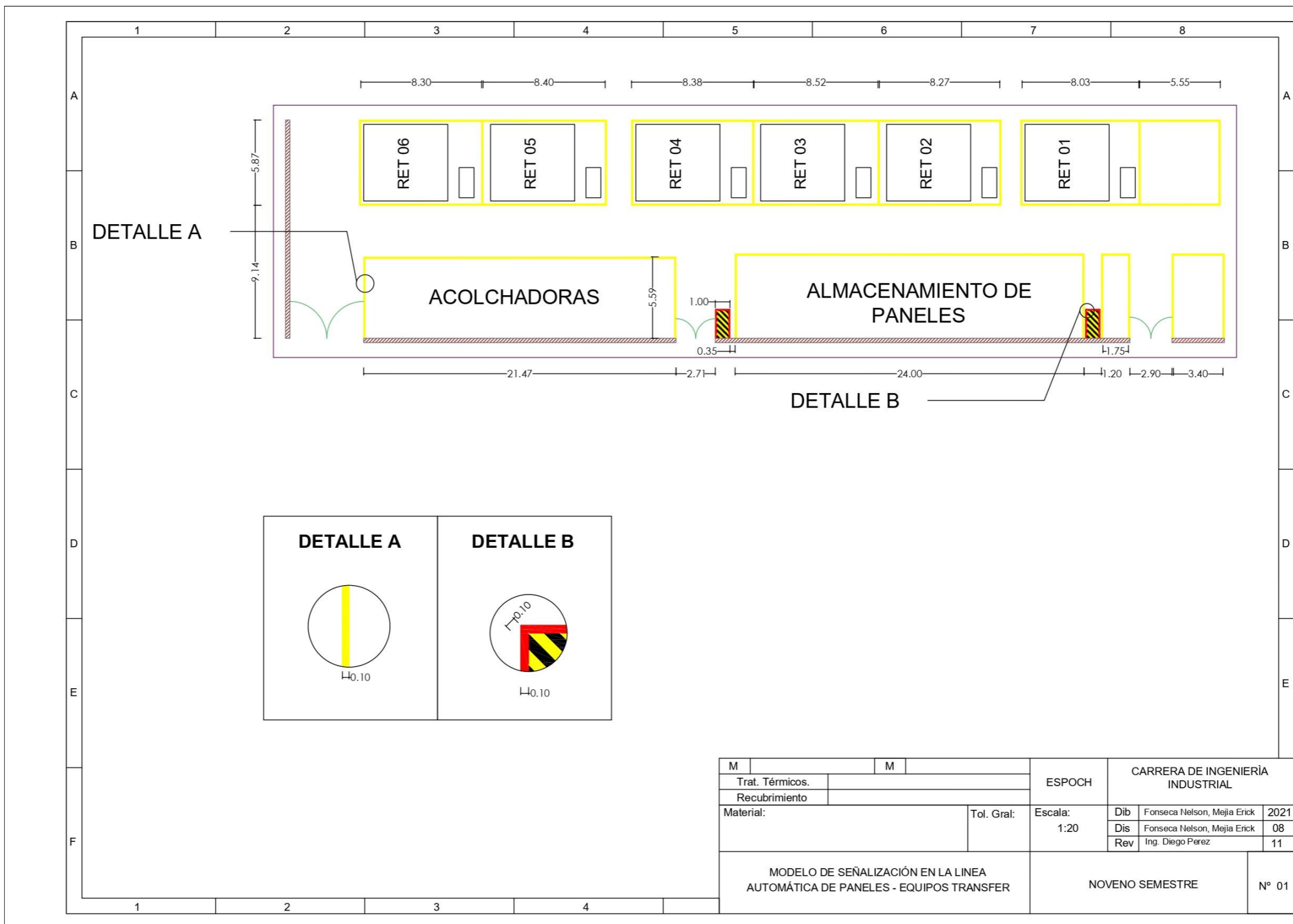
		0	1	2	3	4
SEITON – ORDENAR						
4	¿Cómo califica el orden en general de su lugar de trabajo?					
5	¿Cómo califica disposición física de herramientas y elementos de trabajo?					
6	¿Cómo califica la señalización de su área de trabajo?					
7	¿Cómo califica la designación de un lugar para cada cosa y su respectivo etiquetado?					

		0	1	2	3	4
SEISO – LIMPIAR						
8	¿Actualmente cómo es la limpieza de su lugar de trabajo, máquina, herramientas, etc?					
9	¿Los recipientes están limpios y con su respectiva etiqueta?					
10	¿Cómo califica la rutina de limpieza diaria de las máquinas?					
11	¿Cómo califica la inspección y registro de elementos de la máquina durante el desarrollo de la limpieza?					

		0	1	2	3	4
SEIKETSU – ESTANDARIZAR						
12	¿Las áreas de trabajo se encuentran correctamente señalizadas?					
13	¿Cómo califica la distribución de tareas de limpieza en el tiempo de su área de trabajo?					
14	¿Los desechos de basura, residuos de aceite y esponjas contaminadas están depositados correctamente?					

		0	1	2	3	4
SHITSUKE – DISCIPLINA, SEGUIMIENTO						
15	¿Cómo es el cumplimiento de las personas en tareas de limpieza de las máquinas y áreas de trabajo?					
16	¿Cómo es el cumplimiento del personal con el orden, limpieza e inspección?					
17	¿Cómo califica el cuidado y conservación de las herramientas de trabajo por parte del personal?					

ANEXO F. PLANO DE SEÑALIZACIÓN DE LA LÍNEA



ANEXO G. CRONOGRAMA DE LIMPIEZA PARA MÁQUINAS TRANSFER

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA PARA OPERARIOS DE LA LÍNEA DE MÁQUINAS TRANSFER										
ITEM	ACTIVIDADES A REALIZAR	MÁQUINA	FRECUENCIA	INICIO	FIN	SEMANAL				
						L	M	M	J	V
1	Hoja de procedimiento 01	Transfer 01	Una vez a la semana	14:00	15:00	■				
2	Hoja de procedimiento 02	Transfer 01	Una vez a la semana	14:00	15:00		■			
3	Hoja de procedimiento 01	Transfer 02	Una vez a la semana	14:00	15:00			■		
4	Hoja de procedimiento 02	Transfer 02	Una vez a la semana	14:00	15:00				■	
5	Hoja de procedimiento 03	Transfer 01 y 02	Diariamente	15:00	15:30	■	■	■	■	■

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA PARA OPERARIOS DE LA LÍNEA DE MÁQUINAS TRANSFER										
ITEM	ACTIVIDADES A REALIZAR	MÁQUINA	FRECUENCIA	INICIO	FIN	SEMANAL				
						L	M	M	J	V
1	Hoja de procedimiento 01	Transfer 03	Una vez a la semana	14:00	15:00	■				
2	Hoja de procedimiento 02	Transfer 03	Una vez a la semana	14:00	15:00		■			
3	Hoja de procedimiento 01	Transfer 04	Una vez a la semana	14:00	15:00			■		
4	Hoja de procedimiento 02	Transfer 04	Una vez a la semana	14:00	15:00				■	
5	Hoja de procedimiento 03	Transfer 03 y 04	Diariamente	15:00	15:30	■	■	■	■	■

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES DE LIMPIEZA PARA OPERARIOS DE LA LÍNEA DE MÁQUINAS TRANSFER										
ITEM	ACTIVIDADES A REALIZAR	MÁQUINA	FRECUENCIA	INICIO	FIN	SEMANAL				
						L	M	M	J	V
1	Hoja de procedimiento 01	Transfer 05	Una vez a la semana	14:00	15:00	■				
2	Hoja de procedimiento 02	Transfer 05	Una vez a la semana	14:00	15:00		■			
3	Hoja de procedimiento 01	Transfer 06	Una vez a la semana	14:00	15:00			■		
4	Hoja de procedimiento 02	Transfer 06	Una vez a la semana	14:00	15:00				■	
5	Hoja de procedimiento 03	Transfer 05 y 06	Diariamente	15:00	15:30	■	■	■	■	■

ANEXO H. HOJAS DE PROCEDIMIENTO PARA MÁQUINAS TRANSFER

Línea de máquinas Transfer

Elaborado por : Fonseca, Mejía

Aprobado por: Ing. Diego Pérez

HOJA DE PROCEDIMIENTO

01



NOMBRE DEL SITIO A LIMPIAR:

Máquina Transfer

ZONA O PARTE A INSPECCIONAR Y LIMPIAR:

Resortero (formación de resortes tipo bonelli)

PERSONAS A INTERVENIR EN LA LIMPIEZA:

Operador

ELEMENTOS DE LIMPIEZA NECESARIOS:

- Esponja
- Unidad de pulverizado
- Diesel

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR :



TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

Una hora

INDICACIONES A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

- 1.- Mediante la unidad de pulverizado, disipar la limalla, polvo y suciedad existentes en las piezas internas del resortero.
- 2.- Eliminar el polvo acumulado en los cables con la unidad de pulverizado.
- 3.- Limpiar las piezas externas de la zona utilizando esponjas, Diesel y la unidad de pulverizado
- 4.- Retirar los resortes que se encuentren acumulados en el piso del resortero y ubicarlos en el deposito de desechos color gris.
- 5.- Ubicar los elementos de limpieza contaminados en el deposito de desechos color naranja.

NOTA:

Al realizar la limpieza el operador deberá realizar inspecciones visuales con el objeto de notificar en las tarjetas amarillas al supervisor y proceder a realizar acciones correctivas o preventivas.

IMÁGENES DE LA ZONA LIMPIA:



Línea de máquinas Transfer

Elaborado por : Fonseca, Mejía

Aprobado por: Ing. Diego Pérez

HOJA DE PROCEDIMIENTO 02



NOMBRE DEL SITIO A LIMPIAR:

Máquina Transfer

ZONA O PARTE A INSPECCIONAR Y LIMPIAR:

Ensambladora (formador del panel)

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR :



PERSONAS A INTERVENIR EN LA LIMPIEZA:

OPERADOR

ELEMENTOS DE LIMPIEZA NECESARIOS:

- Esponja
- Unidad de pulverizado
- Diesel

TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

Una hora

INDICACIONES A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

- 1.- Mediante la unidad de pulverizado, remover la limalla y residuos acumulados en las piezas principales como mordazas, ruedas de arrastre, formador de espiral
- 2.- Con una esponja remojada con Diesel limpiar las piezas y remover los residuos acumulados.
- 3.- Limpiar las bandejas y depósitos almacenados de aceite con una esponja y Diesel.
- 4.- Limpiar las zonas visibles debajo de los sensores y cubiertas de los motores.
- 5.- Retirar los resortes y espirales acumulados en el piso y ubicarlos en el deposito de desechos color gris.
- 6.- Ubicar los elementos de limpieza contaminados en el deposito para desechos color naranja.

NOTA:

Al realizar la limpieza el operador deberá realizar inspecciones visuales con el objeto de notificar en las tarjetas amarillas al supervisor y proceder a realizar acciones correctivas o preventivas.

IMÁGENES DE LA ZONA LIMPIA:



HOJA DE PROCEDIMIENTO 03



NOMBRE DEL SITIO A LIMPIAR:

Máquina Transfer

ZONA O PARTE A INSPECCIONAR Y LIMPIAR:

Pisos y unidades de protección

IMAGEN DE LA ZONA A LIMPIAR :



PERSONAS A INTERVENIR EN LA LIMPIEZA:

OPERADOR

ELEMENTOS DE LIMPIEZA NECESARIOS:

- Esponja
- Recogedor
- Diesel
- Escoba

TIEMPO PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

Treinta minutos

INDICACIONES A SEGUIR PARA REALIZAR LA LIMPIEZA:

- 1.- Con una esponja y Diesel limpiar las unidades de protección, tableros de mando y compuertas frontales, laterales y superiores.
- 2.- Desechar los elementos innecesarios que se encuentren ubicados en tablero de control eléctrico de la ensambladora.
- 3.- Remover la grasa del piso teniendo cuidado de destruir la señalética y limpiar los desechos en su totalidad.
- 4.- Ubicar los residuos obtenidos de esta limpieza en el deposito para desechos color café.
- 5.- Los elementos de limpieza utilizados que estén contaminados ubicar en el deposito para desechos color naranja.


NOTA:

Al realizar la limpieza el operador deberá realizar inspecciones visuales con el objeto de notificar en las tarjetas amarillas al supervisor y proceder a realizar acciones correctivas o preventivas.


IMÁGENES DE LA ZONA LIMPIA:



ANEXO I. CHECK LIST DE CONTROL DE HERRAMIENTAS A OPERARIOS

		CHECK LIST DE CONTROL DE HERRAMIENTAS		
		ÁREA DE PANELES DE RESORTES		
LINEA DE PRODUCCIÓN AUTOMÁTICA DE PANELES				
OPERADOR: _____		FECHA: _____		
Nº TRANSFER: _____		JORNADA: _____		
ÍTEM	ELEMENTO	SI	NO	OBSERVACIONES
1	Llave de boca Nº 08			
2	Llave de boca Nº 10			
3	Llave de boca Nº 13			
4	Llave de boca Nº 14			
5	Llave de boca Nº 16			
6	Llave de boca Nº 17			
7	Llave de boca Nº 18			
8	Llave de boca Nº 19			
9	Juego de hexagonales			
10	Caja portaherramientas			
11	Regla metálica			
12	Flexómetro			
13	Unidad de pulverizado			
14	Llave pico de loro			
FIRMAS DE RESPONSABILIDAD:				
_____ Ing. Rolando Ramirez SUPERVISOR		_____ Sr. OPERADOR		

ANEXO J. FICHA TÉCNICA DE LA MÁQUINA “TRANSFER N° 1”

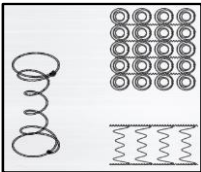
	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES ÁREA DE PANELES	FECHA DOC.:	2021-07-19
		CÓDIGO:	
		VERSIÓN:	V1

FICHA TÉCNICA					
REALIZADO POR:	FONSECA N., MEJÍA E.	2021-07-19	REVISADO POR:	ING. DIEGO PÉREZ	2021-07-29

CARACTERÍSTICAS GENERALES	
MÁQUINA - EQUIPO:	LÍNEA DE TRANSFERENCIA COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA PARA UNIDADES DE RESORTES INTERNOS TIPO "BONELL"
CÓDIGO INVENTARIO:	RET 01
FABRICANTE:	SHAOXING HUAJIAN MATTRESS MACHINERY CO., LTD.
TELÉFONOS DEL FABRICANTE:	0086-575-88204668 // 0086-575-88012707
PÁGINA WEB Y CORREO DEL FABRICANTE:	www.mattressmachine.net // huajian@mattressmachine.net
ORIGEN:	Zhejiang - RP China
MODELO:	SX-820i
NÚMERO DE SERIE:	17 12 99
AÑO DE FABRICACIÓN:	2017
ESTADO:	Operativo




DATOS TÉCNICOS	
CAPACIDAD:	80 PANELES / 8 HORAS
POTENCIA TOTAL:	10 KVA
REQUISITO DE ENERGÍA:	380 V - TRIFÁSICO - 50 - 60 Hz Opcional (415 V, 480 V, 200 V)
POTENCIA MÁQUINA RESORTERA:	4 KVA
POTENCIA MÁQUINA DE ENSAMBLADO:	3 KVA
POTENCIA DE MÁQUINA DE TRANSFERENCIA:	0,75 KVA
PESO NETO APROXIMADO:	5300 kg
DIMENSIONES:	5300 x 2300 x 1900 mm
ÁREA DE TRABAJO:	9500 - 8500 mm

CARACTERÍSTICAS DE PROCESAMIENTO	
	
ANCHO MÁXIMO DE PANEL:	2000 mm
ANILLO DEL EXTREMO DEL RESORTE:	Ø 72 - Ø 87 mm
DIÁMETRO DE ALAMBRE - RESORTE	Ø 1,9 - Ø 2,4 mm
DIÁMETRO DE ALAMBRE - ESPIRAL	Ø 1,3 - Ø 1,5 mm
ALTURA RESORTE:	100 - 180 mm
GIRO DEL RESORTE:	4 - 7 vueltas

DISPOSITIVOS			
DRIVE		DELTA VFD-B 2, 2 Kw (4 dispositivos)	
		DELTA VFD-B 1, 5 Kw (1 dispositivo)	
PANTALLA		B&R (4PP320.0571-01) (1 dispositivo)	
		DELTA (DOP-B05S111) (1 dispositivo)	
PLC's	B&R - X20 BR9300	MÓDULOS	X20DI6371 (1 dispositivo)
			X20DI9371 (2 dispositivos)
			X20PS2100 (1 dispositivo)
			X20A02622 (1 dispositivo)
			X20DO6321 (1 dispositivo)
	Delta (DVP-12SA2)	MÓDULOS	DVP-16SP (3 dispositivos)
	Delta (DVP-28SV)	MÓDULOS	DVP-16SP (3 dispositivos)
			DVP-08SN (4 dispositivos)
SERVO DRIVE			
DEA OUR		(2 dispositivos)	
B&R (ACOPOS) (8V1045.00-2)		(1 dispositivo)	
DELTA (ASDA-A2-1021-L)		(2 dispositivos)	
SERVO MOTOR			
130ST M07725		(2 dispositivos)	
B&R (M3LGC006342)		(1 dispositivo)	
DELTA (ECMA-E21310RS)		(1 dispositivo)	
SISTEMAS			
DESCRIPCIÓN		DENOMINACIÓN	
Sistema de enrollado de alambre		SX820 - 80	
Sistema de transferencia automático		SX820	
Sistema de ensamblado		SX820 - 200	
Sistema de desplazamiento		S / D	
<p>FUNCIÓN: Esta máquina está diseñada para producir paneles de resortes internos tipo "bonell" a través de tres sistemas principales: enrollado (resortero), transferencia y ensamble (ensamblador). Inicialmente se forman los resortes y reciben tratamiento térmico en una cámara, después los resortes son desplazados por un sistema de transferencia automático para posteriormente ser ordenados y ensamblados en la parte superior e inferior a través de alambre en forma de espiral, lo que da como resultado la conformación de un panel apto para el posterior procesamiento dentro del sistema productivo para la conformación de colchones.</p>			

ANEXO K. LEVANTAMIENTO DE PARTES DE LA MÁQUINA “TRANSFER”

	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN DE POLIURETANO - COLCHONES		FECHA:	2021-07-25
			ÁREA:	PANELES
			VERSIÓN:	V1
LEVANTAMIENTO DE PARTES				
MÁQUINA DE TRANSFERENCIA COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA PARA UNIDADES DE RESORTES TIPO "BONELL"				
ELABORADO POR:	FONSECA N., MEJÍA E.	2021-07-25	REVISADO POR:	ING. ROLANDO RAMIREZ 2021-08-05
Sistema	Componente	Elemento		
Resortero SX820-80	Enrollado y corte de resortes	Ruedas enderezadoras de alambre para resortes		
		Unidad de cortador fijo de resortes - Cuchilla de widia de 8 mm		
		Unidad de cortador móvil de resortes - Cuchilla de widia de 6 mm		
		Ruedas de avance del alambre para resortes		
		Rodamientos de cuchillas		
		Correas de transmisión		
		Tapa triangular de cortadores		
		Encoder de la unidad de enrollado y corte de resortes		
		Sistema de lubricación de la unidad de enrollado de alambre del resortero		
		Unidad de transferencia escalonada del resortero		
		Unidad de enrollado y corte de resortes (cadena, piñones, chumaceras)		
		Servo motor de enrollado de resortes (B&R M3LGC006342)		
		Motor de la unidad de enrollado y corte de resortes (A0121040017)		
		Caja reductora del motor de la unidad de enrollado y corte de resortes		
	Transferencia de resortes	Soportes de brazos de transferencia		
		Unidad de transferencia de resortes - Brazos (rodamientos)		
		Cerámicas de brazos de transferencia		
		Soporte de placa del muelle		
	Unidad de anudadores	Carretes del anudador		
		Inserto de rueda excéntrica		
		Tornillos de unidad de anudadores		
		Pernos mordazas de anudadores		
		Sistema de lubricación de la unidad de anudadores del resortero		
		Unidad de anudadores del resortero (rodamientos)		
		2 Servomotores de anudadores (DELTA ECMA-E21310RS)		
		2 Reductores de velocidad de servo motores de anudadores (A0121080008)		
	Tratamiento térmico de resortes	Lámina de bronce (Pastilla de temple)		
		Electrodo de la unidad de tratamiento térmico		
		Bobina de la unidad de tratamiento térmico		
		Deslizador lineal de transferencia (Patín)		

Ensamblador SX820-200	Enrollado de alambre para espiral y ensamble de resortes	Ruedas de avance del alambre para espiral
		Formador de alambre espiral
		Unidad de moldeo de espiral (caja de aceite)
		Mordazas de espirales (superiores e inferiores)
		Unidad de accionamiento de mordazas de espirales (piñones)
		Cuchillas fijas y móviles de corte del espiral (widias)
		Pernos avellanados de mordazas
		Soporte de mordaza con garfio
		Rodillos de levas de abrazaderas
		Unidad de desplazamiento de carriage de ensamble
		Motor de freno de desplazamiento de mordazas (A0121040020)
		2 Motores de unidad de moldeo de alambre espiral (A0121040009)
		2 Sensores de unidad de moldeo de alambre espiral (A02040028)
		Servo motor de carriage de ensamble (130ST M07725)
		Reductor de velocidad del servo motor de carriage de ensamble (A0121080040)
		Sensores de presencia de carriage de ensamble (A0145490231)
Transferencia SX820	Unidad de transmisión por correa	Unidad de rueda hexagonal de transferencia (Chumaceras y bujes)
		Micro motores de paso controlados por sensores (A0121040003)
		Sensores de presencia de resortes (A02040034)
		Correas de transmisión
		Ruedas tensoras de correas de transmisión (Rodamientos)
		Actuador rotador de giro para primer resorte (Micro motor y micro motor de paso)
		Finales de carrera
		Empujador de resortes
		Unidad de desplazamiento de carriage de transferencia
		Servo motor de carriage de transferencia (130ST M07725)
		Reductor de velocidad del servo motor de carriage de transferencia (A0121080040)
		Sensores de presencia de carriage de transferencia (A0145490231)
Alimentación de alambre		Ruedas guía de alambre para resortero
		Spider del resortero (ruedas plásticas)
		Motor del spider del resortero (A0121040017)
		Caja reductora de velocidad del motor del spider del resortero (A0121080020)

Control eléctrico	Caja de control eléctrico principal	Sistema de ventilación principal
		Drives (DELTA) - (VFD-B 2,2 Kw)
		Servo Drive (B&R ACOPOS) - (8V 1045.00-2)
		Servo Drive (DELTA) - (ASDA-A2-1021-L)
		Variadores de frecuencia, guardamotors, disyuntors, contactores, relés y térmicos
	Caja de control eléctrico local (Sistema de Ensamble)	Sistema de ventilación local 1
		Drives (DELTA) - (VFD-B 2,2 Kw)
		Drives (DELTA) - (VFD-B 1,5 Kw)
		PLC (DELTA) (DVP-12SA2) - Módulos (DVP-16SP)
		Servo Drive (DEA OUR)
		Variadores de frecuencia, guardamotors, disyuntors, contactores, relés y térmicos
	Caja de control eléctrico local (Sistema de Transferencia)	Sistema de ventilación local 2
		PLC (DELTA) (DVP-28SV) - Módulos (DVP-16SP) y (DVP-08SN)
Servo Drive (DEA OUR)		
Variadores de frecuencia, guardamotors, disyuntors, contactores, relés y térmicos		


ANEXO L. ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE) DE LA MÁQUINA “TRANSFER”

		PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN DE POLIURETANO - COLCHONES					FECHA DOC.:		2021-07-19			
							ÁREA:		PANELES			
							VERSIÓN:		V1			
ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS (AMFE)												
MÁQUINA DE TRANSFERENCIA COMPLETAMENTE AUTOMÁTICA PARA UNIDADES DE RESORTES TIPO BONELL - "TRANSFER"												
REALIZADO POR:			FONSECA N., MEJÍA E.		2021-07-19		REVISADO POR:			ING. ROLANDO RAMÍREZ		-
Componente	Elemento	Función	Modo del fallo	Efecto del fallo	G	Causas del fallo	F	D	IPR	Acciones correctora	Responsables	
Enrollado y corte de resortes	Ruedas enderezadoras de alambre para resortes	Enderezado de alambre	Desgaste, aislamiento o fracturas	Pérdida de diámetro del resorte	6	Dureza del alambre	3	2	36	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	Operador	
	Unidad de cortador fijo de resortes - Cuchilla de widia de 8 mm	Corte transversal de alambre	Falla el corte del resorte	Defectos en las puntas del resorte, atasco de resortes en correa	7	Calibración incorrecta - Dureza del alabre	6	5	210	Limpiar, inspeccionar y reemplazar si presenta fisuras o fracturas	Operador	
	Unidad de cortador móvil de resortes - Cuchilla de widia de 6 mm	Corte longitudinal de alambre	Falla el corte del resorte	Defectos en las puntas del resorte, atasco de resortes en correa	7	Calibración incorrecta - Dureza del alabre	6	5	210	Limpiar, inspeccionar y reemplazar si presenta fisuras o fracturas	Operador	
	Ruedas de avance del alambre para resortes	Desplazamiento del alambre	Desgaste, aislamiento o fracturas	No alimenta de alambre al sistema	9	Falta de limpieza y presencia de limalla	4	4	144	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	Mecánico	
	Rodamientos de cuchillas	Reduce la fricción entre los dispositivos móviles	Desgaste, deformación o fracturas	No transporta el cortador móvil	7	Falta de limpieza y lubricación	3	4	84	Limpieza de superficie y ranuras - Lubricación	Operador	
	Correas de transmisión	Transmisión mecánica de movimiento	Desgaste de dientes - grietas en el dorso	Pérdida de sincronización de los sistemas	9	Falta de limpieza, presencia de limalla, aceites y grasas	2	7	126	Limpieza e inspección visual	Operador	
	Tapa triangular de cortadores	Protección de cuchillas	Presencia de fisuras y/o fracturas	Pérdida de protección de cuchillas	2	Dureza del alambre, falta de inspección visual	2	1	4	Inspección visual	Operador	
	Encoder de la unidad de enrollado y corte de resortes	Convierte el movimiento en una señal eléctrica	Falla sincronización del sistema	Se detiene completamente la máquina	9	Falta de limpieza, presencia de limalla, aceites y grasas	3	9	243	Limpieza e inspección visual	Operador - Eléctrico	
	Unidad de transferencia escalonada del resortero	Permite la transmisión escalonada para accionar la unidad de transferencia de resortes	Atasco de cadena	Se detiene completamente la máquina	9	Falta de lubricación	2	2	36	Sustituir grasa de chumaceras	Mecánico	
	Unidad de enrollado y corte de resortes (cadena, piñones, chumaceras)	Genera el enrollado y corte de los resortes	Falla de mecanismos	Se detiene completamente la máquina	9	Presencia de limalla y falta de lubricación	3	2	54	Limpieza, lubricación de cadena de transmisión, piñones y sustitución de grasa de rodamientos y chumaceras.	Mecánico	

Transferencia de resortes	Soportes de brazos de transferencia	Sujeción y firmeza del brazo	Presencia de fisuras y/o fracturas	Se detiene completamente la máquina	9	Falta de inspección visual, dimensiones incorrectas del resorte	3	2	54	Inspección de funcionamiento y presencia de fisuras y/o fracturas	Operador
	Unidad de transferencia de resortes - Brazos (rodamientos)	Movimiento de leva interna	Desgaste, deformación o fracturas	Caida frecuente de resortes	7	Falta de limpieza y lubricación	4	3	84	Limpiar y engrasar rodamientos de los brazos de transferencia	Mecánico
	Cerámicas de brazos de transferencia	Sujeción del resorte	Desgaste de cerámicas	Caida frecuente de resortes	8	Altas temperaturas por tratamiento térmico	5	3	120	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	Operador
	Soporte de placa del muelle	Soportar muelle del sistema de transferencia	Desgaste por fricción	Pérdida de fuerza de unidad de transferencia - Se detiene completamente la máquina	9	Soporte de poco espesor (1 mm)	2	1	18	Inspeccionar y reemplazar si presenta desgaste	Mecánico
Unidad de anudadores de resortes	Carretes del anudador	Genera nudo de resorte	Rotura de dientes	Nudo defectuoso del resorte - Se detiene completamente la máquina	9	Dureza del alambre, puntas con corte defectuoso del resorte	3	6	162	Inspeccionar y reemplazar si presentan fisuras o fracturas	Operador
	Inserto de rueda excéntrica	Sujeción del primer diente del carrete	Fractura de inserto	Nudo defectuoso del resorte - Se detiene completamente la máquina	9	Dureza del alambre, puntas con corte defectuoso del resorte	3	6	162	Inspección de la presencia de fisuras o fracturas	Operador
	Tornillos y pernos de mordazas de unidad de anudadores	Ajuste y sujeción de mordazas de unidad de anudadores	Aislamiento, fisuras o fracturas	Desajuste	6	Calibración o ajuste incorrecto	5	2	60	Inspeccionar, reajustar y reemplazar si presentan aislamiento, fisuras o fracturas	Operador
	Unidad de anudadores del resortero (rodamientos)	Reduce la fricción entre los dispositivos móviles	Desgaste, deformación o fracturas	Incremento de fricción de partes móviles	6	Falta de lubricación	1	7	42	Limpiar y engrasar rodamientos	Mecánico
Tratamiento térmico de resortes	Lámina de bronce (Pastilla de temple)	Metal base para el tratamiento térmico - temple	Pérdida de espesor	Defectos de templado en el resorte	4	Dimensiones incorrectas del resorte	4	2	32	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	Eléctrico
	Electrodo de la unidad de tratamiento térmico	Proporciona resistencia al acero	Desgaste	Defectos de templado en el resorte	4	Característico del proceso	2	3	24	Inspeccionar y reemplazar si está dañado o desgastado	Eléctrico
	Bobina de la unidad de tratamiento térmico	Genera movimiento lineal a través de un campo magnético	Obstrucción del movimiento	Defectos de templado en el resorte	4	Falta de limpieza interna y externa	4	3	48	Desmontaje, limpieza e inspección	Eléctrico
	Deslizador lineal de transferencia (Patín)	Permite el desplazamiento del resorte hacia la correa de	Obstrucción del movimiento	No llega el resorte a la correa de transmisión	7	Falta de limpieza y lubricación	3	5	105	Limpieza - Lubricación	Operador
Instrumentación	Sensores de unidad de moldeo de alambre espiral (A02040028)	Responder a un movimiento físico	No controla correctamente los motores	Pérdida de sincronización	8	Funcionamiento defectuoso y/o desajuste de terminales	2	4	64	Inspección de funcionamiento y ajuste de terminales	Eléctrico
	Sensores de posición de carriages: Ensamble y Transferencia (A0145490231)	Controla válvulas y actuadores	Lectura errónea de parámetros	Se sincroniza incorrectamente el desplazamiento de los carriages	7	Funcionamiento defectuoso y/o desajuste de terminales	2	5	70	Inspección de funcionamiento y ajuste de terminales	Eléctrico
	Sensores de presencia de resortes (A02040034)	Responder a un movimiento físico	No detecta la presencia de resortes	No contabiliza correctamente los resortes que ingresan a la correa	3	Falta de inspección y presencia de quemaduras en cables	5	4	60	Inspección de funcionamiento y presencia de quemaduras en los cables de conexión	Eléctrico
Sistemas de lubricación	Lubricación de la unidad de enrollado de alambre del resortero	Creación de películas de aceite en elementos para evitar desgaste excesivo	Resecamiento de cajas	No lubrica correctamente todos los elementos del sistema	7	Falta de limpieza del sistema de lubricación	4	6	168	Limpieza de cañerías, filtros y depósito	Mecánico
	Lubricación de la unidad de anudadores del resortero		Quemaduras por fricción			Cambio de aceite					
	Lubricación de la unidad de moldeo de alambre espiral		Taponamiento de cañerías			Pulverizado					

Enrollado de alambre para espiral y ensamble de resortes	Ruedas de avance del alambre para espiral	Desplazamiento del alambre para espirales	Desgaste, aislamiento o fracturas	No alimenta de alambre al sistema de moldeo de espiral	9	Falta de limpieza y presencia de limalla	3	5	135	Limpieza y pulverización de ruedas, base y elementos de la unidad	Operador
	Formador de alambre espiral	Forma el espiral	Desgaste	Genera espiral defectuoso para ensamble	8	Falta de limpieza y presencia de limalla	2	6	96	Desmontaje, limpieza e inspección	Mecánico
	Mordazas de espirales (superiores e inferiores)	Posicionar y sujetar resortes para ser ensamblados	Desgaste, posición incorrecta	No pasa el espiral	8	Falta de limpieza, presencia de aceites, grasas y/o calibración incorrecta	7	6	336	Limpieza y pulverización	Operador
	Cuchillas fijas y móviles de corte del espiral (widias)	Corte superior e inferior de espirales del panel	Fisuras o fracturas	Defectos en el corte del espiral	7	Presencia de suciedad	5	6	210	Limpiar, inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	Mecánico
	Soporte de mordaza con garfio	Sujetar resortes para ser ensamblados	Rotura de garfios	No pasa el espiral	7	Falta de limpieza y característico del proceso	5	4	140	Limpieza, pulverización e inspección	Operador
	Rodillos de levas de mordazas	Reduce la fricción entre los dispositivos móviles de mordazas	Desgaste, deformación o fracturas	Atasco de mordaza	4	Presencia de suciedad y falta de lubricación	4	6	96	Limpiar y engrasar	Operador
	Unidad de desplazamiento de carriage de ensamble (chumaceras)	Soportar el eje de rotación de elementos del carriage	Desgaste o corrosión	Desplazamiento con atascos del carriage	3	Falta de limpieza y lubricación	2	3	18	Sustituir grasa de chumaceras	Mecánico
Unidad de transmisión por correa	Unidad de rueda hexagonal de transferencia (Chumaceras y bujes)	Soportar el eje de rotación de rueda exagonal	Desgaste, desalineación del eje	Rotación de la rueda hexagonal con atascos	8	Falta de inspección y limpieza	3	4	96	Sustituir grasa de chumaceras y comprobar funcionamiento de bujes	Mecánico
	Correas de transmisión	Transmite el movimiento de los resortes	Desgaste y fricción	Atasco de resortes en correa	9	Presencia de suciedad en la correa	4	6	216	Limpieza e inspección visual	Operador
	Ruedas tensoras de correas de transmisión (Rodamientos)	Tensar correa de transmisión	Fricción	Pérdida de tensión de correa de transmisión	6	Reajuste y rodamientos sin engrasar	2	7	84	Inspeccionar y susituir grasa de rodamientos	Mecánico
	Finales de carrera	Detecta posición del elemento móvil mediante accionamiento mecánico	Lectura icorrecta	No detecta la posición	8	Falta de limpieza	3	3	72	Desmontaje y limpieza de contactos	Eléctrico
	Empujador de resortes (imanes)	Empujar y ordenar resortes	Pérdida de adherencia	Caida o atasco de resortes en correa de transmisión	5	Presencia de suciedad en imanes	3	6	90	Inspección visual de imanes del empujador	Operador
	Unidad de desplazamiento de carriage de transferencia (chumaceras)	Soportar el eje de rotación de elementos del carriage	Desgaste o corrosión	Desplazamiento con atascos del carriage	3	Falta de limpieza y lubricación	2	3	18	Sustituir grasa de chumaceras	Mecánico
Alimentación de alambre	Ruedas guía de alambre para resortero	Guiar alambre de alimentación para resortero	Desgaste, deformación o fracturas	Almentación del alambre del resortero defectuosa	4	Característico del proceso	3	3	36	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	Mecánico
	Spider del resortero (ruedas plásticas)	Movimiento del spider sobre su propio eje	Desgaste de la rueda	Se detiene la alimentación de alambre del resortero	9	Presencia de suciedad en las ruedas plásticas	2	2	36	Inspeccionar el funcionamiento de ruedas plásticas	Mecánico
PROMEDIO									99,9756		


ANEXO M. GAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO

	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	FECHA DOC.: 2021-08-20						
	DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES	ÁREA: PANELES						
		VERSIÓN: V 1						
GAMA DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO								
MÁQUINA :	Transfer # 1	CODIFICACIÓN						
CÓDIGO :	RT 01	<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="text-align: center;">S</td> <td style="text-align: center;">Semanal</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">Mensual</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2 M</td> <td style="text-align: center;">Bimensual</td> </tr> </table>	S	Semanal	M	Mensual	2 M	Bimensual
S	Semanal							
M	Mensual							
2 M	Bimensual							
COMPONENTE	ELEMENTO	TAREA A EJECUTARSE	FRECUENCIA					
Resortero SX820 - 80	Ruedas enderezadoras de alambre para resortes	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	2 M					
	Cuchilla de width de 8 mm - Cortador fijo de resortes	Inspeccionar y reemplazar si presenta fisuras o fracturas	1 M					
	Cuchilla de width de 6 mm - Cortador móvil de resortes	Inspeccionar y reemplazar si presenta fisuras o fracturas	1 M					
	Ruedas de avance del alambre para resortes	Limpiar superficie y ranuras de ruedas	D					
	Aceite de la base del Resortero	Limpiar, recoger el aceite y almacenarlo en el tacho designado	S					
	Rodamientos de cuchillas	Limpiar superficie y ranuras, y lubricar	S					
	Correas de transmisión	Limpiar e inspeccionar su funcionamiento	D					
	Tapa triangular de cortadores	Inspeccionar visualmente	S					
	Encoder	Limpieza e inspección superficial	S					
	Soportes de fundición de los brazos de transferencia	Inspeccionar funcionamiento y presencia de fisuras o fracturas	S					
	Cerámicas de brazos de transferencia	Inspeccionar y reemplazar si están dañadas	2 M					
	Carretes del anudador	Inspeccionar y reemplazar si presentan fisuras o fracturas	2 M					
	Inserto de rueda excéntrica	Inspeccionar	1 M					
	Tornillos de unidad de anudadores	Reajuste	1 M					
	Pernos de mordaza de anudadores	Reajuste	1 M					
	Sistema de lubricación de anudadores - Resortero	Limpieza superficial y reposición de aceite	D					
Deslizador lineal de transferencia (Patín)	Limpiar y lubricar	S						
Ensamblador SX820 -200	Ruedas de avance del alambre para espiral	Limpiar y pulverizar ruedas, base y elementos de la unidad	S					
	Mordazas superiores e inferiores	Limpiar y pulverizar	S					
	Widias de mordazas	Limpiar e inspeccionar	1 M					
	Pernos avellanados de mordazas	Reajuste	1 M					
	Soporte de mordaza con garfio	Limpiar, pulverizar e inspeccionar	S					
	Rodillo de leva de abrazadera	Limpiar y lubricar	2 M					
Transferencia SX820	Correas de transmisión	Limpiar e inspeccionar visualmente	S					
	Empujador de resortes	Inspección de imanes de acomodador	S					
Realizado por:		Revisado por:						
FONSECA N; MEJIA E.		ING. ROLANDO RAMÍREZ						

ANEXO N. GAMA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO


	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A.	FECHA DOC.: 2021-08-20								
	DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES	ÁREA: PANELES								
		VERSIÓN: V 1								
GAMA DE MANTENIMIENTO MECÁNICO										
MÁQUINA : <input type="text" value="Transfer # 1"/>	<table border="1" style="margin: auto;"> <tr> <th colspan="2">CODIFICACIÓN</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 M</td> <td style="text-align: center;">Trimestral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 M</td> <td style="text-align: center;">Semestral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 A</td> <td style="text-align: center;">Anual</td> </tr> </table>	CODIFICACIÓN		3 M	Trimestral	6 M	Semestral	1 A	Anual	
CODIFICACIÓN										
3 M	Trimestral									
6 M	Semestral									
1 A	Anual									
CÓDIGO : <input type="text" value="RT 01"/>										
COMPONENTE	TAREA A EJECUTARSE	FRECUENCIA								
Unidad de cortador móvil de resortes	Desmontaje, limpieza e inspección	6 M								
Ruedas de avance del alambre para resortes	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	1 A								
Ruedas guía de alambre para el resortero	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	1 A								
Soporte de placa de 1 mm de muelle	Inspeccionar y reemplazar si presenta desgaste	3 M								
Sistema de lubricación de enrollado de alambre - Resortero	Limpieza de cañerías, filtros y depósito	3 M								
Sistema de lubricación de anudadores - Resortero	Limpieza de cañerías, filtros y depósito	3 M								
Unidad de transferencia escalonada del resortero	Lubricar piñones	3 M								
	Sustituir grasa de chumaceras	6 M								
Unidad de desplazamiento de carriage: ensamble y transferencia	Lubricar rodamientos	3 M								
	Sustituir grasa de chumaceras	6 M								
Unidad de accionamiento de abrazaderas de ensamble	Inspeccionar y sustituir grasa de piñones	6 M								
	Lubricar rodamientos	3 M								
Unidad de abrazaderas (Superior e Inferior)	Lubricar rodamientos	3 M								
Unidad de moldeo de espiral	Sustituir aceite	1 A								
Rodamientos de anudadores	Limpiar y lubricar	3 M								
Rodamientos de brazos de transferencia de resortes	Limpiar y lubricar									
Cuchillas móviles y fijas de corte de espiral	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	6 M								
Formador de alambre espiral	Desmontaje, limpieza e inspección	6 M								
Spider del resortero	Inspeccionar el funcionamiento de ruedas de arrastre	6 M								
Unidad de rueda hexagonal de transferencia	Sustituir grasa de chumaceras	6 M								
	Comprobar funcionamiento de bujes y reemplazar si presenta daños	1A								
Ruedas tensoras de la correa	Inspeccionar y lubricar rodamientos	1 A								
Motor de la unidad de enrollado y corte de resortes (A0121040017)	Revisar el nivel de aceite y reponerlo si es necesario Revisar la alineación del grupo motor - reductor Revisar piñones y engranajes Revisar bomba de aceite y conductos	6 M								
Motor de freno de transferencia de abrazaderas (A0121040020)										
Motores de unidad de moldeo de alambre espiral (A0121040009)										
Motores de paso controlado por sensores (A0121040003)										
Motor de propulsión de spider de alambrón										
Reductores de velocidad de servo motores (A0121080008)										
Reductor del carriage de ensamble (A0121080040)										
Reductor del carriage de transferencia (A0121080040)										
Caja reductora del motor de propulsión de spider (A0121080020)										
Servo motor de sistema de enrollado (B&R M3LGC006342)	Sustituir grasa de rodamientos Inspección de cables de conexión Reajuste de todas las atornilladuras metálicas	1 A								
Servo motor de ensamble (A0121170001)										
Servo motores de carriage (130ST M07725) - Ensamble y Transferencia										
Servo motores de anudadores (DELTA ECMA-E21310RS)										
Realizado por:		Revisado por:								
FONSECA N; MEJIA E.		ING. ROLANDO RAMÍREZ								

ANEXO Ñ. GAMA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO

	PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES		FECHA DOC.: 2021-08-20								
			ÁREA: PANELES								
			VERSIÓN: V 1								
GAMA DE MANTENIMIENTO ELÉCTRICO											
MÁQUINA : <input type="text" value="Transfer # 1"/>		<table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2">CODIFICACIÓN</th> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 M</td> <td style="text-align: center;">Trimestral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6 M</td> <td style="text-align: center;">Semestral</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1 A</td> <td style="text-align: center;">Anual</td> </tr> </table>		CODIFICACIÓN		3 M	Trimestral	6 M	Semestral	1 A	Anual
CODIFICACIÓN											
3 M	Trimestral										
6 M	Semestral										
1 A	Anual										
CÓDIGO : <input type="text" value="RT 01"/>											
COMPONENTE	ELEMENTO	TAREA A EJECUTARSE	FRECUENCIA								
Resortero SX820 - 80	Encoder de la unidad de enrollado y corte de resortes	Desmontaje, limpieza e inspección	6 M								
	Lámina de bronce (Pastilla de temple)	Inspeccionar y reemplazarlas si están dañadas o desgastadas	3 M								
	Bobina de la unidad de tratamiento térmico	Desmontaje, limpieza e inspección	3 M								
Ensamblador SX820 - 200	Sensores de la unidad de moldeo de alambre espiral (A02040028)	Inspección de funcionamiento y ajuste de terminales	3 M								
	Sensor de presencia de carriage de ensamble (A0145490231)	Inspección de funcionamiento y ajuste de terminales	3 M								
Transferencia SX820	Sensores de presencia (A02040034)	Inspección de funcionamiento y presencia de quemaduras en los cables de conexión	3 M								
	Micro Motor de actuador rotador (A0121040004)	Limpieza e inspección de la presencia de juego en el eje	6 M								
	Micro Motor de paso de actuador rotador (A0121040016)	Limpieza e inspección de la presencia de juego en el eje	6 M								
	Sensor de presencia de carriage de transferencia (A0145490231)	Inspección de funcionamiento y ajuste de terminales	3 M								
	Finales de carrera	Demontaje, limpieza y limpiar contactos	6 M								
Tableros de control	Principal	Limpieza interna y externa de la caja	6 M								
	Local - Sistema de Ensamble	Limpieza del sistema de ventilación									
	Local - Sistema de Transferencia	Inspección y ajuste de cables de conexión Inspección de quemaduras de elementos de la caja									
		Limpieza general de todos los elementos de la caja: (Drives, relés, guardamotors, veriadores, plc's, módulos, servo drives)									

Realizado por: FONSECAN; MEJIA E.	Revisado por: ING. ROLANDO RAMÍREZ
---	--

ANEXO O. CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL

		PRODUCTOS PARAÍSO DEL ECUADOR S.A. DIVISIÓN POLIURETANO - COLCHONES						FECHA DOC.:	2021-08-23				
								ÁREA:	PANELES				
								VERSIÓN:	V 1				
CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO ANUAL - MÁQUINAS "TRANSFER"													
MÁQUINA - EQUIPO:		RET 01		RET 02		RET 03		RET 04		RET 05		RET 06	
GAMA DE MITTO		Mantenimiento Autónomo				Mantenimiento Mecánico				Mantenimiento Eléctrico			
ORDEN DE TRABAJO:		Semanal		Mensual		Bimensual		Trimestral		Semestral		Anual	
RESPONSABLE:		Operador				Técnico mecánico				Técnico eléctrico			
MES	SEMANA												
Enero	1	X	X			X							
	2	X										X	
	3	X			X								X
	4	X						X					
Febrero	1	X	X										
	2	X											
	3	X								X			
	4	X											
Marzo	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											
Abril	1	X	X			X							
	2	X										X	
	3	X			X								
	4	X											
Mayo	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											
Junio	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											
Julio	1	X	X			X							
	2	X										X	
	3	X			X								
	4	X						X					X
Agosto	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											
Septiembre	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											
Octubre	1	X	X			X							
	2	X										X	
	3	X			X								
	4	X											
Noviembre	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											
Diciembre	1	X	X										
	2	X											
	3	X			X								
	4	X											

		ÓRDENES DE TRABAJO	
		Mecánico	Eléctrico
PLANIFICACIÓN	Lunes	RET 01	RET 01
	Martes	RET 02, RET 03	RET 02, RET 03
	Miércoles	RET 04	RET 04
	Jueves	RET 05	RET 05
	Viernes	RET 06	RET 06