

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE SALVATIERRA**



**“PLAN DE MEJORA CONTINUA PARA LA
DISMINUCIÓN DE DEFECTOS EN MANGUERAS
EN EL ÁREA DE TERMINADO EN LA EMPRESA
HUTCHINSON PLANTA MANGUERAS”**

**TITULACIÓN INTEGRAL
(TESIS)**

Elaborada por:

ANA LIZETTE PERALTA NAVA

Para obtener el título de:

INGENIERA INDUSTRIAL

Asesora:

ING. ALEJANDRA MARTÍNEZ CORIA

Salvatierra, Gto.

Junio, 2025



Instituto Tecnológico Superior de Salvatierra

Subdirección Académica

FORMATO DE LIBERACIÓN DE PROYECTO PARA LA TITULACIÓN INTEGRAL

Lugar y fecha: 30 de mayo de 2025

Asunto: Liberación de proyecto para la titulación integral.

C. M.C.P. OMAR GIL VÁZQUEZ

Jefe(a) de la División de Estudios Profesionales o su equivalente en los Institutos Tecnológicos Descentralizados

PRESENTE

Por este medio informo que ha sido liberado el siguiente proyecto para la titulación integral:

Nombre:	Ana Lizette Peralta Nava
Carrera:	Ingeniería Industrial
No. De Control	IN20110340
Nombre del proyecto:	Plan de mejora continua para la disminución de defectos en mangueras en el area de terminado en la mepresa Hutchinson planta mangueras
Producto:	Tesis

Agradezco de antemano su valioso apoyo en esta importante actividad para la formación profesional de nuestros egresados.

ATENTAMENTE

M.C.P. Omar Gil Vázquez

Ing. Alejandra Martinez Coria Nombre y firma del Asesor	Ing. Erik Gerardo Martinez Gomez Nombre y firma del revisor	Dra. Marcela Espinoza Rodríguez Nombre y firma del revisor

*Solo aplica en caso de Tesis

Ccp. Expediente



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Manuel Gómez Morín #300 Comunidad de Janicho, Salvatierra,

Guanajuato, Méx. C.P. 38900 Tels. 466 663 98 00 Ext. 130



Agradecimientos

Quiero expresar mis agradecimientos a todas las personas que hicieron posible la realización de este proyecto.

En primera instancia, agradezco el valioso apoyo por parte de mi familia especialmente a mis padres por brindarme la oportunidad de seguir y cumplir mis metas tanto académicas como personales. Gracias a su motivación de seguir adelante y me han impulsado a ser mejor persona cada día, a mis hermanos por su constante apoyo emocional, comprensión y ánimo en cada etapa de este camino académico.

Agradezco el constante y valioso apoyo de mi asesora interna de proyecto y revisor de tesis la Ing. Alejandra Martínez Coria y el Ing. Erik Gerardo Martínez Gómez por su dedicación y paciencia a lo largo de la culminación de este proyecto, por sus sugerencias, comentarios, orientación y motivación durante todo el proceso de investigación. Sus conocimientos y paciencia fueron fundamentales para alcanzar los objetivos de este proyecto.

A todos los docentes que fueron parte de mi formación académica durante estos 4 años, quiero darles las gracias por trasmitirme todos los conocimientos necesarios para mi formación profesional.

Finalmente, extendiendo mi agradecimiento a la empresa Hutchinson Autopartes Planta Mangueras por brindarme la oportunidad de realizar este proyecto y por facilitarme los recursos necesarios para su desarrollo, al igual que a mi asesora externa por su apoyo y orientación durante el desarrollo de este proyecto. Gracias por confiar en mis capacidades y por ofrecerme la oportunidad de aprender y crecer profesionalmente bajo su tutoría, en el área de calidad. Su apoyo ha sido indispensable para el éxito de este proyecto y para mi desarrollo dentro de la empresa.

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado a todas las personas que me han brindado su apoyo y confianza durante este proceso. En particular, a mi familia en especial a mis padres y hermanos, cuya paciencia y amor incondicional me han proporcionado la fortaleza necesaria para avanzar en cada etapa. A mis amigos, por su compañía y consejos, que siempre han sido una fuente de inspiración. A mis profesores y mentores, por compartir su conocimiento y ofrecerme guía con sabiduría. Y, finalmente, a todas las personas que, de alguna forma, han contribuido a que este proyecto se materialice y se convierta en una realidad.

Resumen

El presente proyecto tiene como objetivo la implementación de un plan de mejora en el área de terminado de una empresa dedicada a la fabricación de mangueras automovilísticas, con el propósito de reducir los defectos en los productos finales. En esta fase crítica del proceso de producción, se han identificado deficiencias que afectan tanto la calidad de los productos como la eficiencia operativa, generando costos adicionales y afectando la satisfacción del cliente.

El plan de mejora se centra en identificar las causas raíz de los defectos y establecer soluciones efectivas para corregir y prevenir su aparición. Las acciones a implementar incluyen la metodología 5's y una tarjeta *Kanban* en el *rack* de componentes que suministra a varias celdas con el fin de mantener un orden y tener identificados los componentes para disminuir los errores humanos por una mala elección de componentes incorrectos.

Además, la propuesta de un balanceo de líneas que se espera sea implementada en algún futuro, pretende distribuir de manera equitativa las tareas de producción entre los diferentes puestos de trabajo a lo largo de una línea de ensamble o proceso, con el fin de optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos de espera y minimizar la sobrecarga de trabajo en ciertos puestos. Esto busca lograr una producción más eficiente, asegurando que cada operador tenga una carga de trabajo adecuada para evitar cuellos de botella y tiempos de inactividad.

Se espera que, mediante la aplicación de este plan, la empresa logre una reducción significativa de los defectos en el área de terminado, lo que contribuirá a mejorar la calidad del producto, reducir costos asociados con retrabajos y desperdicios. Además, se fomentará una cultura de mejora continua, asegurando que la calidad sea una prioridad en todos los procesos productivos.

Este proyecto busca, en última instancia, optimizar los recursos de la empresa, mejorar la productividad y fortalecer la confianza de los clientes en los productos ofrecidos.

Palabras clave:

Auditoria: Proceso de examen y evaluación sistemática, detallada e imparcial de las actividades, operaciones, registros, sistemas o controles de una organización, con el fin de verificar su cumplimiento con las normativas, identificar desviaciones y proponer mejoras.

Balanceo de líneas: Técnica utilizada en la gestión de la producción que busca distribuir de manera equitativa las tareas y operaciones entre las estaciones de trabajo de una línea de producción, con el objetivo de mejorar la eficiencia y reducir tiempos de espera o inactividad.

Herramientas de calidad: Técnicas estructuradas y sistemáticas empleadas para recolectar y analizar datos, identificar áreas de mejora, resolver problemas y asegurar la calidad en los procesos productivos.

Kanban: Sistema de gestión visual utilizado para mejorar la eficiencia y la flexibilidad en los procesos de trabajo, particularmente en la producción y en la gestión de proyectos.

Lean Manufacturing: Filosofía de gestión de la producción que se centra en la eliminación de desperdicios (muda) y la optimización de los procesos para maximizar el valor para el cliente utilizando la menor cantidad de recursos posible.

Mejora continua: Enfoque sistemático para identificar, analizar y mejorar de manera constante los procesos, productos, servicios o prácticas dentro de una organización o en la vida personal.

Metodología 5's: Conjunto de prácticas y principios originados en Japón, diseñados para mejorar la organización y la eficiencia en el lugar de trabajo.

Contenido

Agradecimientos	i
Dedicatoria	ii
Resumen.....	iii
Contenido.....	v
Lista de Tablas.....	ix
Lista de ilustraciones.....	x
INTRODUCCIÓN	xii
CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES	14
1.1 Planteamiento del problema	14
1.2 Objetivo General	15
1.3 Objetivos Específicos.....	15
1.4 Justificación del proyecto	15
1.5 Hipótesis	17
1.6 Alcance del proyecto.....	17
1.7 Limitaciones	18
1.8 Descripción detallada de las actividades	18
1.9 Lugar donde se realizará el proyecto.....	20
1.10 Información sobre la empresa.	21
CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEORICOS	22
2.1 Fundamentos del proyecto	22
2.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto.....	26
2.3 Filosofía de la empresa.....	27
2.3.1 Misión	27
2.3.2 Visión.....	27
2.3.3 Valores	27

2.3.4	Objetivos	28
2.4	Tecnología actual de la empresa.	30
CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO		35
3.1	El plan de mejoras continuas.....	35
3.2	Lean Manufacturing	35
3.2.1	Antecedentes históricos	37
3.2.2	Los pilares de Lean Manufacturing	40
3.2.3	Estructura de Sistema Lean	40
3.2.4	Requisitos para la eliminación del desperdicio	42
3.2.5	Diagnóstico Lean	43
3.2.6	Desperdicio o muda	45
3.3	Kaizen	45
3.3.1	<i>Kaizen</i> y el CTC	47
3.3.2	Tipos de mejora	48
3.4	Método Kanban.....	49
3.4.1	Definición de <i>Kanban</i>	49
3.4.2	Antecedentes	50
3.4.3	¿Cuándo se utiliza <i>Kanban</i> ?	50
3.4.4	Objetivo de método <i>Kanban</i> . El sistema <i>Pull</i>	50
3.4.5	Implantación del sistema <i>Kanban</i> : Funcionamiento	52
3.4.6	Tipos de <i>Kanban</i>	52
3.4.7	Señales <i>Kanban</i>	53
3.5	Concepto de 5's.....	53
3.5.1	Origen de las 5's.....	54
3.5.2	Objetivo de las 5's	57
3.5.3	Ventajas de las 5's.....	58
3.6	Herramientas para la mejora de la calidad.....	58

3.6.1 Diagrama de Pareto	58
3.6.2 Estratificación.....	61
3.6.3 Diagrama Causa- Efecto	63
3.6.4 Hoja de verificación.....	65
3.6.5 Diagrama de flujo de proceso	66
3.6.6 Los 5 porqués	69
3.7 Auditoría de calidad	70
3.7.1 Auditoría interna.....	71
3.8 Muestreo	71
3.8.1 Muestreo del trabajo.....	71
3.8.2 Muestreo no probabilístico o por conveniencia	74
3.9 Balanceo de líneas	74
3.9.1 Determinacion del numero de operadores necesarios para cada operación	75
3.10 Medición del trabajo.....	76
3.10.1 Aplicación de la medición del trabajo	76
3.10.2 Estudio de tiempos con cronometro.....	77
3.11 Distribución de maquinaria	78
CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA.....	80
4.1 Enfoque de investigación.....	80
4.2 Tipo de investigación	82
4.3 Población objetivo y muestra.....	85
4.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos	86
4.5 Método.....	88
4.5.1 Identificar los factores que causan mayor problema y que afectan la eficiencia en la celda y calidad de las mangueras.	88
4.5.2 Evaluar y analizar los principales factores para identificar oportunidades de mejora en la celda.	97

4.5.3 Implementar y evaluar un plan de mejora en la celda 6 de la plataforma DT.	99
CAPÍTULO 5. RESULTADOS	107
5.1 Identificar los factores que causan mayor problema y que afectan la eficiencia en la celda y calidad de las mangueras.	107
5.2 Evaluar y analizar los principales factores para identificar oportunidades de mejora en la celda.	132
5.3 Implementar y evaluar un plan de mejora en la celda 6 de la plataforma DT.	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	156
Conclusiones	156
Recomendaciones	158
COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O ADQUIRIDAS	159
FUENTES DE INFORMACIÓN	161
GLOSARIO	164
ANEXOS	167
Anexo 1. Tarjetas Kanban	167

Lista de Tablas

Tabla 1 Datos generales de la empresa.	21
Tabla 2 Objetivos de Calidad.	28
Tabla 3 Tecnología actual de la empresa.	31
Tabla 4 Mejora de los grandes y pequeños pasos.	46
Tabla 5 Formato de auditoría.	91
Tabla 6 Formato para la estratificación de defectos 68564593AA.	94
Tabla 7 Formato de registro para la toma de tiempos.	98
Tabla 8 Formato de evaluación de cumplimiento de 5's.	101
Tabla 9 Componentes celda 1 68564580AC.	103
Tabla 10 Componentes celda 5 68564625AA.	103
Tabla 11 Componente celda 5 68564568AA.	104
Tabla 12 Componentes celda 6 68564593AA.	104
Tabla 13 Rendimiento por hora.	105
Tabla 14 Auditoría interna.	117
Tabla 15 Estratificación de defectos 68564593AA.	124
Tabla 16 Encuesta.	128
Tabla 17 Tabla de frecuencias.	129
Tabla 18 Toma de tiempos.	132
Tabla 19 Análisis 5 por qué falta de componentes bien identificados.	138
Tabla 20 Análisis 5 por qué componentes revueltos.	139
Tabla 21 Análisis 5 por qué, personal de nuevo ingreso.	139
Tabla 22 Análisis 5 por qué desorden en la celda.	140
Tabla 23 Análisis 5 por qué Utilización de componentes incorrectos.	140
Tabla 24 Análisis 5 por qué estaciones de trabajo desordenadas.	141
Tabla 25 Formato ficha de registro de limpieza.	146
Tabla 26 Check list de 5's.	149
Tabla 27 Defectos presentados en la celda 6: noviembre a enero,	150

Lista de ilustraciones

Ilustración 1 Imagen satelital de la empresa “Hutchinson planta mangueras”.	20
Ilustración 2 Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos.....	41
Ilustración 3 Adaptación actualizada de la casa Toyota.....	42
Ilustración 4 Flujo de información y materiales con el sistema <i>Pull</i>	52
Ilustración 5 Acciones a seguir.....	57
Ilustración 6 Diagrama de Pareto.....	59
Ilustración 7 Diagrama de Pareto.....	60
Ilustración 8 Diagrama de Pareto.....	61
Ilustración 9 Diagrama causa-efecto.....	63
Ilustración 10 Las 5 M.	64
Ilustración 11 Símbolos del diagrama de flujo.....	67
Ilustración 12 Descripción de la simbología universal del diagrama de flujo....	68
Ilustración 13 Ejemplo de diagrama de flujo.	69
Ilustración 14 Curva de la distribución normal y el nivel de confianza de las áreas bajo su curva.....	73
Ilustración 15 Fórmula para calcular la eficiencia del balanceo de líneas.	75
Ilustración 16 Formula para calcular el tiempo ciclo.....	75
Ilustración 17 Software de diseño.	90
Ilustración 18 Simbología universal del diagrama de flujo a utilizar.	90
Ilustración 19 Estructura del diagrama de Ishikawa.	96
Ilustración 20 Componentes desordenados.	100
Ilustración 21 Formato tarjeta <i>Kanban</i>	105
Ilustración 22 Celda 6 plataforma DT.....	107
Ilustración 23 Celda 6 plataforma DT.....	108
Ilustración 24 Manguera 68564593AA.	109
Ilustración 25 <i>Rack</i> de componentes.	110
Ilustración 26 Área de componentes.....	110
Ilustración 27 Objetos personales en la celda.....	111
Ilustración 28 Cajas de vulcanizado.....	111
Ilustración 29 Contenedores de vulcanizado.	112

Ilustración 30 Estado actual de las mesas de trabajo.	112
Ilustración 31 Cajas de vulcanizado con ensambles.	113
Ilustración 32 Layout actualizado.	114
Ilustración 33 Diagrama de flujo 68564593AA.	115
Ilustración 34 Diagrama de Ishikawa.	127
Ilustración 35 Diagrama de Pareto.	131
Ilustración 36 Calculo del tiempo asignado.	136
Ilustración 37 Tiempo promedio por estación.	137
Ilustración 38 <i>Rack</i> de componentes antes.	142
Ilustración 39 <i>Rack</i> de componentes antes.	142
Ilustración 40 <i>Rack</i> de componentes antes.	143
Ilustración 41 <i>Rack</i> de componentes antes.	143
Ilustración 42 Componentes reacomodados.	144
Ilustración 43 Conectores revueltos.	144
Ilustración 44 <i>Rack</i> de componentes después.	145
Ilustración 45 Estaciones de trabajo limpias.	145
Ilustración 46 Estaciones de trabajo limpias.	146
Ilustración 47 Difusión de información de 5's.	147
Ilustración 48 Control visual 5's.	148
Ilustración 49 Comparativa de defectos.	152
Ilustración 50 Tarjeta <i>Kanban</i>	153
Ilustración 51 Propuesta de balanceo de líneas.	155

INTRODUCCIÓN

En la industria de la fabricación de mangueras automovilísticas, la calidad y la eficiencia son aspectos cruciales para garantizar la satisfacción del cliente y mantener la competitividad en el mercado.

Hutchinson planta mangueras es una empresa dedicada a la producción de mangueras automovilísticas, el proceso de producción consta de 3 etapas, extrusión, vulcanizado y terminado, en este contexto, el área de terminado especialmente juega un papel fundamental, ya que es la fase final donde los productos deben cumplir con los estándares de calidad requeridos antes de ser entregados. Sin embargo, se ha identificado que en esta etapa se está generando una cantidad significativa de defectos que afectan tanto la calidad del producto como la productividad de la línea de producción.

El presente proyecto tiene como objetivo la implementación de un plan de mejora en el área de terminado, específicamente en la celda 6 de la plataforma DT con el fin de reducir los defectos y optimizar los procesos de calidad. Este plan se basa en un análisis exhaustivo de las causas raíz de los defectos actuales, y busca establecer medidas correctivas y preventivas que mejoren la consistencia en la calidad del producto final.

En el capítulo 1 se presenta datos generales referentes al proyecto como primer lugar se presenta la problemática existente en la empresa que ha motivado la necesidad de llevar a cabo este proyecto, a diario se presentan defectos en el área de terminado lo que representa retrabajos y desperdicios para la empresa, a partir de este diagnóstico, se establecerán los objetivos general y específicos, que servirán como marco de referencia para las acciones y resultados esperados durante el proyecto, el objetivo general propone la implementación de un plan de mejora para disminuir defectos y mejorar la calidad de los productos. Seguidamente, se presentará la justificación del proyecto, explicando la relevancia y el impacto que este tendrá en la empresa, así como los beneficios que se anticipan tanto a nivel operativo como estratégico.

Además, se realizará una descripción detallada de las actividades que se llevarán a cabo, describiendo los procedimientos, tareas y recursos necesarios para alcanzar los objetivos establecidos. Esto permitirá comprender cómo se estructurarán y organizarán las acciones a lo largo del proyecto.

Posteriormente se presenta capítulo 2, en este capítulo, se presentarán los fundamentos teóricos que sustentan la realización del proyecto. El objetivo principal es proporcionar un marco conceptual claro y comprensivo que permita entender a fondo la problemática que se abordará, así como las metodologías y enfoques que se emplearán para guiar las acciones y soluciones propuestas en las siguientes secciones del trabajo.

En el capítulo 3 se muestra el marco teórico el cual proporciona un sustento conceptual y académico de todos los temas que aborda el presente proyecto, estableciendo las bases de conocimientos previos, teorías, conceptos clave y enfoques que guiarán las soluciones propuestas.

En el capítulo 4 se presenta de manera detalla los procedimientos, técnicas y enfoques sistemáticos que guiarán el proceso de trabajo, permitiendo alcanzar los objetivos propuestos de manera eficiente y estructurada para la implementación de la metodología 5's y tarjeta *Kanban*, mediante la aplicación de herramientas de calidad como diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, hojas de verificación, estratificación entre otras.

Finalmente, en el capítulo 5 se presentan los resultados obtenidos durante la ejecución del proyecto, los resultados se exponen de manera clara y organizada, utilizando las herramientas y métodos de análisis previamente descritos en el capítulo de metodología, sin embargo, es importante señalar que, debido a diversas circunstancias, entre ellas el tiempo limitado de la realización del proyecto los resultados no son observados de inmediato, sino que se presentaron como una propuesta para su evaluación futura.

CAPÍTULO 1. DATOS GENERALES

1.1 Planteamiento del problema

Las mangueras automotrices son fundamentales para el correcto funcionamiento de un vehículo, utilizadas para transportar fluidos como refrigerante. Las mangueras también son cruciales para la seguridad del vehículo. Cualquier falla o defectos en estas mangueras puede comprometer el control del vehículo y afectar la satisfacción del cliente y la reputación de la empresa.

Uno de los principales problemas que se presenta en Hutchinson planta mangueras son los defectos ocasionados por materiales mezclados a la hora de ser suministrados en el *rack* de componentes, entre estos defectos se encuentran, ensamble de conectores incorrectos, mal crimpado¹ por anillos incorrectos, abrazaderas que no corresponden a la manguera o componentes obsoletos, entre otros.

Estos defectos ocasionan consecuencias como reclamos por parte de los clientes además pueden provocar fugas en las mangueras, lo que puede resultar en daños graves al motor u otros componentes del vehículo.

Otro problema presentado en la empresa es el acumulamiento de material innecesario en áreas de trabajo como cajas de cartón, cajas con material detenido, *gages* obsoletos, además de la falta de limpieza y orden en celdas por parte de los operadores en sus estaciones de trabajo. El desorden en la empresa puede tener un impacto significativo en su eficiencia y productividad, causa tiempos de inactividad mientras los empleados buscan herramientas o piezas necesarias.

¹ Crimpado: Proceso de unión que se utiliza para asegurar los extremos de las mangueras a sus conectores. Este proceso implica el uso de una herramienta llamada "crimpadora" que aplica presión para deformar el conector y fijarlo firmemente a la manguera.

En la celda 6 de la plataforma DT también se presentan tiempos muertos. Estos tiempos muertos se definen como períodos en los que la producción se detiene debido a diversas causas, principalmente ocasionados por un *layout* desactualizado de la celda y esperas por decisiones operativas. Esto causa reducción en la eficiencia de la celda o una menor producción de mangueras a la indicada.

Con la implementación de mejoras en la celda se pretende reducir los factores que causan que la eficiencia sea menor a la debida, pues al mejorar los procesos puede reducir tiempos de producción y minimizar los tiempos de inactividad, lo que permite producir más mangueras en menos tiempo, así como evitar o reducir la utilización de componentes incorrectos no pertenecientes a la celda disminuyendo significativamente los defectos en las mangueras.

1.2 Objetivo General

Implementar un plan de mejora continua en la celda 6 de DT en el área de terminado, para reducir los defectos en la calidad de las mangueras automotrices y minimizar los tiempos ocios durante las operaciones realizadas por los operadores.

1.3 Objetivos Específicos

- Identificar los factores que causan mayor problema y que afectan la eficiencia en la celda y calidad de las mangueras.
- Evaluar y analizar los principales factores para identificar oportunidades de mejora en la celda.
- Implementar y evaluar un plan de mejora en la celda 6 de la plataforma DT.

1.4 Justificación del proyecto

La industria de mangueras automotrices enfrenta desafíos significativos relacionados con defectos en los productos terminados y tiempos ociosos en los procesos de manufactura. Estos problemas afectan directamente la calidad de las mangueras, incrementan los costos operativos y disminuyen la satisfacción

del cliente. En respuesta a estos desafíos, la implementación de los métodos *Kanban* y 5's se presenta como una solución estratégica para mejorar la eficiencia operativa y la calidad del producto.

Los defectos en las mangueras automotrices no solo perjudican la satisfacción del cliente, sino que también resultan en retrabajos y desperdicios de materiales.

Además, la falta de organización y la ineficiencia en el flujo de trabajo generan tiempos ociosos que ralentizan la producción, aumentan los costos y reducen la capacidad de respuesta a la demanda del mercado.

La implantación del método *Kanban* facilita la visualización del proceso de producción, permitiendo identificar cuellos de botella y áreas de ineficiencia. Esto ayudará a reducir los tiempos ociosos y a mantener un flujo continuo de trabajo.

Mientras que la implementación de las 5's genera una mayor organización y estandarización que busca crear un entorno de trabajo ordenado y eficiente lo que proporcionará beneficios como reducir el tiempo perdido en buscar herramientas y materiales, así como el riesgo de errores y defectos causados por un entorno desordenado.

Además, un balanceo de líneas puede agrupar actividades u operaciones que cumplan con el tiempo de ciclo determinado con el fin de que cada línea de producción tenga continuidad, es decir que, que cada estación de trabajo, cuente con un tiempo de proceso uniforme o balanceado, de esta manera las estaciones de producción pueden ser continuas y no tener cuellos de botella.

Al estandarizar los procedimientos de trabajo y las prácticas de calidad y mejora, se puede asegurar una mayor consistencia en la producción de mangueras, reduciendo tiempos, variabilidad y los defectos.

1.5 Hipótesis

H0: La implementación del plan de mejora continua en la celda 6 de DT en el área de terminado no tiene un efecto significativo en la reducción de defectos en la calidad de las mangueras automotrices ni en la minimización de los tiempos ocios durante las operaciones realizadas por los operadores.

HA: La implementación del plan de mejora continua en la celda 6 de DT en el área de terminado tiene un efecto significativo en la reducción de defectos en la calidad de las mangueras automotrices y en la minimización de los tiempos ocios durante las operaciones realizadas por los operadores.

1.6 Alcance del proyecto

La implementación del método *Kanban* y 5's será aplicado en la celda 6 de FCA en el área de terminado en la empresa Hutchinson planta mangueras ubicada en el la ciudad de Celaya, Gto.

Esta implementación beneficia también al departamento de producción pues al reducir tiempos ocios y defectos directamente mejora la eficiencia y productividad en las líneas de producción, lo que permite cumplir con los plazos de entrega y aumentar la capacidad productiva.

Al disminuir defectos en las mangueras, el departamento de calidad se beneficia al poder enfocarse en mejorar aún más los estándares, lo que lleva a una mayor satisfacción del cliente y a una reputación positiva en el mercado.

Al reducir la cantidad de productos defectuosos, el volumen de trabajo en el área de retrabajo se reduce significativamente. Esto permite que el equipo se enfoque en tareas más productivas y menos en corregir errores.

El almacén se beneficia al incrementar entradas de productos terminados si se logra una producción más eficiente en la celda, los productos terminados llegan al almacén en un flujo más constante y predecible, lo que facilita la gestión del inventario y reduce la posibilidad de sobre *stocks* o faltantes.

1.7 Limitaciones

- Falta de compromiso por parte de los operadores y del equipo.
- Falta de capacitación.
- Resistencia al cambio, los operadores pueden negarse a adoptar un nuevo sistema.
- Espacios desorganizados por parte de los operadores.
- *Layout* desactualizado.

1.8 Descripción detallada de las actividades

1. Identificar los factores que causan mayor problema y que afectan la eficiencia en la celda y calidad de las mangueras.

- Se realizará un recorrido para observar de la distribución actual de la celda es decir identificar la disposición de maquinaria, herramientas y estaciones de trabajo, así como se observará el flujo de producción para conocer la secuencia de actividades que se llevan a cabo desde el inicio hasta el final del proceso productivo y entender cada fase del proceso, desde la materia prima hasta el producto final, incluyendo qué máquinas se utilizan, qué tareas realizan los operarios y cualquier otro detalle relevante.
- Realizar el *layout* actual de la celda en un *software* de diseño para tener identificada cada estación de trabajo y conocer el diseño o disposición física de los elementos en un espacio incluyendo cómo están organizadas las máquinas, herramientas y estaciones de trabajo.
- Elaborar de manera estructurada un diagrama de flujo del proceso de producción de las mangueras para identificar cada etapa del proceso desde la recepción de vulcanizado y componentes al área de trabajo hasta el empaque y liberación del producto terminado.
- Elaborar un formato de auditoría mediante una hoja de verificación y llevarla a cabo en la celda 6 de la plataforma DT, para evaluar el estado en que se encuentra, desde el orden y organización de los materiales

hasta el producto terminado, así como las condiciones en las que se encuentra cada estación de trabajo, para conocer las posibles causas de los defectos en las mangueras.

- Consultar registros históricos de los defectos que se han presentado en el año en curso, y realizar una estratificación de los defectos que se están presentando diariamente en la celda en los últimos meses.
- Una vez realizada la estratificación de los defectos que se presentan diariamente en la celda, se enlistará los factores que posiblemente contribuyen a estos defectos.
- Utilizando los datos recopilados acerca de los factores que contribuyen a los defectos, se elaborará un diagrama de Ishikawa con el fin de profundizar y analizar detalladamente los problemas identificados y determinar su causa raíz.
- Se realizará una encuesta para conocer la opinión de los operadores acerca de cuál consideran que son los factores que contribuyen a los defectos y posteriormente se elaborará un diagrama de Pareto para evaluar los principales factores que causan problemas, e identificar los problemas que se presentan con mayor frecuencia en las mangueras.

2. Evaluar y analizar los principales factores para identificar oportunidades de mejora en la celda.

- Durante el proceso de producción del número de parte que se corre en la celda, se realizará una toma de tiempos de las operaciones realizadas en cada etapa del proceso para determinar el tiempo ciclo de cada estación de trabajo e identificar cuellos de botella.
- Realizar un diagrama de 5 porqué con el fin de identificar la causa raíz de los problemas que se presentan con mayor frecuencia en la celda.

3. Implementar mejoras en la celda 6 de DT.

- Aplicar el método 5´s en la celda con el fin de mejorar la organización y eficiencia de la celda, ayudando a eliminar cosas innecesarias y teniendo un mayor orden para la reducción de errores por parte de los operarios, así como clasificar los objetos y herramientas que son realmente

necesarios para las tareas diarias, separando lo útil de lo que no se necesita, además de mantener un entorno limpio.

- Establecer un método *Kanban* en los racks de componentes que ayude a los operadores a comprender el flujo de los materiales, así como facilitar la identificación de los componentes en los racks para gestionar el flujo de trabajo y disminuir los errores por componentes incorrectos.
- Realizar una propuesta de balanceo de líneas en la celda 6 de la plataforma DT para mejorar el flujo de trabajo, eliminando operaciones innecesarias y reduciendo tiempos de producción.

1.9 Lugar donde se realizará el proyecto

En la Ilustración 1, muestra una vista satelital de la empresa:

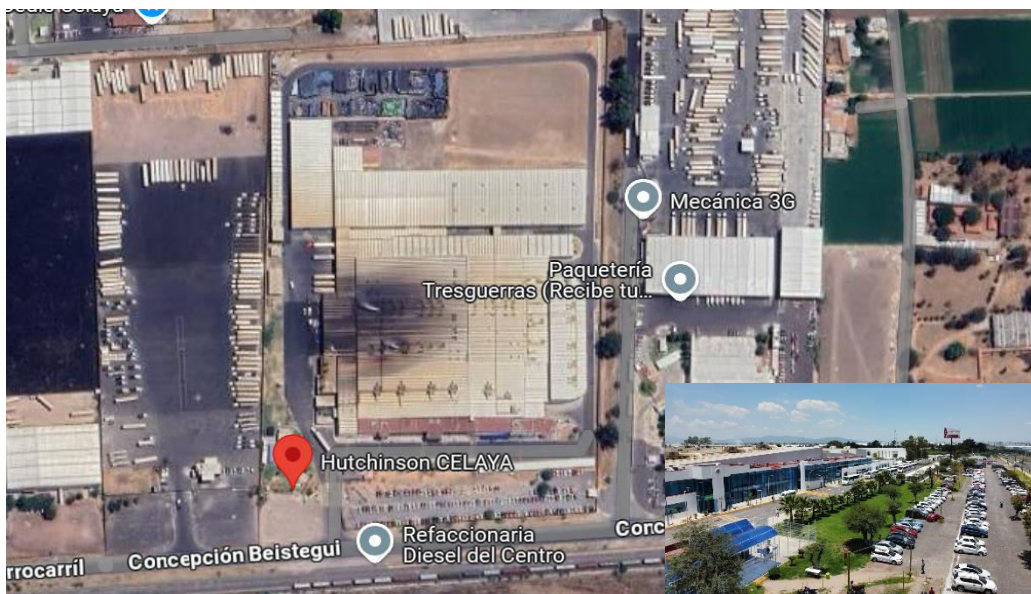


Ilustración 1 Imagen satelital de la empresa “Hutchinson planta mangueras”.

Fuente: (<https://maps.app.goo.gl/en925JiDVxoUNG7g6>, 2024).

1.10 Información sobre la empresa.

En la Tabla 1, se muestran los datos más importantes de la empresa, entre ellos está, el giro y el RFC de la empresa.

Tabla 1 Datos generales de la empresa.

DATOS GENERALES DE LA EMPRESA	
Nombre:	HUTCHINSON AUTOPARTES S.A DE C.V PLANTA MANGUERAS
Giro:	Automotriz
Domicilio:	Carretera alterna Celaya-Villagrán Km. 3.8 Celaya, Gto. C.P. 38110
Teléfono:	461 192 01 00
E-mail:	gpichardo@hutchinson.com
RFC:	HAM830222IC4
Nombre del contacto:	Ivonne Pichardo

Fuente: ITESS.

CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS TEORICOS

2.1 Fundamentos del proyecto

(Chávez, 2022) en su proyecto de titulación **“Propuesta de plan de mejora y optimización de procesos para la empresa ferrocomercial”**, busca mejorar la productividad mediante el uso de herramientas con el objetivo de reducir desperdicios y mejorar el accionar de la empresa con metodologías innovadoras como *Six Sigma* de la mano con el ciclo DMAIC, la aplicación de estas metodologías se convierte en una necesidad para dar el salto a la innovación.

Rommel Israel Chávez Jaramillo tiene como objetivo diseñar propuestas de mejora del proceso de atención a clientes para optimizar el uso de recurso humano y tiempos de respuesta a requerimientos del cliente; además de asegurar la seguridad de empleados y clientes relacionada a algunos riesgos en cuanto a infraestructura y almacenamiento de insumos mejorando el uso e implementación de recursos contra incendios.

Como se mencionó el objetivo de aplicar estas metodologías es logra reducir y cambiar el número de defectos que se presentan en el proceso o procesos a lo largo de la evolución y diagnóstico de la aplicación de herramientas que están diseñadas para evaluar los mismos desde su causa raíz.

Se analizó el conflicto desde el punto más esencial para la existencia de la empresa, la primera interacción con el cliente. Para ello se utilizó un *Value Stream Mapping* (VSM), determinando así las diferentes aristas del proceso cuyo valor agregado no aportaba al cumplimiento del objetivo final. A través de la herramienta *FlexSim* se recolectaron datos reales para el uso de simulaciones para el modelado y mejoramiento del accionar de Ferrocomercial con miras a una cultura de mejora continua.

Finalmente utilizando el método NFPA se evaluaron riesgos que contribuye a salvaguardar los interés e integridad del recurso humano, propietarios y clientes interesado en los servicios prestados por Ferrocomercial.

Al implementar las mejoras en el modelo de simulación a través de la metodología DMAIC, se logró observar una notable mejora del 43.84% en el rubro de clientes facturados al final de la jornada laboral, denotando una eficiencia aumentada debido a la eliminación y reubicación de recursos en zonas para aprovechar su máxima capacidad tanto del recurso humano como material.

Con la utilización de la matriz NFPA se logró identificar el nivel de riesgo en el que se encontraba Ferrocomercial debido al manejo y almacenamiento de bienes e insumos comercializados, así como determinar la severidad y riesgo medio-alto al que se encuentran expuestas estas zonas de la empresa.

En cuanto a los indicadores para el cumplimiento y adaptación de las mejoras, herramientas y conceptos detallados en el plan de optimización se propuso implementa indicadores de evaluación como programas de capacitación, cierre de ventas, tiempo promedio de atención y retorno de inversión.

(Moreano, 2021) **en su tesis de maestría titulada “Plan de mejora del servicio de atención al cliente de la flota vehicular de la empresa *Renting Pichincha*”**, tiene como objetivo proponer un plan de mejora para describir la situación actual del servicio e identificar los problemas que se están teniendo, para poder plantea un proceso de mejora y realizar la correcta implementación del plan de mejora para lograr mejores resultados.

Para la implementación del plan se incluyeron herramientas de mejora continua, que permiten la satisfacción del cliente para así analizar en donde se están presentando errores en el servicio, de manera que se puedan implementar así las herramientas adecuadas de trabajo para poder generar una mejora en los procesos y gestionar de una manera más controlada un cambio en la percepción del servicio.

A través de una recopilación de datos, se generaron informes y tablas de contenidos, los cuales fueron una guía para enfocarse en la ejecución del plan de mejora, donde se consideró que lo que se propuso como solución debe ir enfocado a minimizar tiempos de espera y mejorar la calidad del servicio.

Con la realización de una encuesta se recopiló la información por mes del índice de satisfacción del cliente respecto al servicio de *Renting Pichincha*, donde se presentan las calificaciones finales que dieron los clientes encuestados teniendo como resultado que con la cantidad de preguntas que se aplicaron se obtuvo una calificación inferior a 7, donde los usuarios que dieron esta calificación se consideraron clientes insatisfechos del servicio de *Renting Pichincha*, al ser personas que potencialmente pueden manifestar un criterio de servicio en desacuerdo y que puede llegar a comentarlos con el resto de usuarios, en base a todo esto se planteó un plan de mejora para trabajar sobre los aspectos que los usuarios denominados como detractores dieron a conocer.

Con la metodología *Lean Six Sigma* se realizó una propuesta de solución de problemas, mejorando de forma más rápida y eficiente.

Se determinó una lista de actividades para el proceso de proveedores, así mismo se elaboró una herramienta de evaluación al proveedor, la misma que será diligenciada por el Auditor de Taller, quien tiene la relación directa con el proveedor.

Además, se propone programar capacitaciones al personal de primera línea, es decir los que interactúan directamente con el cliente, para lograr que el personal este comprometido, para considerar un cambio de cultura organizacional, basándose en los principios ágiles de un marco de trabajo.

Como parte importante de la propuesta de mejora se plantean indicadores de gestión para la mejora continua como indicadores de eficiencia, productividad, retroalimentación entre otros, además de un plan de monitoreo y respuesta, para realizar el seguimiento de las actividades principales de interacción con el cliente, tales como llamadas entrantes y salientes, recepción de requerimientos, coordinación de los mismos, tiempos de respuesta, la frecuencia de control y los responsables, donde como parte de los resultados del proyecto se analizan los planes de acción a implementar según el control realizado.

Con este plan se establecen frecuencias de medición, estas sirven para actuar de manera rápida y precisa cuando se requiera alguna acción o decisión

que afecte a cliente, además permitirá enviar información oportuna al cliente, por si se tiene reprocesos o demoras en sus requerimientos.

(Peña y Lara, 2024) en su tesis de maestría titulada **“Propuesta de mejora en el proceso de postcosecha de *Gypsophila* para la empresa Nina Flowers mediante la aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*”** plantean una propuesta para implementar herramientas de Lean Manufacturing especialmente un Mapeo de la Cadena de Valor o VSM, además de una revisión del orden y limpieza, y un plan de mantenimiento basado en TPM, junto con la automatización del proceso de calidad. Puesto que Violeta *Flowers and Farms* se enfrenta a un reto importante en su proceso de postcosecha de *Gypsophila*, ya que está incurriendo en elevados costos debido a productos que no cumplen con las normas y a la falta de cumplimiento de las especificaciones de calidad. Esto ha tenido un efecto económico negativo en la empresa, provocando pérdidas de 55,000 dólares en los últimos meses.

El objetivo del proyecto fue proponer mejoras en el proceso de Postcosecha de *Gypsophila* para la empresa Nina *Flowers* mediante la Aplicación de herramientas de *Lean Manufacturing*.

Con la implementación exitosa de la metodología *Lean Manufacturing*, se adoptaron herramientas como un Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), metodología 5's y el mantenimiento productivo total, esta implementación se mostró de una manera positiva al momento de identificar y reducir desperdicios durante el proceso de postcosecha. Lo que llevo a una mejora en la eficiencia operativa y productividad, mostrando la eficacia de la metodología Lean Manufacturing en el sector agroindustrial.

Así mismo, la optimización del proceso de postcosecha mediante la autorización de tareas críticas como el control de la calidad, mejoró notablemente la calidad del producto y redujo el tiempo de procesamiento. La adopción de tecnología de vanguardia, como Amazon *Rekognition* para la verificación automática de las características físicas de las flores, facilitará una mayor exactitud y uniformidad en la calidad del producto final, además de disminuir el

tiempo del principal obstáculo detectado en el proceso de hidratación de las flores.

El estudio financiero del proyecto ha revelado un Valor Actual Neto (VAN) positivo y una Tasa Interna de Retorno (TIR) considerablemente mayor que la tasa de descuento, lo que sugiere que la inversión en las mejoras planteadas es viable y rentable.

Mientras que, al reducir los productos no conformes y mejorar la calidad, tuvo un impacto positivo en la satisfacción del cliente.

A pesar de los logros alcanzados, el estudio sugiere seguir buscando innovaciones y aplicar mejoras adicionales. Esto abarca la ampliación de la automatización a otras secciones del proceso de postcosecha, la capacitación continua del personal en principios *Lean*, y el seguimiento constante de los indicadores de rendimiento para detectar nuevas oportunidades de optimización.

2.2 Fundamentos para el desarrollo del proyecto

(Hutchinson planta mangueras, 2023) llevó a cabo la realización de un proyecto de optimización del espacio por medio de balanceo de líneas por parte del área de mejora continua y HES (*Hutchinson Excelent and Sustainability*) donde se realizó una combinación del volumen de celdas y se optimizó el *layout* de distintas celdas en áreas de Mercedes Benz, GM, Ford, Nissan, Lucid, entre otras, el principal problema que se tenía era la falta de espacio para nuevos proyectos por ello se pensaba rentar una bodega para la instalación de celdas de nuevos proyectos, sin embargo con la actualización del *layout* y balanceo de líneas se logró ahorrar 3865 m^2 , utilizando 2215 m^2 en nuevos proyectos y quedando disponible 1650 m^2 . Además, se tuvo un ahorro de 101 personas y se utilizaron 150 máquinas.

2.3 Filosofía de la empresa

2.3.1 Misión

Nos esforzamos en ser el integrador número uno de los sistemas de transferencia de fluidos del vehículo ligero en el mercado norteamericano. Nos proponemos ser el líder reconocido en el desarrollo de nuevas tecnologías tanto de producto como del proceso.

2.3.2 Visión

Hutchinson diseña y produce materiales personalizados y soluciones conectadas para responder a las necesidades de sus clientes globales, en tierra, aire y mar. Como líder mundial en control de vibraciones, gestión de fluidos y tecnología de sistemas de sellado, nuestro Grupo se destaca por su mercado múltiple al que ofrece diversas áreas de experiencia brindando sinergias y valor agregado. Hutchinson cuenta con 40,000 empleados en 25 países. Nuestra ambición es contribuir a una movilidad más segura, más cómoda y más responsable para el futuro.

2.3.3 Valores

Humanos.

La fuerza matriz de Hutchinson proviene de los hombres y mujeres que trabajan para el Grupo. Ética, respeto, integridad, solidaridad y responsabilidad son los valores a los que debemos nuestro éxito.

Patrimonio.

Hutchinson ha contribuido al desarrollo del transporte aéreo, terrestre y marítimo durante 160 años. Estamos orgullosos de transmitir esta herencia y conocimiento de generación en generación.

Entusiasmo.

El entusiasmo y la mentalidad abierta nos impulsa a avanzar. El intercambio de información y el espíritu de equipo contribuye a nuestro éxito colectivo y fortalecer nuestro sentido de pertenecía Hutchinson.

Desempeño.

Para nosotros, el rendimiento operativo es una condición impredecible para lograr el éxito. Nuestro objetivo de convertirnos en el proveedor de referencia para las principales empresas-mundiales nos obliga a insistir en la excelencia.

Pasión por los desafíos.

Indiscutiblemente innovadores, queremos afrontar todos los desafíos competitivos y tecnológicos que enfrentan las empresas lideres en el mundo que comparten nuestros valores.

2.3.4 Objetivos

Objetivos de calidad

En la tabla 2 se muestran los objetivos de calidad de Hutchinson FMS Planta Celaya correspondientes al año 2024:

Tabla 2 Objetivos de Calidad.

Objetivo	Indicador	Responsable
Accidentes TG (Tasa de Gravedad)	0	EHS
Accidentes TF1 (Tasa de Frecuencia)	0	
Accidentes TF2 (Tasa de Frecuencia)	≤ 0.1	
Situaciones de Riesgo (<i>Dangerous Situation</i>)	≥ 7677 anual / 640 mensual	

Rotación HAM	$\leq 7.0\%$	Recursos humanos
Ausentismo HAM	$\leq 3.7\%$	
Número de sugerencias	≥ 2559 anual / 213 mensual	Mejora continua
5's	$\geq 99.8\%$	
PPM cliente	≤ 3	Calidad
Reclamaciones de clientes	≤ 45	
PPM Inter compañía (Reynosa-Livingston)	≤ 9	
Reclamaciones Inter compañía (Reynosa-Livingston)	≤ 20	
PPM interno	≤ 200	
Reclamaciones a proveedores	≤ 45	
PPM proveedores	$\leq 0.30\%$	
Reclamaciones a proveedores Inter compañía	≤ 20	
PPM proveedores Inter compañía	≤ 9	
Costo de no calidad (mensual)	$\leq 2.10\%$	
Costo de calidad (mensual)	$\leq 1.10\%$	
Eficiencia extrusión y vulcanizado	$\geq 90.0\%$	Producción

Eficiencia celdas terminado	$\geq 90.0\%$	
OEE/TRS	$\geq 92.0\%$	
Tasa de transformación	$\geq 93.2\%$	
Scrap % vs Total sales	$\leq 1.8\%$	
Scrap % vs CDP	$\leq 2.10\%$	
Costos de mantenimiento	$\leq 1.20\%$	Mantenimiento
Entregas a tiempo a clientes (OTD)	98.0%	Materiales
Entregas de producción	90.0%	
Entrega de refacciones	90.0%	
Entrega de proveedores	$\geq 95.0\%$	
Días de inventario	≤ 38	

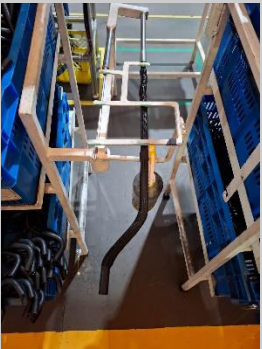
Fuente: Hutchinson planta mangueras.

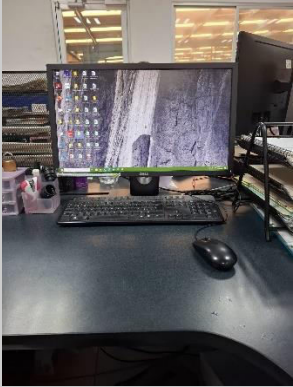
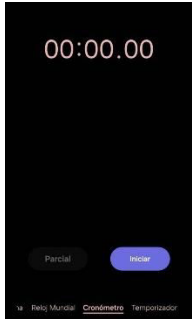
2.4 Tecnología actual de la empresa.

En la tabla 3 se muestra la tecnología actual con la que cuenta la empresa.

Tabla 3 Tecnología actual de la empresa.

Nombre	Uso	Imagen
Mesa de ensamble	Se utiliza para facilitar y mejorar la precisión al momento de ensamblar piezas en el vulcanizado por ejemplo conectores, anillos, abrazaderas, cintillos, etc.	
Crimpadora	Se usa para colocar un anillo metálico alrededor de una manguera para asegurarla a un conector o a otro componente. La crimpadora aplica presión deformando el anillo y crea una unión firme y segura.	
Cámara de visión	Ayuda a detectar principalmente la presencia de tampografía en las mangueras, rechazando las piezas sin tampografía.	

Máquina de tampografía	Permite la transferencia de pintura a la superficie de la manguera, personalizando la descripción o marcas según la especificación del cliente.	
Mandril para funda	Herramienta utilizada como apoyo a la hora de colocar la funda en el vulcanizado, haciendo más fácil y rápido el trabajo de los operadores.	
Sensores de detección	Detecta la presencia de la manguera en la mesa de ensamble, así como los componentes que debe incluir como conectores, anillos, entre otros, evitando el ciclo de la mesa en caso de algún componente faltante.	

Prueba de fuga	Detecta la presencia de cualquier escape de fluidos como refrigerante que pueda ocurrir a través de las mangueras.	
Patín hidráulico	Herramienta útil para el manejo de productos terminados en las celdas de producción, permite mover y levantar cargas pesadas.	
Computadora	Utilizada para el vaciado de datos, registros, análisis de datos, crear gráficos, etc.	
Cronómetro	Herramienta útil para la toma de tiempos en cada estación de trabajo durante la producción de las mangueras.	

Gage	Herramienta utilizada para medir la geometría de la maguera y asegurar que cuente con los todos los componentes y especificaciones requeridas para asegurar su uso.	
Escala	Regla metálica utilizada para medir la distancia de abrazaderas y dimensiones de las tampografías.	

Fuente: Propia.

CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

3.1 El plan de mejoras continuas

En esta área, aparte de implantar estructuralmente el sistema de la calidad total, en un plan de mejora continua de la calidad, los empresarios y directivos deben centrar su atención, en especial, en eliminar dos de las causas de la baja calidad que vimos antes; nos referimos a:

- Inexistencia de objetivos, normas o estándares de calidad o errores en su establecimiento.
- Deficiencias en el diseño de los productos.

Para estos fines, las empresas disponen de diferentes modelos, enfoques e instrumentos de trabajo; nos referimos, en especial, a:

- Los diagramas de flujo.
- El establecimiento de objetivos, normas y estándares de calidad.
- El *benchmarking*.
- Los métodos estadísticos.
- La cadena de conformidad.
- El despliegue de las funciones de la calidad.
- La reingeniería de los sistemas.

(Marketing Publishing, 1996).

3.2 Lean Manufacturing

Se entiende por *Lean Manufacturing* (en castellano “producción ajustada”), la persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar. La producción ajustada (también llamada *Toyota Production*

System), puede considerarse como un conjunto de herramientas que se desarrollan en Japón inspiradas en parte, en los principios de William Edwards Deming. (Rajadell y Sánchez, 2010).

Lean Manufacturing es una filosofía de trabajo basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos estos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Identifica varios tipos de “desperdicios” que se observan en la producción: sobreproducción, tiempo de espera, transporte, exceso de procesado, inventario, movimiento y defectos. *Lean* mira lo que no deberíamos estar haciendo porque no agrega valor al cliente y tiende a eliminarlo. Para alcanzar sus objetivos, despliega una aplicación sistemática y habitual de un conjunto extenso de técnicas que cubren la práctica totalidad de las áreas operativas de fabricación: organización de puestos de trabajo, gestión de la calidad, flujo interno de producción, mantenimiento, gestión de la cadena de suministro. Los beneficios obtenidos en una implantación *Lean* son evidentes y están demostrados. Su objetivo final es el de generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía *Lean* no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera ágil, flexible y económica (Hernández y Vizán, 2013).

Según (Pérez , 2019) *Lean Manufacturing* (manufactura esbelta) es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo Just in time) en occidente. También se denomina manufactura de clase mundial y sistema de producción Toyota. Se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. Esta eliminación sistemática se lleva a cabo mediante trabajo con equipos de personas bien organizadas y capacitadas. Debemos entender que *Lean Manufacturing* es una tarea incansable e ininterrumpida para crear empresas más efectivas, innovadoras y eficientes. El verdadero poder de *Lean Manufacturing* radica en descubrir continuamente las oportunidades de mejora

que esconde toda empresa, pues siempre existirán desperdicios que podrán ser eliminados. Se trata de crear una forma de vida en la que se reconozca que los desperdicios existen y siempre serán un reto para aquellos que estén dispuestos a encontrarlos y eliminarlos.

3.2.1 Antecedentes históricos

Según (Rajadell y Sánchez, 2010). el punto de partida de la producción ajustada es la producción en masa. Durante la primera mitad del siglo XX se contagió a todos los sectores la producción en masa, inventada y desarrollada en el sector del automóvil. Es conocida la crisis del modelo de producción en masa, que encontró en el fordismo y el taylorismo su máxima expresión, pero dejó de ser visible, porque no solo significa la producción de objetos en grandes cantidades, sino todo un sistema de tecnologías, de mercados, economías de escala y reglas rígidas que colisionan con la idea de flexibilidad que se impone en la actualidad.

Sin duda, el logro histórico del taylorismo fue acabar con el control que el obrero ejercía sobre el cómo hacer el trabajo y los tiempos de producción. En su lugar se instaló la ley y la norma patronal, por la vía de la administración científica del trabajo. En la lógica taylorista de la división del trabajo cada fábrica, departamento o sección persigue su objetivo específico sin molestarse en buscar prioritariamente la optimización del conjunto de la producción, que es, sin embargo, el único enfoque inteligible por parte del cliente o del consumidor. Crecen así los lotes de producción, se acumulan los stocks y el ciclo de producción se alarga. Estos fenómenos amplificadores son la causa de que, en una fábrica taylorista, el plazo de producción de, por ejemplo, el cuadro de una bicicleta pueda llegar a ser de semanas, mientras que la suma de operaciones de mecanización, soldadura y pintura no llega a una hora.

Pero tras el *crack* de 1929, Estados Unidos sufrió una crisis de sobreproducción de masas frente a la capacidad productiva real de la sociedad, lo que hizo necesaria la implementación de ajustes que dieron paso al

establecimiento del fordismo que lograba generar un mercado para la gran producción acumulada. En el fordismo, el control del trabajo viene dado por las normas incorporadas al dispositivo automático de las máquinas, o sea, el propio movimiento de las máquinas (caso de la cadena de montaje) dicta la operación requerida y el tiempo asignado para su realización.

A finales de 1949, un colapso de las ventas obligó a Toyota a despedir a una gran parte de la mano de obra después de una larga huelga. En la primavera de 1950, un joven ingeniero japonés, Eiji Toyoda, realizó un viaje de tres meses de duración a la planta *Rouge* de Ford, en Detroit, y se dio cuenta de que el principal problema de un sistema de producción son los despilfarros.

Después de la crisis del petróleo de 1973, se impuso en muchos sectores el nuevo sistema de producción ajustada (*Lean Manufacturing*), de manera que empezó a transformar la vida económica mundial por la difusión del Toyotismo como sustituto del fordismo y del taylorismo.

El propósito de la nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar reducciones de costes, cumplimiento con los requerimientos de los clientes. (Rajadell y Sánchez, 2010).

Según (Hernández y Vizán, 2013) las técnicas de organización de la producción surgen a principios del siglo XX con los trabajos realizados por F.W Taylor y Henry Ford, que formalizan y metodifican los conceptos de fabricación en serie que habían empezado a ser aplicados a finales del siglo XIX y que encuentran sus ejemplos más relevantes en la fabricación de fusiles (EEUU) o turbinas de barco (Europa). Taylor estableció las primeras bases de la organización de la producción a partir de la aplicación de método científico a procesos, tiempos, equipos, personas y movimientos. Posteriormente Henry Ford introdujo las primeras cadenas de fabricación de automóviles en donde hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, la utilización de máquinas para las tareas elementales, la simplificación-secuenciación de tareas y recorridos, la sincronización entre procesos, la especialización del trabajo y la formación especializada.

En 1902, Sakichi Toyoda, el que más tarde fuera fundador con su hijo Kiichiro de la Corporación *Toyota Motor Company*, invento un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador que la maquina necesitaba atención. Este sistema de “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre de la máquina. Con esta simple y efectiva medida un único operario podía controlar varias máquinas, lo que supuso una tremenda mejora de la productividad que dio paso a una preocupación permanente por mejorar los métodos de trabajo. En 1929, Toyoda vende los derechos de sus patentes de telares a la empresa Británica *Platt Brothers* y encarga a su hijo Kiichiro que invierta en la industria automotriz naciendo, de este modo, la compañía Toyota.

El reto para los japoneses era lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías de escala. Comenzaron a estudiar los métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las practicas productivas de Ford, a el control estadístico de procesos desarrollados por W. Shewart, a las técnicas de calidad de Edwards Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas en el propio Japón por Kaoru Ishikawa.

Ohno estableció las bases de un nuevo sistema de gestión *JIT/Just In Time* (Justo a tiempo), también conocido como TPS (*Toyota Manufacturing System*). El sistema formulaba un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. Las aportaciones de Ohno se complementaron con los trabajos de Shigeo Shingo, también ingeniero industrial de Toyota, que estudió detalladamente la administración científica de Taylor y las teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth. Entendió la necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones, con el fin de proporcionar al cliente únicamente loque requerían focalizando su interés en la reducción de los tiempos de preparación. Al amparo de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema *Kanban*, *Jidoka*, *Poka-Joke* que fueron enriqueciéndose el sistema Toyota (Hernández y Vizán, 2013).

3.2.2 Los pilares de Lean Manufacturing

De acuerdo a (Rajadell y Sánchez, 2010) la implementación de *Lean Manufacturing* en una planta industrial exige el conocimiento de unos conceptos, unas herramientas y unas técnicas con el objetivo de alcanzar tres objetivos: rentabilidad, competitividad y satisfacción de todos los clientes. Tal como se ha escrito, los pilares del *Lean Manufacturing* son:

- La filosofía de la mejora continua: el concepto *Kaizen*.
- Control total de la calidad: calidad que se garantiza para todas las actividades.
- El *Just In Time*.

3.2.3 Estructura de Sistema Lean

A si mismo (Rajadell y Sánchez, 2010) menciona que *Lean* supone un cambio cultural en la organización empresarial con un alto compromiso de la dirección de la compañía que decida implementarlo. En estas condiciones es complicado hacer un esquema simple que refleje los múltiples pilares, fundamentos, principios, técnicas y métodos que contempla y que no siempre son homogéneos teniendo en cuenta que se manejan términos y conceptos que varían según la fuente consultada. La ilustración 2 muestra la lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos.

• Las 5 S • Control Total de Calidad • Círculos de Control de Calidad • Sistemas de sugerencias • SMED • Disciplina en el lugar de trabajo • Mantenimiento Productivo Total • Kanban • Nivelación y equilibrado • Just in Time • Cero Defectos • Actividades en grupos pequeños • Mejoramiento de la Productividad • Autonomación (Jidoka) • Técnicas de gestión de calidad • Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios	• Orientación al cliente • Control Estadístico de Procesos • Benchmarking • Análisis e ingeniería de valor • TOC (Teoría de las restricciones) • Coste Basado en Actividades • Seis Sigma • Mejoramiento de la calidad • Sistema Matricial de Control Interno • Cuadro de Mando Integral • Presupuesto Base Cero • Organización de Rápido Aprendizaje • Despliegue de la Función de Calidad • AMFE • Ciclo de Deming • Función de Pérdida de Taguchi
--	---

Ilustración 2 Lista de técnicas y técnicas asimiladas a acciones de mejora de sistemas productivos.

Fuente: (Rajadell y Sánchez, 2010).

De forma tradicional se ha recurrido al esquema de la “Casa del sistema de producción Toyota” para visualizar rápidamente la filosofía que encierra *Lean* y las técnicas disponibles para su aplicación. Se explica utilizando una casa porque ésta constituye un sistema estructural que es fuerte siempre que los cimientos y las columnas lo sean; una parte en mal estado debilitaría todo el sistema. La ilustración 3 representa una adaptación actualizada de esta “Casa”.

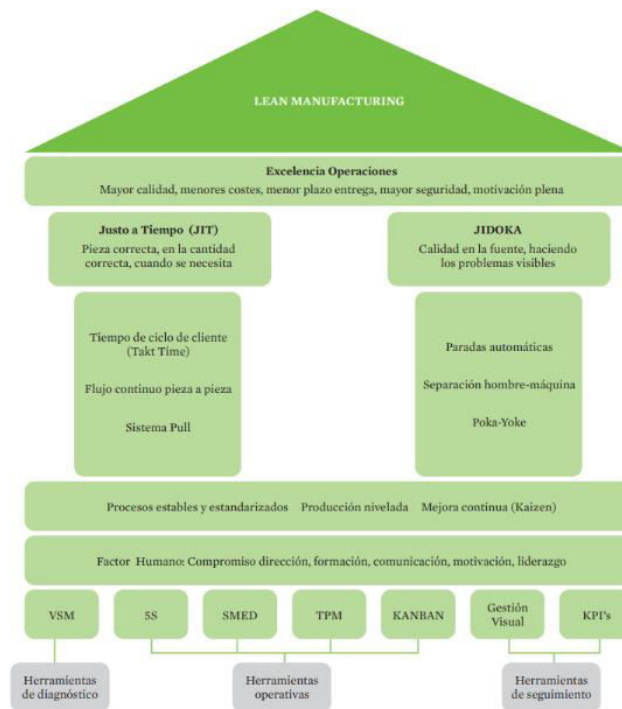


Ilustración 3 Adaptación actualizada de la casa Toyota.

Fuente: (Rajadell y Sánchez, 2010).

3.2.4 Requisitos para la eliminación del desperdicio

(Pérez , 2019) menciona 10 requisitos para la eliminación de desperdicio.

- Tener un fuerte liderazgo.
- Tener la convicción de que hay que apoyar la capacitación continua.
- Contar con un equipo de gerentes adecuado a la realidad actual.
- Tener una visión clara del futuro de la organización.
- Contar con una administración participativa.
- Tener planes y estrategias bien definidos.
- Difundir las estrategias entre todo el personal.
- Tomar conciencia de cuáles son los desperdicios que afectan a la empresa.
- Reconocer el impacto que esos desperdicios tienen sobre la empresa.
- Convencer plenamente a todo el personal sobre la importancia de eliminar sistemáticamente los desperdicios. (Pérez , 2019).

3.2.5 Diagnóstico Lean

(Pérez , 2019) indica que antes de hacer un plan para la implementación de *Lean Manufacturing*, es muy importante establecer las condiciones actuales de todos los procesos clave de la organización mediante un diagnóstico que comprende las siguientes etapas:

- Estrategia de la compañía.
- Estructura. Diseño.
- Logística. Operaciones.
- Contabilidad y finanzas.

Este diagnóstico deben realizarlo directivos de la compañía y personal clave que conozcan a fondo la realidad de cada uno de los escenarios que se presentan. Participarán varias personas que consultarán sus dudas con quien tenga un mejor conocimiento de la realidad. Si es necesario, la información será corroborada por personas que también estén relacionadas con el tema. En cada una de estas etapas se analizan con detalle los siguientes conceptos:

1. Estrategia.
 - Planificación.
 - Comunicación.
 - Seguimiento.
 - Control.
2. Estructura.
 - Organización.
 - Personal.
 - Información.
3. Diseño.
 - Necesidades del cliente.
 - Diseño del producto.
 - Diseño del proceso.
 - Diseño del control del proceso.
4. Logística.
 - Proveedores.

- Clientes.
- Inventario.
- Planificación de producción.
- 5. Operaciones.
 - Prevención.
 - Solución de problemas.
 - Mejora continua.
 - Orden y limpieza.
 - Control Visual.
 - Flujo de proceso.
 - Cambios de producto.
 - Mantenimiento.
 - Calidad.
 - Control de material.
 - Control de producción.
 - Medición del desempeño.
- 6. Contabilidad y finanzas.
 - Contabilidad financiera.
 - Contabilidad administrativa.
 - Contabilidad operacional.

(Pérez , 2019).

3.2.5.1 Interpretación y uso del diagnóstico.

El diagnóstico permitirá establecer un punto de partida en la implementación, así como la estrategia correspondiente. La interpretación consistirá simplemente en observar, en cada punto del diagnóstico, donde estamos en un momento dado y cuál es el siguiente paso. Es importante mencionar que no se trata de avanzar muy rápidamente de un punto al mejor, sino de ir haciéndolo gradualmente hasta madurarlo y llegar a la meta, sin tropiezos ni salidas en falso. El resultado del diagnóstico se utilizará para formular los planes y estrategias que se abordarán en el siguiente capítulo, que trata sobre la estrategia *Hoshin Kanri*. (Pérez , 2019).

3.2.6 Desperdicio o muda

Cualquier coda o actividad que genera costos pero que no agrega valor al producto se considera un desperdicio o muda. En Ohno (1988) se identifican siete tipos de desperdicio: sobreproducción, esperas, trasportación, sobre procesamiento, inventarios, movimientos y retrabajos.

La estrategia del proceso esbelto busca reducir el desperdicio e incrementar el flujo, y de esa manera hacer más en menor tiempo, en menos recursos y actividades. (Gutiérrez , Calidad total y productividad, 2010).

3.3 *Kaizen*

(Rajadell y Sánchez, 2010) mencionan que los métodos de creatividad y su ejercicio apoyan los dos primeros puntos, especialmente el segundo. Cabe decir que estas técnicas que promueven la creatividad por si solas no pueden sustituir un estudio apropiado de *Kaizen*, porque “las ideas solo son valiosas si pueden ponerse en práctica”, y las propuestas que no pueden implantarse son como castillos en el aire, que no sirven para nada.

La mejora continua es una filosofía que trasciende a todos los aspectos de la vida, no solo al plano empresarial ya que en general, el ser humano tiene la necesidad de evolucionar hacia el auto perfeccionismo. El slogan “siempre hay un método mejor” consiste en un progreso paso a paso con pequeñas aportaciones que se van acumulando y que van más allá de lo estrictamente económico. El proceso de la mejora continua propugna que cuando aparece un problema el proceso productivo se detiene para analizar las causas, tomar las medidas correctoras, y su resolución aumenta la eficiencia del sistema productivo.

En un proceso de mejora continua se integran dos tipos de avances diferentes: los pequeños avances conseguidos con numerosas pero pequeñas mejoras, y los grandes saltos logrados gracias a las innovaciones tecnológicas o de organización, que generalmente implican inversiones de tipo económico.

Evidentemente, ambos tipos de mejora deben complementarse. La mejora de los grandes pasos se denomina *Kairyo*, mientras que la mejora de los pequeños pasos, se denomina *Kaizen* y en ella están implicados todos los miembros de la empresa. Tal como puede observarse en la tabla 4, llega un momento en que los incrementos derivados de la introducción de mejoras son poco significativos.

Tabla 4 Mejora de los grandes y pequeños pasos.

<i>Kaizen</i>	<i>Kairyo</i>
• Puede y debe implicar a todo el personal.	• Implica a un número limitado de personas.
• Se hace el mantenimiento de lo que se tiene y se mejora con un <i>know-how</i> convencional.	• Se construye un nuevo sistema con inversiones o nuevas tecnologías.
• Orientación centrada totalmente sobre el personal.	• Orientación hacia la tecnología.
• Requiere el reconocimiento de los esfuerzos incluso antes de los resultados.	• Se realiza exclusivamente en función de los resultados esperados.
• Se obtiene con la utilización de herramientas de calidad y el ciclo PDCA (ciclo de Deming).	• Se obtiene con innovaciones tecnológicas u organizativas.

Fuente: (Rajadell y Sánchez, 2010).

Según (Suárez, 2019) el modelo del *Kaizen-Coaching*, el cual es la representación gráfica y visual del camino de la mejora continua de una persona. En el *Kaizen-Coaching* se experimenta un proceso gradual, incremental y paulatino de mejora, en el que el cambio se presenta en forma de pasos pequeños y simples. Se basa en el principio bioquímico de que el cerebro humano, mejor dicho, el mesencéfalo, en donde se aloja un pequeño cuerpo orgánico denominado «la amígdala», provoca alarmas o alertas ante ciertas situaciones de peligro o de cambio inminente de la persona. Ahora bien, en términos prácticos, el verdadero problema actual, que nos presenta el funcionamiento de la amígdala, es que esta alarma también se activa cada vez que una persona se quiere desviar de su rutina habitual, es decir, de su estado actual. En otras palabras, en cada cambio, reto, mejora u oportunidad, el cerebro desencadena cierta dosis de miedo por intentar dicho cambio. Por lo tanto, en el

Kaizen-Coaching los cambios y la mejora de pasar del «estado actual» al «estado futuro», a través de cada ciclo serán de forma gradual y con pequeños pasos de cambio. Grandes metas o acciones de cambio provocan, de forma automática, mayor miedo provocado por la amígdala, así que, pequeñas acciones con objetivos medibles, cuantificables y sencillos llevan a minimizar o a esquivar el miedo y, por lo tanto, avanzar en la mejora.

3.3.1 *Kaizen* y el CTC

Como menciona (Imai, 2001) considerando el movimiento del CTC en Japón como parte del movimiento de *Kaizen* nos da una perspectiva más clara del enfoque japonés. Ante todo, debe señalarse que las actividades del CTC en el Japón no están relacionadas solo con el control de calidad. La gente ha sido engañada por el término “control de calidad” y con frecuencias se ha construido dentro de la estrecha disciplina del control de calidad del producto. En Occidente, el término CC (Control de calidad) está en su mayor parte asociado con la inspección de los productos terminados y cuando sale a discusión el CC, los altos gerentes, que por lo general suponen que tienen muy poco que ver con el control de calidad, pierden de inmediato el interés. Es lamentable que en Occidente el CTC haya sido tratado principalmente en las publicaciones técnicas cuando es el enfoque más adecuado de las revistas gerenciales. Japón ha desarrollado un elaborado sistema de estrategias de *Kaizen* como herramientas administrativas dentro del movimiento del CTC. Estas se colocan entre el rango de los logros administrativos más notables de este siglo. Pero debido a la forma limitada en la cual se entiende el CC en Occidente, la mayoría de los estudiantes occidentales de las actividades japonesas del CC han fallado al tratar de entender el verdadero reto y significado. Al mismo tiempo, los nuevos métodos y herramientas del CTC son de continuo estudiados y probados. El CTC en el Japón es un movimiento centrado en el mejoramiento del desempeño administrativo en todos los niveles. Como tal, ha tratado típicamente con:

- Aseguramiento de la calidad.
- Reducción del costo.

- Cumplir con las cuotas de producción.
- Cumplir con los programas de entrega.
- Seguridad.
- Desarrollo del nuevo producto.
- Mejoramiento de la productividad.
- Administración del proveedor.

3.3.2 Tipos de mejora

Según (Ishikawa, 1989) hay muchos tipos de mejoras, pero me gustaría considerarlos bajo los siguientes nombres:

- Mejoras pasivas: éstas incluyen la reducción de los reprocesos y los ajustes, la mejora de los rendimientos, la reducción de los costes y la eliminación de las causas asignables.
- Mejoras activas: éstas incluyen la incorporación de los adelantos, la mejora de la calidad, la mejora de las capacidades de los procesos, el poner de relieve y mejorar las cualidades positivas que atraen a los consumidores (argumentos de venta), e impulsar las ventas.
- Mejoras del entorno inmediato: éstas son las mejoras basadas en las sugerencias, las mejoras de los círculos de CC y las mejoras en los puestos de trabajo.
- Mejoras basadas en las prioridades: éstas son las mejoras sistemáticas y clasificadas según su prioridad, para eliminar los problemas graves a través de la cooperación de la empresa, la planta o la sección, las mejoras de los equipos de CC y las mejoras del staff.
- Mejoras orientadas a los objetivos: aquí están incluidas la mejora de la calidad, la reducción a la mitad de las unidades defectuosas y la simplificación del trabajo, el aumento de la capacidad de proceso y la de producción, la reducción de los costes y el acortamiento de los plazos de entrega.
- Mejoras orientadas a los métodos: éstas incluyen la mejora de procesos, las mejoras de los métodos operativos y del equipo, la racionalización organizativa y la revisión de las normas y las reglamentaciones.

3.4 Método *Kanban*

Kanban en japonés significa, señal o cartel de tienda, pero en el contexto del sistema de producción de Toyota significa un pequeño signo enfrente del operario (una tarjeta, una caja vacía, un fax, etc.) que le marca la necesidad de producir. (Rajadell y Sánchez, 2010).

(Muñoz et al., 2022) mencionan que *Kanban* o Control de Producción por tarjetas, consiste en un sistema de control que utiliza un dispositivo de señalización para regular los flujos de producción *JIT*. *Kanban* significa señal o tarjeta de instrucciones en japonés. Esta metodología trabaja bajo el sistema de producción *Pull*, siendo una herramienta que ayuda a controlar la información y regular el transporte de materiales en una línea de producción.

3.4.1 Definición de *Kanban*

Se denomina *Kanban* a un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas, que consiste en que cada proceso retira los conjuntos que necesita de los procesos anteriores, y estos comienzan a producir solamente las piezas, subconjuntos y conjuntos que se han retirado, sincronizándose todo el flujo de material de los proveedores con el de los talleres de la fábrica, y estos con la línea de montaje final. Se distinguen dos tipos de *kanbans*:

- El *Kanban* de producción indica qué y cuándo hay que fabricar para el proceso posterior.
- El *Kanban* de transporte que indica que y cuando material se retirará del proceso anterior. (Rajadell y Sánchez, 2010).

Según (Hansen y Ghare, 1990) menciona que un *Kanban* es una tarjeta o etiqueta que se fija al producto y que se utiliza para facilitar el movimiento adecuado de dicho producto. El movimiento puede producirse dentro de una misma fábrica o entre fábricas. Un sistema *Kanban* es un sistema de control de existencias y producción que utiliza *Kanbanes* como principal dispositivo de

transmisión de información. Hay dos ventajas fundamentales en el uso de *Kanbanes*: primero, se reduce el nivel de existencia dentro del proceso y, segundo, el departamento de Producción puede responder de forma muy rápida ante cambios en la programación de producción.

3.4.2 Antecedentes

Muchos empresarios japoneses visitaron varias veces plantas en Estados Unidos para conocer sus sistemas de control de inventario.

Taiichi Ohno y sus colegas visitaron en una ocasión algunas plantas armadoras de vehículos y fundidoras, buscando ideas o un sistema para no sobre inventariarse. No encontraron lo que buscaban, pero en las tardes, durante su viaje, visitaban supermercados y les llamó mucho la atención la manera en que se resurtirían los artículos una vez que el cliente los retiraba del estante y los pagaba; es decir, el billete era una señal para el abastecedor de que tenía que resurtir el o los productos al cliente que había retirado. (Pérez , 2019).

3.4.3 ¿Cuándo se utiliza *Kanban*?

Kanban se utiliza:

- Cuando es necesario estructurar el sistema de control de materiales y administración de la producción debido a la alta mezcla de productos y a los volúmenes de producción que tienden a ser menores.
- Cuando se han introducido las variables de disponibilidad de equipo, orden y limpieza, cambios rápidos y lotes de producto mínimo, y las condiciones se prestan para aplicar *Kanban*. (Pérez , 2019).

3.4.4 Objetivo de método *Kanban*. El sistema *Pull*

El flujo *Pull* significa que el material se sustituye en el proceso al mismo ritmo que se consume. El sistema *Pull* se refiere a dos cosas:

- El flujo físico en el que se tira del material en vez de empujarlo por el sistema, lo que se conoce como *Pull Flow*.
- El procedimiento que se utiliza para indicar cuando se necesita más material entre líneas y proceso separados se conoce como *Kanban*.

Los objetivos de la implantación de un sistema pull mediante el uso de unas señales denominadas *Kanban* son los siguientes:

- Simplificar las tareas administrativas de la organización de la producción y el lanzamiento de las ordenes de aprovisionamiento a los proveedores.
- Regular y reducir el nivel de *stocks*, consiguiendo que cada operario solo produzca las unidades retiradas por el proceso posterior, de tal manera que la producción en cada momento coincida con las necesidades reales de este momento.
- Estimular la mejora de métodos y la reducción de stocks porque la disminución de inventarios de productos intermedios facilita la localización de problemas (cuellos de botella, averías, defectos de calidad, etc.), contribuyendo de esta manera a su resolución.
- Implantar un sistema de control visual que ayude a la localización de problemas de la producción.
- Facilitar el flujo continuo de la producción y conseguir la nivelación y el equilibrado de los procesos mediante un sistema *Pull*. (Rajadell y Sánchez, 2010).

En la ilustración 4 se muestra el flujo de información y de materiales a través de un sistema *Pull*.

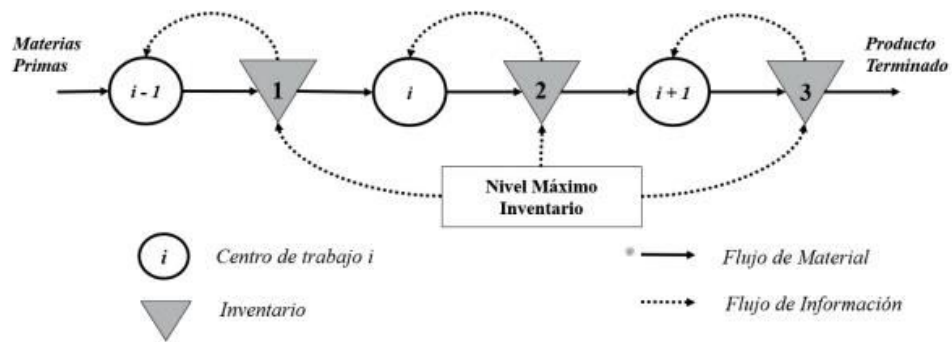


Ilustración 4 Flujo de información y materiales con el sistema Pull.

Fuente: (Rajadell y Sánchez, 2010).

3.4.5 Implantación del sistema *Kanban*: Funcionamiento

Para explicar el funcionamiento práctico del sistema se toma un caso con dos estaciones de trabajo que se designan por A y B. Se han representado los *Kanbans* mediante unos cuadros pintados en el suelo, en este caso se dispone de tres *Kanbans*. La definición del número de *Kanbans* sigue un método de prueba y error, y podrá modificarse posteriormente si se observa que la cosa no funciona, de manera que en Toyota tardaron diez años en afinar todo el sistema. Para directivos con mentalidad cuantitativa, el número de tarjetas se puede calcular de la siguiente manera:

$$\text{Nº de } kanbans = \frac{[\text{Consumo medio diario} \times \text{duración del stock deseado}] + \text{stock en curso}}{\text{Cantidad de piezas en el cuadro}}$$

(Rajadell y Sánchez, 2010).

3.4.6 Tipos de *Kanban*

(Muñoz et al., 2022) mencionan que los *Kanban* generalmente se dividen en dos tipos:

- *Kanban* de producción: es aquel que brinda la información necesaria para hacer algo, es decir, para iniciar la producción de una pieza.

- *Kanban* de retiro: aquí se brinda la información de algo que se necesita retirar de un inventario y transportar a los procesos que lo requieren.

3.4.7 Señales *Kanban*

Aunque generalmente se asocia la palabra *Kanban* con una tarjeta, esta no es la única forma de informar cuando iniciar la producción de un determinado trabajo, a continuación, se mencionan las diferentes señales *Kanban* utilizadas:

- ***Kanban de contenedores:*** en ocasiones, el contenedor mismo se puede utilizar como un dispositivo para señalar. En este caso, un contenedor vacío en el suelo de la fábrica señala en forma visual la necesidad de llenarlo. La cantidad de inventario se ajusta agregando o quitando contenedores.
- ***Kanban de espacio:*** algunas fábricas utilizan espacios marcados en el piso, en una mesa o en una estantería para identificar el lugar donde se debe guardar el material. Cuando el cuadro está vacío, las operaciones de suministro tienen autorización de producir; cuando el cuadro está lleno, no se necesita ninguna pieza.
- ***Kanban de tarjetas:*** este sistema utiliza tarjetas donde se especifican las características del producto como un código de identificación, la cantidad del contenedor, materiales requeridos, planos de ensamble entre otros. Las tarjetas son útiles cuando un mismo centro de trabajo elabora varios productos (Muñoz et al., 2022).

3.5 Concepto de 5's

Para (Gillet-Goinard y Seno, 2014) el método de las 5's es una manera de aprender a mantener el orden y la limpieza. Recibe su nombre por las cinco primeras letras de las palabras japonesas que caracterizan las operaciones que deben efectuarse para mantener todo el tiempo un espacio de trabajo en perfecto

estado. Para algunos gerentes, también se trata de inculcar una higiene de trabajo colectiva en el personal.

Según (Socconini y Barrantes, 2023) en Japón se desarrolló un sistema conocido como las 5's, que permite mantener organizadas, limpias, seguras y sobre todo productivas sus áreas de trabajo. Para las empresas japonesas, el primer paso obligatorio en el camino hacia una filosofía de calidad total es la implementación de las 5's.

Es por eso que hablar de procesos con:

- Cero accidentes.
- Cero defectos.
- Cero demoras.
- Cero desperdicios.

3.5.1 Origen de las 5's

(Socconini y Barrantes, 2023) mencionan que el nombre de las 5's tiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra "s":

- *Seiri* (Seleccionar): Significa retirar de nuestra área de trabajo todo lo que no necesitamos para realizar nuestras operaciones productivas.
- *Seiton* (Organizar): Es ordenar los artículos que necesitamos para facilitar su uso e identificación en forma adecuada para localizarlos y, posteriormente, regresarlos a su lugar de origen.
- *Seiso* (Limpiar): Quiere decir mantener en buenas condiciones nuestro equipo de trabajo y conservar limpio nuestro entorno.
- *Seiketsu* (Estandarizar): Es definir una manera consistente de llevar a cabo las actividades de selección, organización y limpieza.
- *Shitsuke* (Seguimiento): Es crear las condiciones que fomenten el compromiso de los miembros de la organización para formar un hábito con las actividades relacionadas con las 5's.

3.5.1.1 Seiri (Ordenar)

De igual forma (Socconini y Barrantes, 2023) sugieren echar un vistazo al área de trabajo. Observar detenidamente todos los detalles y preguntarse si: ¿Necesita todo lo que ahí se encuentra? ¿Hay objetos que no utiliza? Seleccionar es retirar de nuestra área de trabajo todos los artículos que no son necesarios.

Al completar esta etapa se podrá dar cuenta que, con el solo hecho de tener en su área de trabajo únicamente los artículos que necesita, se obtendrán los siguientes beneficios:

- Más espacio.
- Menos estorbo de cosas innecesarias.
- Menor costo de inventario por no tener objetos de más (solo la cantidad que se requiere).

3.5.1.2 Seiton (Organizar)

Para (Socconini y Barrantes, 2023) organizar es ordenar los artículos necesarios para nuestro trabajo, estableciendo un lugar específico para cada cosa, de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al lugar de origen después de ser utilizados.

Se podrá observar que los nuevos beneficios que se suman a los obtenidos durante la fase de selección son:

- Uso más eficiente de recursos, al localizar rápidamente lo que necesita.
- Menos accidentes por contar con ayudas visuales.
- Menos equivocaciones en uso de componentes.

3.5.1.3 Seiso (Limpiar)

Según (Socconini y Barrantes, 2023) limpiar es eliminar la suciedad. Mantener limpios nuestros equipos e instalaciones nos ayuda a conservarlos en buenas condiciones; con ello podemos obtener un mejor aprovechamiento de los recursos con que contamos.

Trabajar en un lugar donde la limpieza es una norma de conducta nos proporciona ventajas como:

- Ampliar la vida útil de las herramientas, los equipos y la maquinaria.
- Reducción de interrupciones por fallos en los equipos y la maquinaria.
- Menor índice de accidentes.
- Mejor ambiente de trabajo.

3.5.1.4 Seiketsu (Estandarizar)

(Socconini y Barrantes, 2023) indican que estandarizar es lograr que los procedimientos, las prácticas y las actividades se ejecuten consistentemente y regularmente para asegurar que la selección, organización y limpieza sean mantenidas en las áreas de trabajo.

El gran beneficio que se obtiene al estandarizar nuestras actividades es lograr que en nuestras áreas de trabajo se mantengan los resultados obtenidos con las tres anteriores “s”.

3.5.1.5 Shitsuke (Seguimiento)

Según (Socconini y Barrantes, 2023) seguimiento es hacer un hábito de las actividades de las 5’s manteniendo correctamente los procesos generados a través del compromiso de todos.

Para crear cultura en nuestra organización todos debemos participar activamente. En la ilustración 5 se muestran las acciones que todas las personas que colaboran en el área de trabajo deben seguir.



Ilustración 5 Acciones a seguir.

Fuente: (Socconini y Barrantes, 2023).

3.5.2 Objetivo de las 5's

(Gillet-Goinard y Seno, 2014) menciona que el objetivo es doble. Aplicar las 5's es un espacio de trabajo que tiene como finalidad mantener las máquinas, lugares, herramientas y espacios electrónicos limpios y ordenados para evitar pérdidas de tiempo y dinero, y limitar el riesgo de generación de productos inadecuados. La consecuencia de esta práctica regular es el aprendizaje del progreso continuo.

Según (Muñoz et al., 2022) la implementación de esta metodología tiene como objetivo evitar que se presenten los siguientes inconvenientes al interior de los centros de trabajo:

- Desorden donde se vea material en exceso, herramienta suelta, piezas revueltas.
- Aspecto sucio del centro de trabajo.
- Elementos rotos.
- Basura: cajas de cartón, empaques plásticos, entre otros residuos.
- Falta de instrucciones y señales comprensibles por todos.

- No usar elementos de seguridad.
- Averías.
- Desmotivación del operario por su centro de trabajo.
- Tiempos muertos buscando la pieza o herramienta correcta.

3.5.3 Ventajas de las 5's

(Gillet-Goinard y Seno, 2014) menciona que aplicar las 5's tiene ciertas ventajas:

- Nadie puede estar en contra.
- Las 5's son fáciles de instrumentar.
- Como es una herramienta fácil de asimilar, confirma lo que cada quien piensa; implica sensatez.
- En apariencia, no cuenta nada.

3.6 Herramientas para la mejora de la calidad

(López , 2016) menciona que, en la actualidad, existen varias herramientas que pueden ser utilizadas para la identificación de problemas, el análisis de sus causas y la puesta en marcha de soluciones. Habitualmente se clasifican en dos grupos: Herramientas de control de calidad. Herramientas de mejora de la calidad.

Aunque muchas de ellas son de origen estadístico, son herramientas sencillas, muy visuales, que pueden ser aplicadas por personas de todas las áreas de la empresa si bien las primeras suelen ser más aplicadas en el control de la producción y las segundas, en la planificación de proyectos. Todas ellas son compatibles entre sí, y suele ser habitual que los equipos de trabajo utilicen más de una en el análisis de un problema.

3.6.1 Diagrama de Pareto

Según (Besterfield, 2009) Alfredo Pareto (1848-1923) estudió extensamente la distribución de la riqueza en Europa. Encontró que había pocas

personas con mucho dinero, y muchas personas con poco dinero. Esta desigual distribución de la riqueza se volvió una parte integral de la teoría económica. Dicho concepto fue reconocido por Joseph Juran como de aplicación universal en muchos campos. Acuñó las frases pocos vitales y muchos útiles.

Un diagrama de Pareto es una gráfica que clasifica los datos en orden descendente, de izquierda a derecha, como se ve en la ilustración 6. En este caso, las clasificaciones de datos son tipos de faltas en el campo. Otras clasificaciones posibles de los datos son problemas, causas, tipos de no conformidades, etc. Los pocos vitales se encuentran a la izquierda, y los muchos útiles en una clasificación llamada otros, y en la figura se identifican con una O.

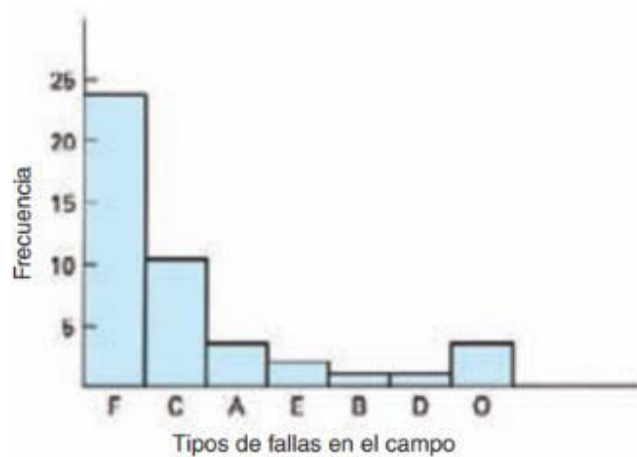


Ilustración 6 Diagrama de Pareto.

Fuente: (Besterfield, 2009).

Cuando se usa la categoría otros, siempre está en el extremo derecho. La escala vertical está en valor monetario (dólares, para fijar ideas), frecuencia o porcentaje. Los diagramas de Pareto se distinguen de los histogramas porque en un diagrama de Pareto la escala horizontal es de categorías, mientras que la escala de un histograma es numérica.

A veces los diagramas de Pareto contienen una línea acumulativa, como se muestra en la ilustración 7. Esa línea representa la suma de los datos, al

sumarlos de izquierda a derecha. Se usan dos escalas: la de la izquierda es frecuencia o dólares, y la de la derecha es porcentaje.

Los diagramas de Pareto se usan para identificar los problemas más importantes. En general, el 80% del total se debe al 20% de los elementos. Esto se ve en la ilustración 7, donde los tipos F y C de fallas en el campo forman casi el 80% del total. En realidad, los elementos más importantes podrían identificarse poniéndolos en una lista en orden descendente. Sin embargo, la gráfica tiene la ventaja de proporcionar un impacto visual de las pocas características vitales que requieren atención.

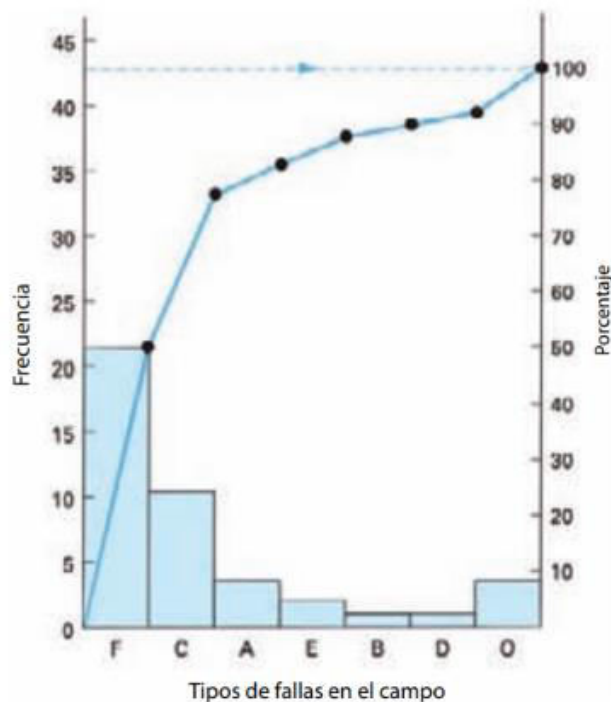


Ilustración 7 Diagrama de Pareto.

Fuente: (Besterfield, 2009).

Según (Gutiérrez , Calidad total y productividad, 2010) es un gráfico esencial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual

reconoce que solo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco efecto total. En la ilustración 8 se muestra un ejemplo del diagrama de Pareto.

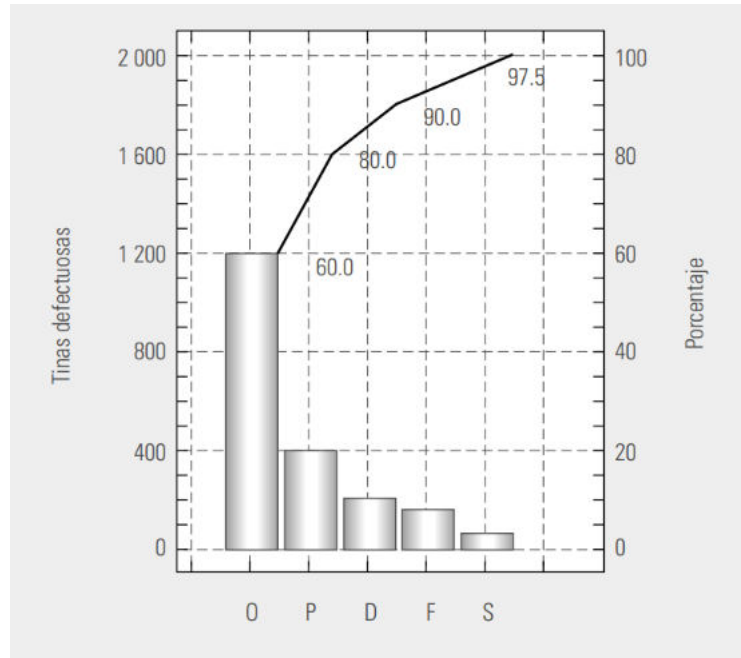


Ilustración 8 Diagrama de Pareto.

Fuente: (Gutiérrez , 2010).

3.6.2 Estratificación

Estratificar es analizar problemas, fallas, quejas o datos, clasificándolos o agrupándolos, de acuerdo con los factores que, se cree, pueden influir en la magnitud de los mismo, a fin de localizar buenas pistas para mejorar un proceso. Por ejemplo, los problemas pueden analizarse de acuerdo con tipo de fallas, métodos de trabajo, maquinaria, turnos, obreros, materiales o cualquier otro factor que proporcione una pista acerca de centrar los esfuerzos de mejora y cuáles son las causas vitales.

La estratificación es una poderosa estrategia de búsqueda que facilita entender cómo influyen los diversos factores o variantes que intervienen en una situación problemática, de tal forma que se puedan localizar las fuentes de la

variabilidad, y con ello, encontrar pistas de las causas de un problema. (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

(Ishikawa, 1989) menciona que la estratificación es necesaria para el control, para detectar los problemas y para estudiar las medidas de mejora,

- Cuando se recogen los datos, se deben estratificar con arreglo a las diferentes condiciones, causas, localizaciones o lotes que parezca que pueden dar lugar a unidades defectuosas, pérdidas y otros problemas. Por ejemplo, podríamos estratificar por el tipo de unidad defectuosa, el tipo de defecto, la materia prima, el día, turno, hora, grupo, persona, máquina, proceso, método operativo, tiempo atmosférico, instrumento de medida, calibre, herramienta o cualquier otro entre muchos factores. Los datos solos sobre el número global de defectos y reprocesos no son extremadamente útiles. Debemos recoger los datos utilizando hojas de comprobación o métodos similares, y estratificarlos todo cuanto sea posible.
- Las piezas, los productos, contenedores, etc., deben identificarse con números, tarjetas, notas, colores o símbolos para mantenerlos separados, y los materiales y los productos deben pasar por el proceso en lotes o cajas separados.
- Todo el mundo debe tener cuidado en mantener separados a los lotes, disponer de métodos adecuados para trasladar los materiales por la fábrica y designar buenos trazados y sistemas para almacenar los productos.
- Las unidades defectuosas, los reprocesos, desechos, etc., deben ser clasificados en cajas separadas según la naturaleza o la causa de la unidad defectuosa o del defecto. Luego, un especialista debe dar vueltas de vez en cuando para comprobar estas cajas y tomar anotaciones.
- Se debe establecer un buen sistema de notas.
- Debe realizarse la inspección analítica.

3.6.3 Diagrama Causa- Efecto

Para (Besterfield, 2009) un diagrama causa y efecto (C & E) es una figura formada por líneas y símbolos cuyo objetivo es representar una relación significativa entre un efecto y sus causas. Fue creado por Kaoru Ishikawa en 1943, y también se le conoce como diagrama de Ishikawa.

Con los diagramas de causa y efecto se investigas los efectos “malos” y se emprenden acciones para corregir las causas, o los efectos “buenos” y se aprende cuales causas son las responsables. Para cada efecto, es probable que haya numerosas causas. La ilustración 9 muestra un diagrama causa-efecto; el efecto está a la derecha y las causas están a la izquierda. El efecto es la característica de calidad que debe mejorarse.

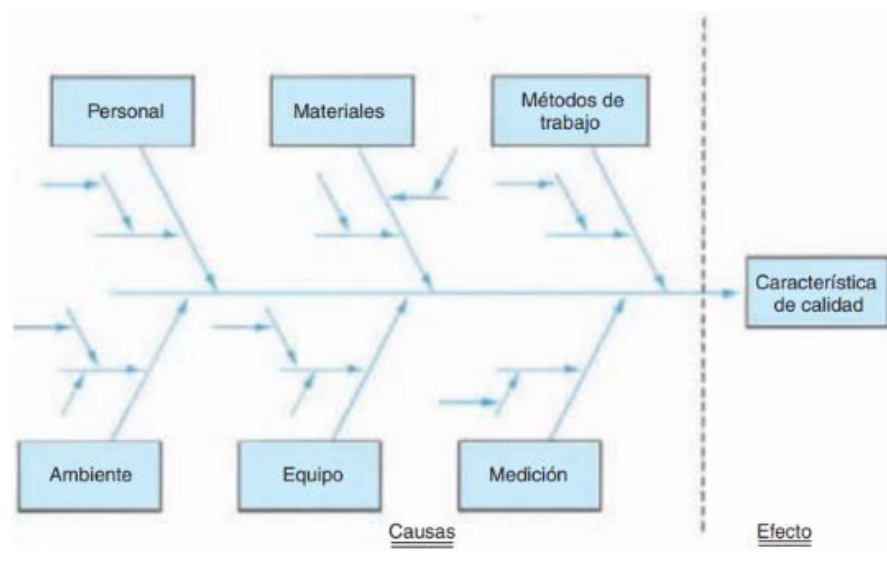


Ilustración 9 Diagrama causa-efecto.

Fuente: (Besterfield, 2009).

Según (Cuatrecasas, 2010) analiza de una forma organizada y sistemática lo problemas, sus causas, y las causas de estas causas, cuyo resultado en lo que afecta a la calidad se denominara efecto. Existen dos aspectos básicos que definen esta técnica: ordena y profundiza. Describir las causas evidentes de un problema puede ser más o menos sencillo, pero es necesario ordenar dichas

causas, ver de donde provienen y profundizar en el análisis de sus orígenes con el objetivo de solucionar el problema desde su raíz.

El problema está identificado y queremos resolverlo. En este sentido este diagrama nos ayudará a determinar el porqué de ese problema o efecto. El número de factores que influyen en un determinado efecto son numerosos y representativo de factores que influyen en un determinado efecto son numerosos y representativo de factores para cada problema. Es frecuente utilizar unas causas primarias de tipo genético, denominadas como las 6M: mano de obra, materiales, métodos, medio ambiente, mantenimiento y maquinaria.

3.5.3.1 Las 6 M

El método 6 M es el más común y consiste en agrupar las causas potenciales en seis principales (6M): métodos de trabajo, mano o mente de obra, materiales, maquinaria, medición y medio ambiente. (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

Mientras que (Zárate et al., 2014) mencionan 5 emes: maquinaria y equipo, materiales, medio ambiente, mano de obra y métodos. En la ilustración 10 se muestra un diagrama causa- efecto con los 5 M mencionadas.

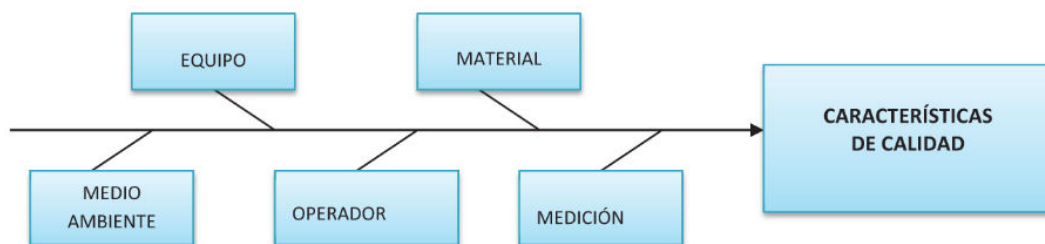


Ilustración 10 Las 5 M.

Fuente: (Zárate et al., 2014).

3.5.3.2 Ventajas de las 6 M

- Obliga a considerar una gran cantidad de elementos asociados con el problema.
- Es posible usarlo cuando el proceso no se conoce a detalle.
- Se concentra en el proceso y no en el producto. (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

3.5.3.3 Desventajas del método 6 M

- En una sola rama se identifican demasiadas causas potenciales.
- Se tiende a concentrar en pequeños detalles del proceso.
- No es ilustrativo para quienes desconocen el proceso. (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

3.6.4 Hoja de verificación

Es un formato para coleccionar datos, de forma que su registro sea sencillo, sistemático y que sea fácil analizarlos. Una buena hoja de verificación debe reunir la característica de que, visualmente, permita hacer un primer análisis para apreciar las principales características de la información buscada.

Algunas de las situaciones en las que resulta de utilidad obtener datos a través de las hojas de verificación son las siguientes:

- Describir el desempeño o los resultados de un proceso.
- Clasificar las fallas, quejas o defectos detectados, con el propósito de identificar sus magnitudes, razones, tipos de fallas, áreas de donde procede, etc.
- Confirmar posibles causas de problemas de calidad.
- Analizar o verificar operaciones y evaluar el efecto de los planes de mejora.

La finalidad de la hoja de verificación es fortalecer el análisis y la medición del desempeño de los diferentes procesos de la empresa, a fin de contar con información que permita orientar esfuerzos, actuar y decidir objetivamente. Esto

es de suma importancia, ya que en ocasiones algunas áreas o empresas no cuentan con datos ni información de nada. (Gutiérrez y De la Vara, 2009).

3.6.5 Diagrama de flujo de proceso

Para (Miranda et al., 2017) un diagrama de flujo es un modo de representar gráficamente flujos o procesos, identificando la secuencia de pasos que se realizan para obtener un determinado resultado, así como las relaciones entre las diferentes actividades que lo componen a través de un conjunto de símbolos. El diagrama de flujo tiene como finalidad ordenar los procesos y puede ser utilizado individualmente, aunque resulta más eficaz si se emplea de manera conjunta con alguna otra herramienta de la calidad. El diagrama de flujo permite entender “de un vistazo” el proceso en su conjunto, sus problemas y los puntos críticos.

(Camisón et al., 2006) mencionan el propósito, aplicación y construcción de un diagrama de flujo:

Propósito

Los diagramas de flujo, también denominados flujogramas, muestran la secuencia de pasos de un proceso.

Aplicación

Son de utilidad para describir cualquier proceso existente o nuevo en la organización. Esta herramienta puede ser aplicada para:

- Realizar las descripciones formales de los procesos dentro de un sistema de gestión de calidad.
- Identificar aspectos clave del proceso, a los que lógicamente se les deberá prestar mayor atención.
- Localizar posibles problemas, lo que permite llevar a cabo acciones de prevención.
- Buscar acciones o actividades omitidas, bien por error o bien por innecesarias.

Construcción

Para asegurar la obtención de un Diagrama de Flujo preciso, en la mayoría de las ocasiones es necesario formar un equipo de trabajo, lo que contribuirá al compromiso con el desarrollo del proceso. En general, los pasos a seguir en la elaboración del diagrama son los siguientes:

- Elaborar una definición de proceso para el proceso que se está analizando.
- Identificar la primera entrada (*input*) y a partir de esta la primera actividad en el Diagrama de Flujo.
- Continuar paso a paso a lo largo identificando decisiones clave.
- Identificar la actividad final y, con ellos la última salida (*output*).
- Elaborar la versión final.

3.6.5.1 Simbología del diagrama de flujo

En la ilustración 11 se muestra la simbología utilizada en un diagrama de flujo.

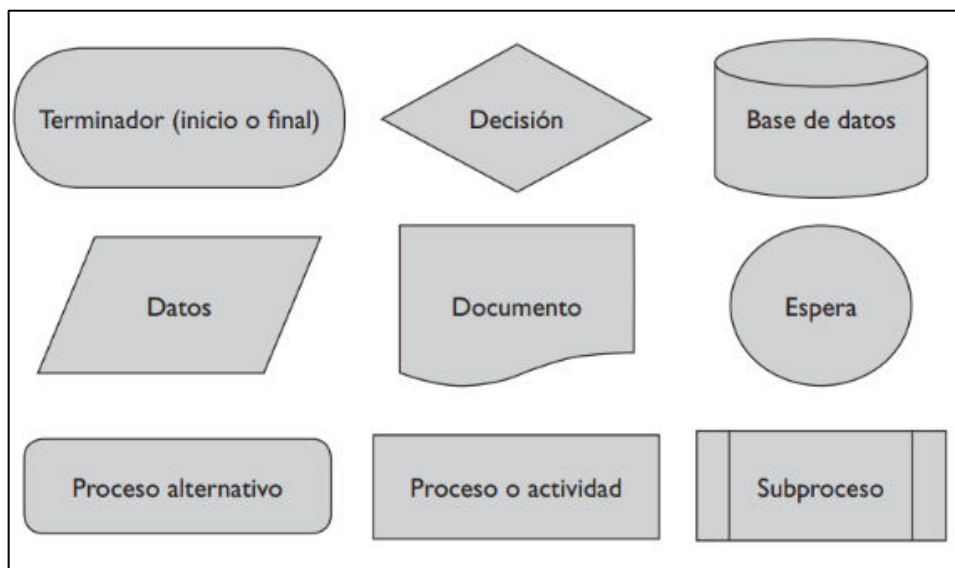


Ilustración 11 Símbolos del diagrama de flujo.

Fuente: (Camisón et al., 2006).

En la ilustración 12 se muestra el significado de la simbología universal según (Escalante, 2008).

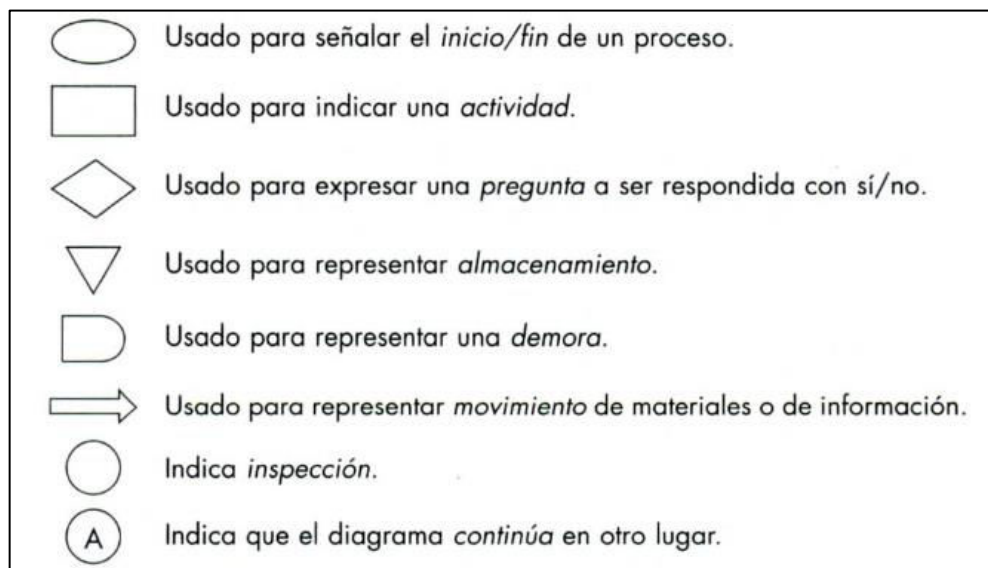


Ilustración 12 Descripción de la simbología universal del diagrama de flujo.

Fuente: (Escalante Vázquez , 2008).

3.6.5.2 Ventajas del diagrama de flujo

Entre las ventajas que supone la utilización de esta herramienta destacan las siguientes:

- Proporcionan un esquema visual del proceso que facilita su comprensión global.
- Facilita la comunicación.
- Facilitan la formación y sistematización de los procesos.
- Definen con precisión la secuencia de actividades, por lo que se eliminan falsas interpretaciones o equívocos.
- Se puede realizar cualquier proceso que se lleve a cabo en la organización.

(Camisón et al., 2006).

3.6.5.3 Ejemplo de diagrama de flujo

En la ilustración 13 se muestra un ejemplo de un diagrama de flujo.

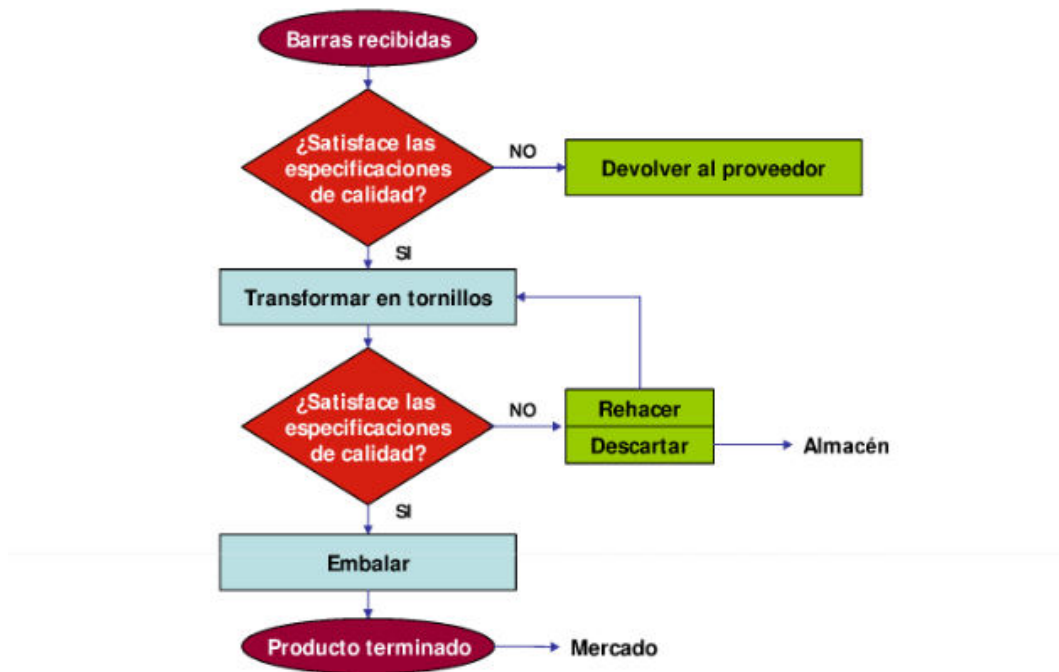


Ilustración 13 Ejemplo de diagrama de flujo.

Fuente: (Miranda et al., 2017).

3.6.6 Los 5 porqués

(Verdoy et al., 2006) se refiere a los 5 porqués como un método que nos permite identificar la causa raíz y poder así, encontrar soluciones. Esta herramienta es útil cuando el grupo requiere encontrar la causa raíz, cuando se requiere un análisis más profundo y cuando existen muchas causas lo que provoca que el problema se tome confuso.

Se usa Ante la presencia de un problema nos preguntamos 5 veces seguidas la pregunta ¿por qué?

Ejemplo:

- 1° ¿Por qué? ¿Por qué se ha detenido la máquina? Porque se ha producido una sobrecarga y ha saltado el fusible.

- 2° ¿Por qué? ¿Por qué se ha producido la sobrecarga? El cojinete no estaba suficientemente lubricado y genera un esfuerzo superior al normal.
- 3° ¿Por qué? ¿Por qué no estaba suficientemente lubricado? La bomba de aceite no bombeaba lo suficiente.
- 4° ¿Por qué? ¿Por qué no bombeaba lo suficiente? Porque el rotor vibraba y hacía perder presión al sistema.
- 5° ¿Por qué? ¿Por qué vibraba el rotor? Porque uno de los bujes del eje tiene juego excesivo.

3.7 Auditoría de calidad

(Marketing Publishing, 1996) menciona que de acuerdo con la Sociedad Americana para el Control de la Calidad (ASQC), una auditoría de calidad consiste en:

«Un examen sistemático de las actuaciones y decisiones de las personas con respecto a la calidad, con el propósito de verificar o evaluar de manera independiente e informar del cumplimiento de los requisitos operativos del programa de calidad o la conformidad con las especificaciones o requisitos de un contrato específico del producto o servicio.»

La ASQC resume este concepto de la siguiente manera: «Una auditoría del sistema de la calidad de una empresa se define como una valoración independiente de la eficacia del propio sistema.»

Para que una auditoría de la calidad se considere completa, su diseño debe prever, por lo menos, la realización de tres tipos diferentes de estudios:

- **Auditoría del producto:** en la que se analizan, en todas sus facetas y detalles, los productos terminados en la situación que tienen antes de su entrega al consumidor o cliente; se miden tanto los aspectos físicos (dimensiones, pintura, dureza, etcétera) como los aspectos de funcionalidad (fiabilidad, seguridad, duración, etcétera), contrastándolos con los requisitos, especificaciones, normas y estándares que se hayan establecido con anterioridad.

- **Auditoría de los procesos:** en la que se examina una actividad para verificar que las entradas, las tareas y los resultados obtenidos se ejecutan de acuerdo con los requisitos definidos; incluye la comprobación de la conformidad del proceso, de los obreros y los equipos utilizados, así como de los controles que se aplican en el proceso.
- **Auditoría de la gestión:** en la que se comprueba que el sistema total de la calidad de la empresa funciona de acuerdo con los objetivos y las normas establecidos; usualmente, tiene dos vertientes: interna, centrada en los métodos de gestión aplicados en la empresa, y externa, centrada en los proveedores y en los métodos utilizados por los vendedores y en las áreas de comercialización y entrega. (Marketing Publishing, 1996).

3.7.1 Auditoría interna

Según (Camisón et al., 2006) la auditoría es una herramienta para la medición y seguimiento de los procesos. Es realizada por miembros de la organización y está orientada al control, a diferencia de la auditoría externa. La consideramos como una herramienta de control eficaz. Para muchos, la auditoría interna es considerada como el control de los controles.

En la gestión por procesos la auditoria se realiza para cada uno de los procesos que tienen lugar en la organización, analizando si contribuyen a la consecución de sus objetivos y a la misión de la empresa. Es importante verificar que todos los procesos conjuntamente confeccionan un sistema con coherencia interna a través de una comprobación exhaustiva de las finalidades de los procesos y el modo en que estos contribuyen a la misión de la organización.

3.8 Muestreo

3.8.1 Muestreo del trabajo

Según (Baca et al., 2014) el muestreo de trabajo es la versión más simple del estudio de MT. Su objetivo principal no es la determinación de estándares ni la medición de tiempos de operación; lo único que busca un estudio de muestreo

es determinar proporciones de tiempo basados en observaciones aleatorias que justifiquen su validez estadística.

Por ejemplo, si se desea estimar la proporción de tiempo ociosos de una maquina o de un empleado con relación al tiempo total de la jornada de trabajo; intuitivamente, se procedería a hacer observaciones repentinas, anotando el estatus del objeto de estudio (activo/inactivo); por supuesto, entre más observaciones repentinas se hagan, es más probable estimar acertadamente la proporción del tiempo que la maquinaria/individuo se encuentra en actividad/inactividad. Para que este análisis tenga validez estadística, es decir tenga un cierto nivel de confianza y exactitud de las proporciones obtenidas son efectivamente ciertas, el ingeniero hará uso de principios matemáticos de probabilidad y estadística para determinar el número mínimo de observaciones aleatorias que tiene que realizar.

El procedimiento de un estudio de muestreo del trabajo es el siguiente:

- Obtener una estimación inicial p de la proporción que se desea investigar por medio de una muestra de n observaciones preliminares y aleatorias. Dígase, por ejemplo, que se realizaron 100 observaciones, detectando en 90 de ellas que el empleado se encontraba realizando su trabajo (por supuesto, en 10 observaciones el operario se encontró inactivo). Entonces, la estimación inicial de actividad es p : 90%, llámese q a la proporción de tiempo en que se encontró inactividad, entonces q : 10%. Se recomienda que las observaciones iniciales sean más de 20.
- Calcular el tamaño de la muestra, es decir, el número de observaciones que se deben efectuar para dar validez al estudio. Uno de los supuestos básicos es que las proporciones se distribuyen de manera normal, con esta suposición, el analista podrá determinar el número de observaciones a realizar a partir de la dispersión B o variación que presenten los datos de su problema y del nivel de confianza que desea en su estudio. Esto se debe a que existe una relación directa entre la variabilidad y el área bajo la curva de distribución normal mostrada en la gráfica de la distribución normal se asemeja a una campana. Véase Ilustración 14.

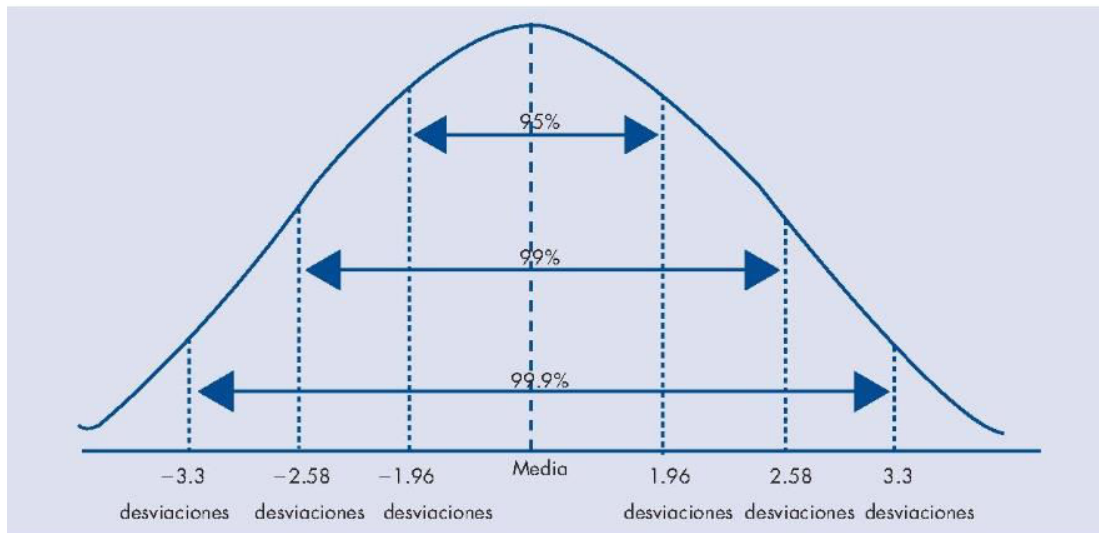


Ilustración 14 Curva de la distribución normal y el nivel de confianza de las áreas bajo su curva

Fuente: (Baca et al., 2014).

Los valores más comunes de nivel de confianza y de margen de error para estudios de muestreo son 95 y 10%, respectivamente. Esto se debe leer así: el ingeniero tendrá la confianza de que, en su estimación de la proporción, 95% de las observaciones tendrán un error de +10%. Con estos dos datos, se puede calcular la desviación a que hace referencia la ilustración 14, entonces, 1.96 desviaciones es igual a 10, por lo que la desviación es de 5.1.

Con la fórmula:

$$N = \frac{pq}{(\text{desviación})^2}$$

Se obtiene el número de observaciones (N) aleatorias a realizar.

- Realizar las N observaciones directamente al objeto de estudio y en forma aleatoria.

3.8.2 Muestreo no probabilístico o por conveniencia

El muestreo no probabilístico es también conocido como muestreo por conveniencia, y su único requisito es cumplir con la cuota del número requerido de sujetos o unidades de observación.

En este se desconoce la probabilidad de selección; tal es el caso de la participación de voluntarios en un proyecto de investigación. La desventaja de este método es que no hay una certeza de las diferencias entre las personas elegidas y el total de la población, por lo tanto, la generalización a partir de los hallazgos de la muestra puede ser incorrectos. (Salinas, 2004).

3.9 Balanceo de líneas

Balanceo de Línea: el balance de líneas es un factor crítico para la productividad de una empresa, su objetivo es hallar una distribución de la capacidad adecuada, para asegurar un flujo continuo y uniforme de los productos, a través de los diferentes procesos dentro de la planta, encontrando las formas para igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones, para maximizar aprovechamiento posible de la mano de obra y del equipo, y de ese modo reducir o eliminar el tiempo ocioso. Deben existir ciertas condiciones para que la producción en línea sea práctica:

- Cantidad: el volumen o cantidad de producción debe ser suficiente para cubrir el costo de la preparación de la línea, esto depende del ritmo de producción y de la duración que tendrá la tarea.
- Equilibrio: los tiempos necesarios para cada operación en línea deben ser aproximadamente iguales.
- Continuidad: deben tomarse precauciones para asegurar un aprovisionamiento continuo del material, piezas, subensambles y la prevención de fallas de equipo.

Dos aspectos importantes en el balanceo de línea de ensamble, son la tasa de producción y la eficiencia. Por definición se tiene que la tasa de producción es la cantidad de artículos o servicios que se realizan en cierta cantidad de tiempo, y la eficiencia está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera

racional para alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización. Para calcular la eficiencia del balanceo de una línea se divide el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado como se muestra en la ilustración 15.

$$E = \frac{\sum t_{tareas}}{(No. real ET) * (TC_{asignado})}$$

Ilustración 15 Fórmula para calcular la eficiencia del balanceo de líneas.

Fuente: (Peña et al., 2016).

Donde:

- Tiempos de tareas: es el tiempo que lleva hacer el producto.
- Tiempo de ciclo (TC): es el intervalo que transcurre para que los productos terminados dejen la línea operativa o de producción. Si el tiempo requerido en cualquier estación excede el disponible para un trabajador, tienen que agregarse trabajadores como se muestra en la ilustración 16.

$$TC = \frac{t \text{ productos disponibles por día}}{\text{Unidad requeridas por día}}$$

Ilustración 16 Formula para calcular el tiempo ciclo.

Fuente: (Peña et al., 2016).

3.9.1 Determinacion del numero de operadores necesarios para cada operación

Para calcular el número de operadores necesarios para el arranque de la operación, se aplica la siguiente formula:

$$\frac{IP = \text{Unidades a fabricar}}{\text{Tiempo disponible de un operador}}$$

$$\frac{NO = TE \times IP}{E}$$

En donde:

NO= Número de operadores para la línea

TE= Tiempo estándar de la pieza

IP= Índice de producción

E= Eficiencia planeada

Se puede pensar en reajustar los tiempos de tal manera que no existan tiempo muertos. (García, 2005).

3.10 Medición del trabajo

Según (García, 2005) es un método investigativo basado en la aplicación de diversas técnicas para determinar el contenido de una tarea definida fijando el tiempo que un trabajador calificado invierte en llevarla a cabo con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida.

Dos objetivos que podemos satisfacer con la medición son:

- a) Incrementar la eficiencia del trabajo.
- b) Proporcionar estándares de tiempo que servirán de información a otros sistemas de la empresa, como los costos de programación de la producción, supervisión, etcétera.

3.10.1 Aplicación de la medición del trabajo

Medición del trabajo: Es la parte cuantitativa del estudio del trabajo, que indica el resultado del esfuerzo físico desarrollado en función del tiempo permitido a un operador para terminar una tarea específica, siguiendo a un ritmo normal un método predeterminado.

Tiempo estándar: Es el patrón que mide el tiempo requerido para terminar una unidad de trabajo, mediante el empleo de un método y equipo estándar, por un trabajador que posee la habilidad requerida, que desarrolla una velocidad normal que puede mantener día tras día, sin mostrar síntomas de fatiga.

3.10.2 Estudio de tiempos con cronometro

(García, 2005) menciona que el estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido:

Un estudio de tiempos con cronometro se lleva a cabo cuando:

- a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea.
- b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo que insume una operación.
- c) Surgen demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones.
- d) Se pretende fijar tiempos estándar de un sistema de incentivos.
- e) Se detectan bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

Pasos básicos para su realización:

Un estudio de tiempos consta de varias fases a saber:

1. Preparación.
 - Selección de la operación.
 - Selección del trabajador.
 - Actitud frente al trabajador.
 - Análisis de comprobación del método de trabajo.
2. Ejecución.

- Obtener y registrar la información.
 - Descomponer la tarea en elementos.
 - Cronometrar.
 - Calcular el tiempo observado.
3. Valoración.
- Ritmo normal del trabajador promedio.
 - Técnicas de valoración.
 - Cálculo de suplementos y sus tolerancias.
4. Suplementos.
- Análisis de demoras.
 - Estudio de fatiga.
 - Cálculo de suplementos y sus tolerancias.
5. Tiempo estándar.
- Error de tiempo estándar.
 - Cálculo de frecuencia de los elementos.
 - Determinación de tiempo de interferencia.
 - Cálculo de tiempo estándar.

(García, 2005).

3.11 Distribución de maquinaria

En el sistema de producción por línea, la maquinaria se coloca de acuerdo a la secuencia de operaciones que necesite el proceso; si es necesario, se aplica el equipo para que no se regrese el material, y así se logra la gran ventaja de este sistema: producir mucho volumen en corto tiempo.

En el sistema funcional, el equipo se agrupa de acuerdo con las funciones que realiza. Así, por ejemplo, todos los taladros están en un departamento y los tornos en otro. La pieza va asignándose al departamento que corresponde de acuerdo con su hoja o guía de trabajo.

Es fácil notar que se presenta la necesidad de resolver un manejo de material altamente complejo, pues simultáneamente varias piezas pueden estar en espera de ser enviadas al siguiente departamento. Si se trazan en un plan las trayectorias que siguen las piezas se llega a tener una idea de lo complejo que resulta operar y controlar las piezas en este sistema.

En los grupos tecnológicos, las máquinas comunes para la fabricación de una familia de piezas se colocan en el orden de las operaciones más frecuentes. Hasta cierto punto, si la familia de piezas no es disímil, se podría afirmar que la distribución de maquinaria es una variable casi irrelevante. Por ejemplo, si una familia necesita de un rectificado, torneado y fresado, se deberían colocar estas máquinas en una misma área, de acuerdo con la distribución más conveniente (García, 2005).

CAPÍTULO 4. METODOLOGÍA

4.1 Enfoque de investigación

Enfoque cualitativo

Utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación en el proceso de interpretación.

El enfoque cualitativo también se guía por áreas o temas significativos de investigación. Sin embargo, en lugar de que la claridad sobre las preguntas de investigación e hipótesis preceda a la recolección y el análisis de los datos (como en la mayoría de los estudios cuantitativos), los estudios cualitativos pueden desarrollar preguntas e hipótesis antes, durante o después de la recolección y el análisis de los datos. Con frecuencia, estas actividades sirven, primero, para descubrir cuáles son las preguntas de investigación más importantes, y después, para refinarlas y responderlas. La acción indagatoria se mueve de manera dinámica en ambos sentidos: entre los hechos y su interpretación, y resulta un proceso más bien “circular” y no siempre la secuencia es la misma, varía de acuerdo con cada estudio en particular (Hernández et al., 2010).

Enfoque cuantitativo

Usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías.

El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar o eludir” pasos, el orden es riguroso, aunque, desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea, que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se desarrolla un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas (con frecuencia

utilizando métodos estadísticos), y se establece una serie de conclusiones respecto de la(s) hipótesis (Hernández et al., 2010).

Enfoque Mixto

La metodología mixta ofrece una visión mucho más completa de la realidad social, al recuperar los aspectos favorables de los modelos cuantitativos (análisis estadístico, muestreo probabilístico, aplicación de cuestionarios cerrados) y los integra con los modelos cualitativos (interpretación de lo individual, entrevista abierta, observación participante). El énfasis puede ser cualitativo-cuantitativo o cuantitativo-cualitativo, lo cual dependerá de lo que se pretenda obtener en la investigación.

Lo anterior es una muestra de cómo distintas dimensiones que se presentan en la vida social interactúan. La metodología mixta parte del diseño de marcos de análisis para acercarse a la comprensión de un problema, en el que puede aparecer datos estadísticos, pero también de la interpretación y la comprensión profunda de la información por parte de los individuos que componen a la sociedad (Martínez, 2012).

En el presente proyecto se utiliza un enfoque de investigación mixto, que combina tanto métodos cuantitativos y cualitativos, esta elección se fundamenta en la necesidad de obtener una comprensión más profunda y más completa del fenómeno investigado.

Con el enfoque cuantitativo se establece la recolección de datos a través de análisis estadísticos de los registros de producción. Se utilizan herramientas como la estatificación de los principales defectos y diagramas de Pareto para identificar tendencias en la aparición de defectos. Estos datos numéricos proporcionaron una base sólida para establecer la magnitud del problema y priorizar las áreas que requerían atención inmediata.

Mientras que con el enfoque cualitativo se realizan observaciones que permiten explorar las percepciones propias del personal sobre los procesos productivos y los factores que contribuyen a los defectos. A través de conversaciones y observaciones, se identificaron cuestiones relacionadas con la

capacitación y la comunicación interna, aspectos que no se habrían detectado únicamente con datos cuantitativos.

4.2 Tipo de investigación

Investigación pura o teórica

Es el estudio de un problema, destinado exclusivamente a la búsqueda de conocimiento. Las ciencias puras son las que se proponen conocer las leyes generales de los fenómenos estudiados, elaborando teorías de amplio alcance para comprenderlos, y que se desentienden al menos en forma inmediata de las posibles aplicaciones prácticas que se pueda dar a los resultados. Ejemplo: de las ciencias físicas, que son puras, surgen las ramas de la ingeniería mecánica, electrónica, etcétera. No hay ciencia aplicada que no tenga detrás suyo un conjunto sistemático de conocimientos teóricos “puros”, y casi todas las ciencias puras son aplicadas constantemente para la resolución de dificultades concretas.

La investigación pura desarrolla la disciplina en términos abstractos y desarrolla principios generales. En cuanto a la investigación aplicada, también llamada utilitaria, se plantea problemas concretos que requieren soluciones inmediatas e iguales de específicas. Por ejemplo, una vacuna contra el sarampión (Baena, 2014).

Investigación aplicada

Tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. La investigación aplicada puede aportar hechos nuevos “si proyectamos suficientemente bien nuestra investigación aplicada, de modo que podamos confiar en los hechos puestos al descubierto, la nueva información puede ser útil y estimable para la teoría. La investigación aplicada, por su parte, concentra su atención en las posibilidades concretas de llevar a la práctica las teorías generales, y destinan sus esfuerzos a resolver las necesidades que se plantean la sociedad y los hombres. La resolución de problemas prácticos se circunscribe a lo inmediato, por lo cual su resultado no es aplicable a otras situaciones.

La investigación aplicada puede integrar una teoría antes existente. La resolución de problemas echa mano típicamente de muchas ciencias, puesto que el problema es algo concreto y no se le puede resolver mediante la aplicación de principios abstractos de una sola ciencia (Baena, 2014).

Investigación documental

Es la búsqueda de una respuesta específica a partir de la indagación en documentos. Entendamos por documento como refiere Maurice Duverger todo aquello donde ha dejado huella el hombre en su paso por el planeta.

Una clasificación documental sería:

- Libros.
- Publicaciones periódicas: periódicos, revistas.
- Impresos: folletos, carteles, volantes, trípticos, desplegables.
- Documentos de archivo.
- Películas y videos.
- Programas de televisión.
- Programas de radio.
- Grabaciones de audio y video.
- Mapas.
- Cartas.
- Estadísticas.
- Sistemas de información computarizada (redes, internet, correo electrónico).
- Información vía satélite o fibra optical.
- Grafitis.
- Monumentos.
- Esculturas, cuadros.

(Baena, 2014).

Investigación de campo

Las técnicas específicas de la investigación de campo, tienen como finalidad recoger y registrar ordenadamente los datos relativos al tema escogido como objeto de estudio.

La observación y la interrogación son las principales técnicas que usaremos en la investigación (Baena, 2014).

Investigación experimental

La investigación experimental se presenta mediante la manipulación de una variable experimental no comprobada, en condiciones rigurosamente controladas, con el fin de describir de qué modo o por que causa se produce una situación o acontecimiento particular.

Un experimento es una pregunta a la naturaleza. En los diseños experimentales, el investigador no sólo se encuentra en condiciones prácticas de llevar a cabo un experimento, sino que conoce también en buena medida, la naturaleza del fenómeno que investigar (Baena, 2014).

Investigación descriptiva

La investigación descriptiva busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren, esto es, su objetivo no es indicar como se relacionan estas (Hernández et al., 2010).

Investigación científica

En el ámbito académico, principalmente en el nivel superior, la investigación es una actividad que debe realizarse de manera sistemática, controlada y crítica. La finalidad y propósito de la investigación científica es, según Coolican (2005), y Mora-Ledesma y Sepúlveda (1999):

- Descubrir hechos y/fenómenos.
- Describir los hechos y/o fenómenos.
- Interpretar los hechos y/o fenómenos.
- Establecer las relaciones entre los hechos y/o fenómenos.
- Producir conocimientos (investigación básica).
- Divulgar el conocimiento.
- Producir teorías (investigación básica).
- Resolver problemas prácticos (investigación aplicada).

(Cruz et al., 2014).

El tipo de investigación utilizada principalmente para la realización del proyecto es la investigación aplicada pues se refiere a un enfoque práctico donde está se centra en resolver problemas específicos o mejorar procesos existentes, además de que busca resultados que se puedan aplicar directamente en el contexto donde se presenta el problema.

En el caso del presente proyecto se busca identificar áreas de mejora en la celda 6 de la plataforma DT, donde se planea implementar metodologías de mejora continua con el objetivo de disminuir los defectos y reducir tiempos.

4.3 Población objetivo y muestra

Una toma de tiempos permite conocer el tiempo ciclo en este caso de cada estación de trabajo, es decir, el tiempo promedio que tarda un operador en realizar una operación, además de conocer donde se presentan retrasos o ineficiencias en el proceso, para ello se toma una muestra de la población

objetivo, es importante mencionar que esta población es desconocida, sin embargo, el método de toma de tiempos permite obtener datos relevantes a pesar de las limitaciones en cuanto al conocimiento poblacional.

Mientras que, para obtener una muestra que permita conocer la cantidad de tiempos que serán tomados se utilizará el muestreo no probabilístico o muestreo por conveniencia, esto debido a lo anterior pues se cuenta con una población desconocida además de que este tipo de muestreo facilita la toma de tiempos en cuanto a la accesibilidad puesto que la celda se corre pocas veces al día.

4.4 Instrumentos y técnicas de recolección de datos

Observación

Este método de recolección de datos consiste en el registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables, a través de un conjunto de categorías y subcategorías. Útil, por ejemplo, para analizar familiares, eventos masivos (como la violencia en los estadios de fútbol), la aceptación-rechazo de un producto en un supermercado, el comportamiento de personas con quienes se orientan conductualmente.

Como muestras de este tipo de investigación podemos citar a Regina et al. (2008), quienes, utilizando una técnica conocida como la lista de verificación de la conducta autista, compararon las observaciones de profesionales de la salud en torno a los comportamientos autistas de niños brasileños con las observaciones de sus madres. Asimismo, Franco, Rodrigues y Balcells (2008) evaluaron la pedagogía de instructores de ejercicios físicos y aeróbicos en tres gimnasios de Portugal, al analizar por observación clases grabadas en video. Labus, Keefe y Jensen (2003) revisaron estudios para indagar sobre la relación entre los autorreportes de intensidad del dolor y las observaciones directas de la conducta producida por tal dolor (Hernández et al., 2010).

Observación cualitativa o no sistemática

En esta observación, se necesita una participación directa entre el observador y el contexto en donde se desarrolla la investigación, el observador debe reflexionar cada suceso y comportamiento, por tanto, debe mantenerse alerta para analizar y captar lo que ocurra en un determinado instante, y tomar nota de alguna circunstancia, aunque sea pequeña, ya que puede ser de gran importancia para la investigación (Gómez, 2012).

Análisis de datos

Una vez que se obtiene y se organiza la información, se requiere analizar y valorar su utilidad para los objetivos de la investigación. En este sentido, la tarea del investigador se simplifica cuando se analiza la información, si es que se encuentra correctamente estructurada y organizada, ya que el investigador observará de forma directa y fácil, las relaciones o vínculos establecidos entre los aspectos o elementos que integran la información de su investigación.

En cierto modo, este ejercicio permitirá segregar la información o eliminar la que tiene menor importancia, para asegurar la presentación de la información más relevante. Ahora bien, una vez identificados los puntos esenciales de la información, es necesario y pertinente analizarlos con más detalle, y de este modo emitir juicios de valor que tengan mayor profundidad.

Revisar y analizar los datos obtenidos de las encuestas, implica realizar un ejercicio de análisis profundo y objetivo para llegar a conclusiones sugeridas de las relaciones establecidas entre las respuestas o los objetivos de la investigación. De manera particular, el investigador tendrá que determinar los medios o procedimientos específicos para analizar de manera significativa cada uno de los datos que ha reunido.

Como sabemos, uno de los propósitos de la investigación es recopilar datos, para después analizarlos y confrontarlos con las hipótesis planteadas, y así obtener conclusiones significativas; para realizar esto, los medios, dependen específicamente del tipo de investigación efectuada y de los instrumentos seleccionados.

Es importante que, en el momento de procesar la información recabada, el investigador tenga esta orden y con una estructura en función de los capítulos

y apartados registrados en el esquema, esto facilitara el manejo de la información cuando se elabore el informe final (Gómez, 2012).

Encuestas

La encuesta es una técnica que sirve para obtener información de manera sistemática acerca de una población determinada, a partir de las respuestas que proporciona una pequeña parte de los individuos que forman parte de dicha población. Frente al censo, que recogería información de todos y cada uno de los elementos de la población, algo que casi nunca resulta factible, la encuesta permite inferir los resultados del conjunto a partir de los obtenidos en una pequeña muestra representativa de la población (Font y Pasadas del Amo, 2016).

4.5 Método

4.5.1 Identificar los factores que causan mayor problema y que afectan la eficiencia en la celda y calidad de las mangueras.

Para poder identificar los factores que tienen mayor impacto y que contribuyen a que se presenten defectos en las mangueras es necesario comenzar conociendo la distribución de la celda desde la maquinaria utilizada para la elaboración de la manguera, hasta el flujo de operaciones que se lleva a cabo en cada estación de trabajo, principalmente para comprender el ciclo de trabajo que se realiza para lograr el producto terminado, así como identificar los materiales y componentes utilizados, además de ubicar los *racks* de componentes, para ello se realizará un recorrido en la celda, llevando a cabo una observación no estructurada, además de interactuar con los operadores para conocer su punto de vista de los defectos que se están presentando en la celda 6 de DT y conocer sus perspectivas.

Se realizará un recorrido en la celda 6 de DT para identificar la distribución de la maquinaria que se utiliza para el proceso de producción del número de parte que se corre en la celda (68564593AA), mediante una inspección visual se

observará la maquinaria necesaria y que se encuentra disponible en el área de trabajo, así como el área para PT y *racks* de componentes, así mismo cajas de *scrap* para vulcanizado y cajas de *scrap* para componentes. A partir de la inspección visual se enlistarán las ideas más importantes que se observen, a continuación, se describe un ejemplo de los puntos a considerar durante el recorrido:

- Maquinaria utilizada para la elaboración de las mangueras en la celda.
- Maquinaria en buenas condiciones y disponible para su uso.
- Operadores necesarios en la celda para la producción.
- *Layout* y distribución de maquinaria, componentes, vulcanizado, producto terminado etc.
- Delimitaciones necesarias para maquinaria, cajas de *scrap*, *racks*, etc.
- Flujo de trabajo es decir cómo se mueve el material a través de la celda.
- Calidad de los materiales, que cumplan con las especificaciones requeridas.
- Controles de calidad utilizados en las mesas de trabajo.
- Capacitación del personal, como se desarrollan haciendo su trabajo.
- Documentación de la celda en orden y completa.
- Limpieza y orden de la celda.
- Eficiencia de los operadores.

Una vez que se identifique la distribución, maquinaria, estaciones de trabajo, *racks* de componentes y demás materiales utilizados en la celda, se realizará el diseño del *layout* para mejorar la comprensión de esta distribución, el diseño del *layout* se llevará a cabo mediante el *software* de diseño *LayOut SketchUp*, está en una herramienta útil para la creación de planos, permitiendo una visualización más clara acerca de la distribución de las estaciones de trabajo. Cabe mencionar que este *layout* será realizado principalmente debido a que durante el tiempo de realización del proyecto se llevaron a cabo modificaciones en la distribución del espacio en cuanto a la maquinaria existente limitando el estudio de este espacio. En la ilustración 17 se muestra el *software* de diseño que será utilizado.



Ilustración 17 Software de diseño.

Fuente: (SketchUp, 2024)

Con la observación que se realizará y con base al listado que se llevará a cabo respecto a la inspección visual en la celda se elaborará el *layout* actualizado.

A continuación, se realizará el diagrama para plasmar el flujo de trabajo del proceso que siguen los operadores para la elaboración de la manguera, se realizará un diagrama de flujo con el objetivo de tener plasmado de manera visual y ordenada el proceso que se lleva a cabo desde la recepción de vulcanizado hasta la liberación de producto de terminado. Para la creación del diagrama de flujo se utilizará la simbología universal mencionada por (Escalante, 2008) mostrada en la ilustración 18.

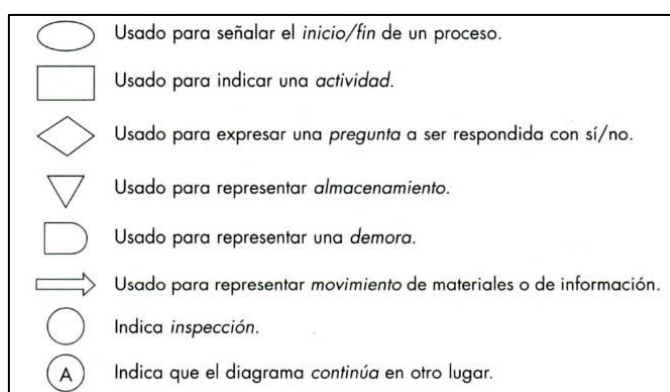


Ilustración 18 Simbología universal del diagrama de flujo a utilizar.

Fuente: (Escalante Vázquez , 2008).

Además de la observación, se llevará a cabo una auditoría en la celda utilizando el formato que se muestra en la tabla 5, con el objetivo de realizar un *check list* del estado actual de la celda, desde el orden de los materiales

utilizados, estaciones de trabajo limpiadas y organizadas con el fin de identificar causas por las que se estén presentando los defectos.

Conociendo el flujo que se tiene en la celda se realizará la auditoría interna para evaluar las condiciones y métodos de trabajo de los operadores.

Con el objetivo de conocer el estado y las condiciones actuales de la celda se realizó un formato de auditoria para registrar los hallazgos que se presenten en el espacio de trabajo, la auditoria se llevará a cabo en la celda durante y después del proceso de producción donde pretende observar aspectos importantes relacionados al orden y limpieza del área de trabajo.

En la tabla 5 se muestra el formato del *check list* de la auditoría que será realizada, así como todos los hallazgos que se desean encontrar.

Tabla 5 Formato de auditoría.

		AUDITORIA INTERNA		<i>Hutchinson Autopartes S.A de C.V Planta Mangueras</i>
Cliente:		Fecha de inicio:		
Plataforma:		Fecha de termino:		
Celda auditada:		Auditor:		
Objetivo de la auditoria:				
ÁREA DE TRABAJO				
Indicador	Cumple		Evidencia	Observaciones
	Si	No		
¿El área de trabajo se encuentra en condiciones óptimas para la producción?				
¿El entorno de trabajo cuenta con los materiales necesarios para la producción?				

¿La celda cuenta con un layout actualizado?				
¿El área de trabajo cuenta con suficientes máquinas para la producción?				
¿El espacio de trabajo cuenta con áreas delimitadas para maquinaria y equipo, materiales, cajas de scrap y/o racks de componentes?				
AUDITORIA DE PROCESOS				
¿En la celda se encuentran las instrucciones de trabajo que indican el proceso a seguir para la producción?				
¿Las instrucciones de trabajo son claras y se encuentran en un lugar visible para los operadores?				
¿Los operadores siguen las instrucciones de trabajo operativas para la producción de mangueras?				
¿Los operadores toman en cuenta las hojas de autocontrol con las especificaciones del cliente para la producción de mangueras?				
¿Los operadores utilizan correctamente los instrumentos de medición proporcionados como escalas y plantillas radiales para la producción?				
Antes de comenzar la producción, ¿Los operadores verifican que los componentes a utilizar en las mangueras sean los indicados de acuerdo a la ITO colocada en la celda?				

AUDITORIA 5'S				
Seiri				
¿Se encuentran solo los materiales necesarios?				
¿Las estaciones de trabajo se encuentran libres de objetos personales en el área de trabajo?				
¿Los materiales que se encuentran en cada estación de trabajo son los correctos de acuerdo a la ITO?				
¿La celda se encuentra libre de objetos obsoletos?				
¿Las piezas defectuosas se segregan de las piezas OK?				
Seiton				
¿La celda cuenta con un lugar específico para objetos personales?				
¿Se encuentran identificadas adecuadamente las cajas de componentes y en orden?				
¿Se controlan visualmente los materiales y componentes con indicadores de ubicación y cantidades?				
¿Se encuentra delimitada el área para PT?				
Seiso				
¿El área se encuentra limpia y libre de basura?				
¿Las estaciones de trabajo se encuentran limpias libres de polvos y sin materiales innecesarios?				
Seiketsu				
¿Se sigue un proceso para mantener limpias y ordenadas las estaciones de trabajo?				
¿Existe información visible para los operadores acerca de las 5's en la celda?				

Shitsuke				
¿Los operadores mantienen limpias y ordenadas sus áreas de trabajo?				
¿Los operadores sigue los procedimientos para mantener las 5's?				

Fuente: Propia.

Así mismo, se realizará un análisis de datos, revisando registros anteriores de los defectos que se han estado presentando en los últimos meses con los que cuente la empresa, para posteriormente entender los patrones o tendencias que afectan la calidad del producto, una vez revisados los registros históricos se realizará una estratificación del número de parte 68564593AA, utilizando el formato que se muestra en la tabla 6.

Tabla 6 Formato para la estratificación de defectos 68564593AA.

FECHA	N. P	DEFECTO	CANTIDAD PIEZAS NOK	DESTINO	
				RETRABAJO	SCRAP

Fuente: Propia.

Una vez que sea realizada la estratificación, con el objetivo de analizar y comprender los defectos recurrentes que se han presentado en las mangueras identificadas por el número de parte 68564593AA, se tomará en cuenta la cantidad de defectos reportados a diario durante los últimos meses, lo que permitirá identificar patrones o tendencias y ofrecer una visión clara de las áreas donde se están presentando fallos en la producción, a continuación se presenta un listado de los posibles factores que principalmente contribuyen a que se presenten los defectos en las mangueras, estos factores enlistados ayudarán en

la realización del diagrama de Ishikawa presentado más adelante en la ilustración 34.

- Componentes revueltos.
- Racks de componentes desordenados.
- Componentes no identificados.
- Temperaturas elevadas en el área de trabajo.
- Estaciones de trabajo desordenadas.
- Personal nuevo.
- Distracciones de operadores.
- Falta de instrumentos de medición en la celda.
- Falta de documentación necesaria en la celda.
- Omisión de las ITOS de trabajo.
- Omisión de *Poka Yokes*.
- Objetos personales en áreas de trabajo.
- Desorden en la celda.
- Acumulación de polvo.
- Vulcanizado dañado.
- Componentes con rebaba.
- Plantillas dañadas.
- Máquinas descalibradas.
- Utilización de materiales o componentes incorrectos.

Los posibles principales factores que contribuyen a la aparición de defectos en las mangueras y errores por parte de los operadores que se enlistaron anteriormente serán tomados en cuenta para la elaboración del diagrama de Ishikawa con el objetivo de identificar y representar visualmente las causas potenciales que contribuyen a la aparición de defectos en la celda.

Las 6 espinas del diagrama se dividen en las 6 M; Mano de obra, medición, materiales, máquinas, método y medio ambiente, en cada una de las espinas se colocarán los factores enlistados anteriormente para poder tener de una manera visual y ordenada todos los factores que se consideran pueden contribuir principalmente a la aparición de defectos.

- Mano de obra: Se tomará en cuenta principalmente las causas que provienen del personal involucrado en el proceso.
- Medición: Involucra herramientas que se encuentran en la celda, que los operadores utilizan para conocer las medidas que se especifican en las hojas de autocontrol, así mismo se toman en cuenta controles de calidad que se involucren en la detección de estos defectos.
- Materiales: Son los factores relacionados a los materiales que se utilizan para la elaboración de la maguera 68564593AA.
- Máquinas: Se considerarán las máquinas, tecnología o herramientas involucradas para la producción.
- Método: Causas que se refieren a los procedimientos, técnicas o instrucciones utilizadas en el proceso.
- Medio ambiente: Se considerará algunos factores ambientales que puedan influir en el proceso por ejemplo condiciones de trabajo, temperatura, humedad, etc.

En la ilustración 19 se muestra un esquema del diagrama de Ishikawa que será realizado con ayuda de Minitab.

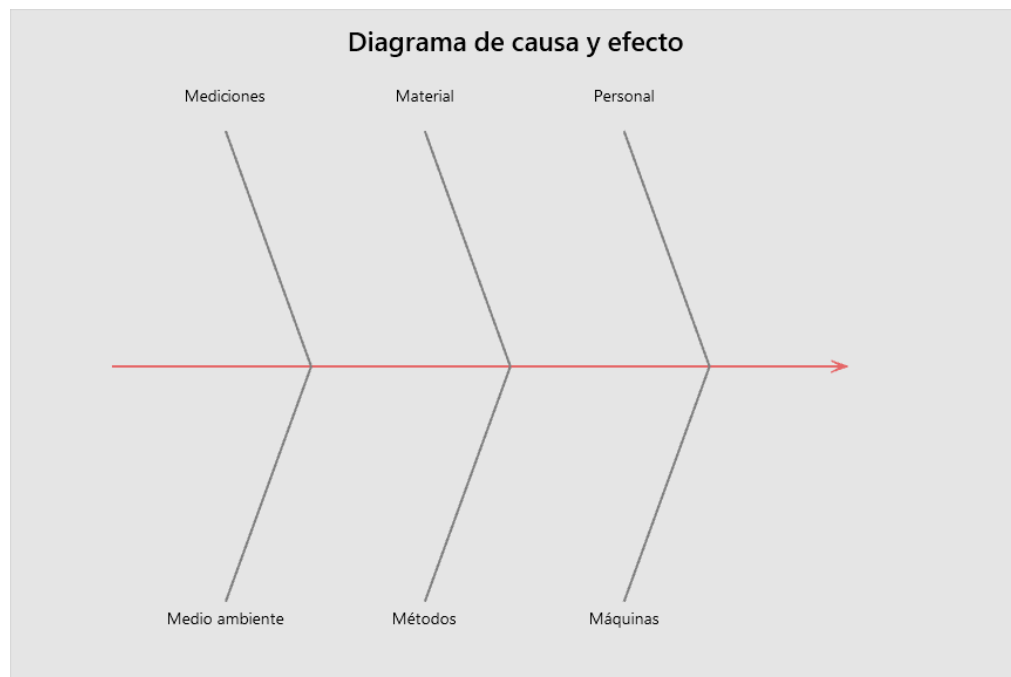


Ilustración 19 Estructura del diagrama de Ishikawa.

Fuente: Minitab.

Por otro lado para la realización del diagrama de Pareto se considera necesario realizar una encuesta a los operadores de acuerdo a los elementos planteados en el diagrama de Ishikawa, para conocer su opinión acerca de los principales factores que consideran pueden llegar a influir en la aparición de defectos en las mangueras, el tamaño de muestra será tomando por convivencia puesto que el número de trabajadores que se encuentran operando dentro de la línea DT al momento es de 176 personas, los operadores rolan 3 turnos semanalmente lo que dificulta la aplicación de la encuesta a un grupo grande de trabajadores, adicionando el tiempo para la realización del proyecto, un tamaño de muestra por conveniencia resulta más favorable para la recolección de datos, la pregunta que se utilizara en la encuesta es la siguiente: ¿Cuál de los siguientes factores crees que afectan o contribuyen principalmente a la aparición de defectos en las mangueras?. De esta manera se desean obtener datos cuantitativos para poder identificar y priorizar los problemas o causas y posteriormente analizarlos según su importancia para conocer que tanto influyen en la aparición de defectos en los productos.

4.5.2 Evaluar y analizar los principales factores para identificar oportunidades de mejora en la celda.

Para la realización de la propuesta de balaceo de líneas y poder identificar cuellos de botellas se realizará una toma de tiempos de cada estación de trabajo, para conocer el tiempo aproximado en que los operadores realizan sus actividades, mediante el formato de la tabla 7 se registrarán los tiempos cronometrados.

Tabla 7 Formato de registro para la toma de tiempos.

		TOMA DE TIEMPOS			<i>Hutchinson Autopartes S.A de C.V Planta Mangueras</i>	
Cliente:				Plataforma:		
Celda:		Numero de parte:			Fecha:	
N. de operación	Estación de trabajo	N. de observación	Tiempo cronometrado	Tiempo promedio	Comentarios	
1		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
2		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
3		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
4		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
5		1				
		2				
		3				
		4				
		5				
6		1				
		2				
		3				
		4				

		5			
				Total	

Fuente: Propia.

Para analizar los factores más críticos se realizará el diagrama de los 5 Por qué el cual será elaborado en capítulo 5 a partir de los resultados del diagrama de Pareto con la finalidad de identificar la causa raíz de los defectos más críticos que contribuyen a la aparición de los defectos tomando en cuenta los defectos que ocurren más frecuentemente.

4.5.3 Implementar y evaluar un plan de mejora en la celda 6 de la plataforma DT.

Implementación 5's

Con el objetivo de crear y establecer un espacio de trabajo más eficiente, organizado, limpio y seguro, promoviendo la mejora continua en los procesos, se implementará la metodología 5's. Es importante mencionar que esta metodología está presente en la empresa sin embargo no se lleva a cabo de manera adecuada en las celdas incluyendo la celda 6, es por ello que se decidió implementarla con el objetivo de mantenerla.

Seiri - Organizar

Como primer paso se eliminará todo lo innecesario en el área de trabajo, se revisarán todos los componentes identificando solo los utilizados en las celdas 1,5 y 6 así como demás herramientas y materiales que si son necesarias. Una vez seleccionado solo lo esencial en la celda, se retirarán o almacenarán los elementos que no son necesarios o que no se utilizan regularmente.

Seiton - Ordenar

Teniendo seleccionados solo los materiales y componentes requeridos en el área, se reubicarán algunas de las cajas de componentes que se encuentran en el suelo como se muestra en la ilustración 20, encontrando un lugar adecuado

para ellas, sin obstruir el paso facilitando a los operadores en la búsqueda de algún componente necesario.



Ilustración 20 Componentes desordenados.

Fuente: Propia.

Seiso - Limpiar

Se verificará que los componentes, máquinas y demás materiales estén limpios, libres de polvo, así como suelos libres de basura, residuos o cartones que causen desorden, es decir, se eliminará la suciedad del lugar, esto con el objetivo de mantener la imagen antes los clientes cuando la empresa recibe visitas, además reducir el riesgo de accidentes, por otro lado tratando de reducir los retrabajos y el *scrap* de los productos, evitando que se ensucien o se dañen, así como mejorar el funcionamiento optimo de la maquinaria.

Seiketsu – Estandarizar

Para mantener las 3's anteriores es necesario estandarizar los procedimientos, esta acción se pretende lograr mediante capacitaciones o pláticas al personal para difundir información relacionada a las 5's y la importancia de implementarlas y como aplicar correctamente los procedimientos establecidos.

Shitsuke – Mantener

Con el fin de mantener las 3's anteriores se realizará un formato mostrado en la tabla 8, para proponer llevar a cabo inspecciones periódicas con la finalidad de verificar el cumplimiento de las 5's.

Tabla 8 Formato de evaluación de cumplimiento de 5's.

		CHECK LIST 5'S		
Área:		Celda/Plataforma:		Fecha:
Nº	Pregunta	Si	No	Comentarios
Seiri (Clasificación)				
1	¿Se han eliminado todos los elementos innecesarios de la estación de trabajo?	☐	☐	
2	¿Los objetos innecesarios o fuera de lugar han sido eliminados o reubicados correctamente?	☐	☐	
3	¿Se mantiene un proceso de revisión regular para identificar elementos innecesarios?	☐	☐	
Seiton (Ordenar)				
4	¿Los materiales y componentes están ordenados de manera adecuada?	☐	☐	
5	¿Se utilizan contenedores correctos para el almacenamiento de materiales y componentes?	☐	☐	
6	¿Las herramientas y materiales de trabajo están fácilmente accesibles y bien distribuidos?	☐	☐	

Seiso (Limpiar)				
7	¿Se mantiene el área de trabajo limpia y libre de suciedad y residuos?	☐	☐	
8	¿El equipo y las herramientas se limpian regularmente?	☐	☐	
9	¿Se realizan inspecciones periódicas para detectar áreas sucias o dañadas?	☐	☐	
Seiketsu (Estandarizar)				
10	¿Se utilizan instrucciones visuales para guiar a los empleados en la implementación de las 5's?	☐	☐	
11	¿Se realizan pláticas periódicas para fomentar el cumplimiento de las 5's?	☐	☐	
Shitsuke (Mantener)				
12	¿Se realizan inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las 5's?	☐	☐	

Fuente: Propia.

Implementación método *Kanban*

Un *Kanban* de pedido tiene el objetivo de optimizar el flujo de materiales en el proceso de producción o en la cadena de suministro, asegurando que los materiales sean repuestos de manera oportuna y eficiente, sin generar excesos ni escasez de inventarios. Además, al organizar e identificar los componentes en el *rack* será más útil para los operarios encontrar de forma rápida la caja de componentes que será utilizada en el proceso de producción, facilitando la selección de los componentes correctos y reduciendo errores, además ayudará a los abastecedores del material identificando que componente hace falta y cuando es necesario volver a abastecer.

En las tablas 9, 10, 11 y 12 se muestran los componentes utilizados las celdas 1, 5 y 6 respectivamente, los cuales serán ordenados e identificados más adelante.

Tabla 9 Componentes celda 1 68564580AC.

Celda: 1		N° de parte: 68564580AC
Código	Descripción	Cantidad
483122-23	CLAMP CTC	3
132900-28	CRIMP RING	1
131900-30	CRIMP RING	1
551850	QUICK CONNECT	1
551621	QUICK CONNECT	1
481152-26	CLAMP	1
415954	BRACKET	1
202308	GROMMET	1
202309	GROMMET	1
415955	BRACKET	1
415968	BRACKET	1
190008	TIE STRAP DOUBLE	1
411280	CABLE TIE W/C-CLIP	1

Fuente: Propia.

Tabla 10 Componentes celda 5 68564625AA.

Celda: 5		N° de parte: 68564625AA
Código	Descripción	Cantidad
551845	QUICK CONNECT	1
131000-57	CRIMP RING	1
131900-30	CRIMP RING	4
551833	QUICK CONNECT	1
551847	QUICK CONNECT	1
481152-47	CLAMP POPP	1
1434105	TIE STRAP W/C-CLIP	1
190008	TIE STRAP DBL	2
551675	QUICK CONNECT	1

Fuente: Propia.

Tabla 11 Componente celda 5 68564568AA.

Celda: 5		N° de parte: 68564568AA
Código	Descripción	Cantidad
481152-47	CLAMP POPP	1
131000-57	CRIMP RING	1
551845	QUICK CONNECT	1
131900-30	CRIMP RING	2
551675	QUICK CONNECT	1

Fuente: Propia.

Tabla 12 Componentes celda 6 68564593AA.

Celda: 6		N° de parte: 68564593AA
Código	Descripción	Cantidad
481152-19	CLAMP POPP	1
483121-16	CLAMP CTC	3
551828	FITTING	1
483122-23	CLAMP CTC	1
132900-28	CRIMP RING	1
551621	QUICK CONNECT	1
415956	CLIP, TUBE	1
1434132	TIE STRAP FIR TREE	1

Fuente: Propia.

Con ayuda de las tablas 9, 10, 11 y 12, se lograron identificar todos los componentes que se encuentran en el *rack* que suministra a las celdas 1, 5 y 6 de la plataforma DT. Una vez teniendo identificados y segregados los componentes pertenecientes a cada celda respectivamente se realizará un formato para la identificación con la tarjeta *Kanban* para cada componente.

En la tarjeta se registrará la descripción del producto para identificar fácilmente el artículo, código del componente, la cantidad mínima y máxima para el abastecimiento del material, la ubicación del material en el *rack*, el área a la que pertenecen los componentes y la celda donde es utilizado, esto último con el objetivo de mantener una segregación de los componentes usados en las 3 celdas.

En la ilustración 21 se muestra el formato que utilizará para el *Kanban*.

 HUTCHINSON®	Tarjeta Kanban		ID del componente	
Descripción del componente				
Imagen	Cantidad mínima		Cantidad máxima	
	Ubicación			
	Área			
	Celda			

Ilustración 21 Formato tarjeta *Kanban*.

Fuente: Propia.

Posteriormente se tomarán en cuenta el rendimiento de producción de piezas por hora para definir cuál es la cantidad máxima y mínima de gavetas que se deben colocar en el *rack* para tener lo suficiente para la producción por hora.

En la tabla 13 se muestra el rendimiento de producción por hora de los números de parte involucrados.

Tabla 13 Rendimiento por hora.

Número de parte	Producción por hora	
68564593AA	75	Pz/hr
68564580AC	80	Pz/hr
68564627AB	66	Pz/hr
68564625AA	60	Pz/hr
68564568AA	61	Pz/hr

Fuente: Propia.

Con el rendimiento de producción por hora se pueden definir cuantas gavetas serán necesarias en el *rack* para una producción por hora. En el *rack*

se manejan 2 tamaños de contenedores donde los conectores serán colocados en gavetas medianas mientras que los componentes más pequeños como abrazaderas y anillos serán colocados en gavetas chicas.

Por ejemplo:

En una gaveta mediana aproximadamente caben 175 conectores del código 551850, lo suficiente para la producción de 2 horas, considerando que este conector se utiliza en la celda 1, donde la producción por hora es de 71 piezas, esto quiere decir que la cantidad mínima de gavetas que deben ser colocadas en *rack* es 1 y una cantidad máxima de 2, ya que las 2 gavetas bastarían para 4 horas de producción, considerando que este es el tiempo aproximado en que el tren que suministra estos componentes llega para abastecer el *rack*. De esta manera se puede calcular la cantidad máxima y mínima de gaveta que deben ser colocadas en el *rack*.

Estas tarjetas serán colocadas en el *rack* de componentes identificando y organizando todos los elementos utilizados en la celda 6 de la plataforma DT y celdas cercanas que suministra.

Todo lo anterior ayudará a la reducción de tiempos en la búsqueda de los materiales solicitados y a evitar errores a la hora de abastecer los materiales, además reducirá errores en el uso del material, es decir, con componentes claramente identificados, es menos probable que se utilicen materiales incorrectos para la producción, lo que reduce el riesgo de errores y productos defectuosos, así mismo cuando todos los componentes están identificados y etiquetados de manera coherente, los operadores pueden comunicarse de manera más clara y rápida, ayudando también en la optimización del espacio, todo esto crea un entorno de trabajo más organizado.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

5.1 Identificar los factores que causan mayor problema y que afectan la eficiencia en la celda y calidad de las mangueras.

Una vez realizado el recorrido se pudieron registrar las siguientes observaciones que pueden influir en la calidad de las mangueras.

- La celda cuenta con 1 estación de tampografía, 1 mesa de pegado de abrazadera, 1 mesa de ensamble para conector y tubo y 1 estación de prueba de fuga.

En las ilustraciones 22 y 23 se muestra una vista la celda 6 de la plataforma DT.



Ilustración 22 Celda 6 plataforma DT.

Fuente: Propia.



Ilustración 23 Celda 6 plataforma DT.

Fuente: Propia.

De acuerdo a la observación realizada mediante el recorrido anterior el proceso que se sigue para la producción de la manguera es el siguiente:

1. El vulcanizado se abastece en contenedores negros o cajas azules donde los operadores comienzan el proceso de producción inspeccionando y seleccionando las mangueras que se encuentren en buen estado, es decir, sin marcas, arrugas, malos extremos, quemadas, ampollas, fisuras o deformaciones.
2. La manguera 68564593AA cuenta con 3 ramas de vulcanizado, una vez seleccionado el vulcanizado a utilizar se comienza en la estación de tampografía donde la persona a cargo de la máquina de tampografía realiza la operación para la rama C, además de colocar el cintillo 1434132.
3. Una vez realizada la tampografía la rama pasa a la mesa de ensamble donde un operador realiza el pegado de abrazadera Pop (gris), además en esta estación de trabajo se realiza el ensamble del *fitting* de la rama A y rama B junto con una abrazadera CTC (negra). En la ilustración 24 se muestran las 3 ramas de manguera.

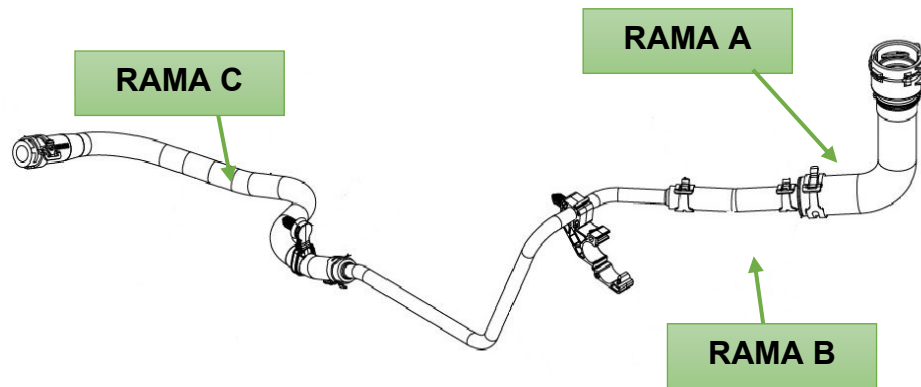


Ilustración 24 Manguera 68564593AA.

Fuente: Hutchinson planta mangueras.

4. Mientras tanto en la estación de crimpado, se lleva a cabo el ensamble del conector y el anillo en la rama A para posteriormente realizar el crimpado del anillo.
5. Los dos ensambles anteriores pasan a la siguiente estación de trabajo para realizar el ensamble del tubo, junto con dos abrazaderas CTC (negras), además de la colocación de cinta en el tubo y realizar el corte del cintillo.
6. Una vez teniendo el ensamble completo la pieza pasa a la estación de prueba de fuga colocando el clip 415956, posteriormente se realiza la prueba de fuga para comprobar que se encuentre en buen estado y evitar posibles fugas, al pasar la prueba se coloca la etiqueta de verificación y la pieza es colocada en una caja de cartón para su empaque.
7. Se coloca el folio donde se identifica el número de parte, la fecha y turno de producción, nómina del operador y cantidad de piezas.
8. El inspector de calidad es responsable de certificar todas las piezas del contenedor comprobando que estas cuenten con todos los criterios de calidad aceptables y se coloca un *sticker* color verde que certifica un OK de calidad.
- El *rack* donde se encuentran los componentes utilizados para la producción se comparte con material perteneciente a las celdas 1 y 5, estas se encuentran justo a un lado de la celda 6, de manera que existe una posibilidad de que el operador seleccione una caja de componentes incorrecta o no perteneciente a la celda, puesto que no se encuentran identificadas de manera que los operadores puedan localizar fácilmente

las cajas que corresponden a cada celda, en la ilustración 25 se muestra el *rack* con componentes utilizados en las celdas 1,5 y 6.

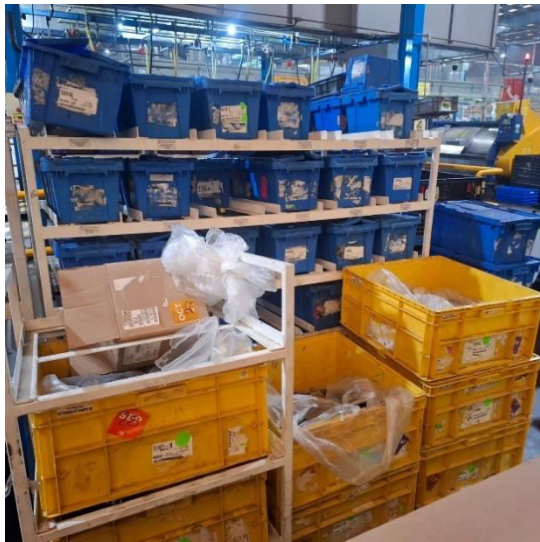


Ilustración 25 *Rack* de componentes.

Fuente: Propia.

- En la ilustración 26 se muestran cajas de conectores encontradas en el piso y no cuentan con un *rack* para mantenerlos en orden.



Ilustración 26 Área de componentes.

Fuente: Propia.

- Las estaciones de trabajo se encuentran desordenadas, puesto que los operadores mantienen sus objetos personales sobre las mesas de trabajo como se muestra en la ilustración 27.



Ilustración 27 Objetos personales en la celda.

Fuente: Propia.

- Las cajas de vulcanizado se encuentran en el piso y no se encuentran en orden, sobre ellas hay cartón que ya no se utilizará para ninguna operación como se muestra en la ilustración 28.



Ilustración 28 Cajas de vulcanizado.

Fuente: Propia.

- En la ilustración 29 se muestra contenedores de vulcanizado en lugares que no debería estar ocupando mayor espacio en la celda.



Ilustración 29 Contenedores de vulcanizado.

Fuente: Propia.

- En la mesa de ensamble hay documentos o material que no es necesario sobre la mesa de trabajo como se muestra en la ilustración 30.



Ilustración 30 Estado actual de las mesas de trabajo.

Fuente: Propia.

- Los operadores mantienen ensambles en cajas de vulcanizado lo que puede causar confusión con el material que se está trabajando o material que ya había sido segregado por algún defecto, en la ilustración 31 se muestra un ejemplo de ello.



Ilustración 31 Cajas de vulcanizado con ensambles.

Fuente: Propia.

Como se observó en el recorrido se pudo notar que los empleados mantienen un desorden en las celdas lo puede provocar defectos como consecuencia de diversas causas mostradas anteriormente.

Mediante la observación que se realizó como primera actividad y con el listado descrito sobre la inspección visual de la celda, se elaboró el *layout* del espacio, debido a los cambios en la distribución de maquinaria mencionados anteriormente no se contaba con un *layout* actualizado, este se realizó con el objetivo de plasmar visualmente la distribución actual del área de producción. Como se mencionó, la celda cuenta con 1 estación de tampografía, 1 mesa de pegado de abrazadera, 1 mesa de ensamble para conector y tubo y 1 estación de prueba de fuga, así mismo se encuentra 2 cajas de *scrap* para vulcanizado y 1 caja de *scrap* para componentes. En la ilustración 32 se muestra el *layout* de la celda actualizado.

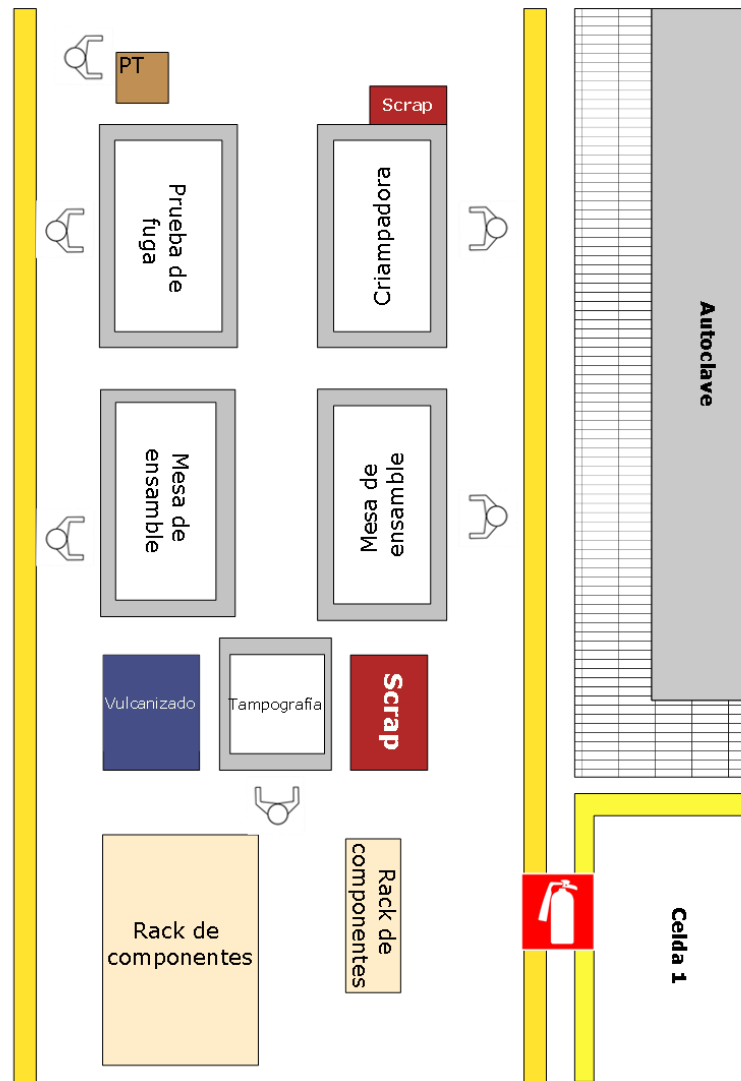


Ilustración 32 Layout actualizado.

Fuente: Propia.

Gracias a la observación y *layout* elaborado se tiene una mayor visibilidad sobre el procedimiento que se sigue para la producción.

En la ilustración 33 se muestra el diagrama de flujo realizado, desde la llegada del vulcanizado hasta la liberación del producto terminado.

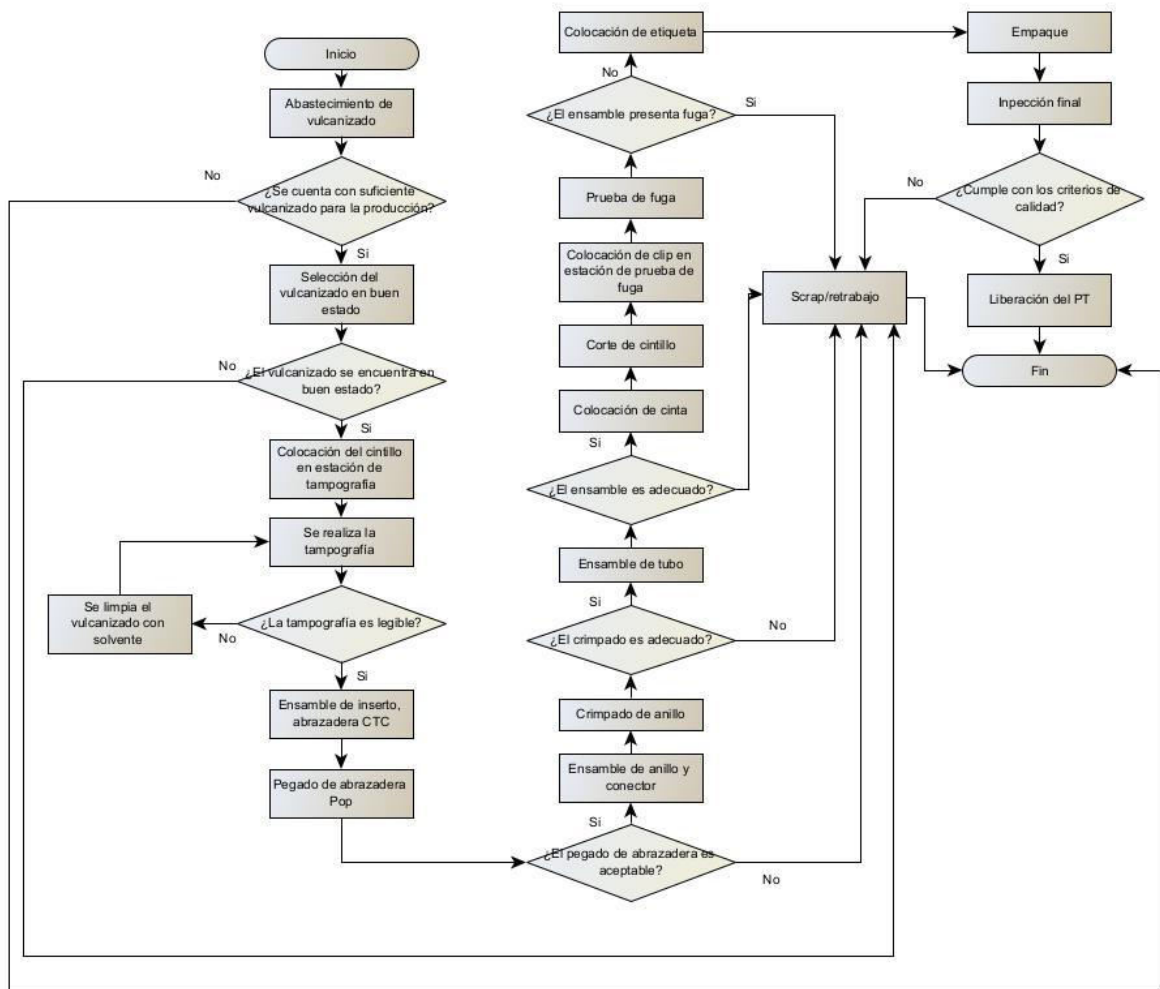


Ilustración 33 Diagrama de flujo 68564593AA.

Fuente: Propia.

Con el diagrama de flujo presentado se puede notar que cada etapa involucrada en la producción de la manguera es un proceso de suma importancia puesto que cualquier mínimo error ya sea por parte de los operadores o debido a algún fallo en las estaciones de trabajo puede generar piezas defectuosas que finalmente tienen un destino ya sea retrabajo o piezas para *scrap*.

Además, gracias al flujo que se puede apreciar en el diagrama, se puede observar en que etapa del proceso puede existir la posibilidad de que se presenten defectos, por ejemplo; la realización de una tampografía que no sea legible, pegado de abrazadera incorrecto, además de que el crimpado y el ensamble del tubo no sean aceptables de acuerdo a los criterios de calidad.

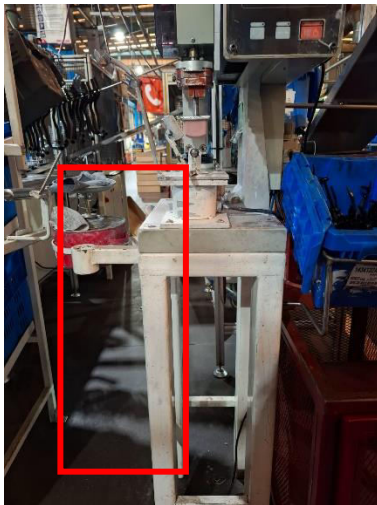
Principalmente las mesas de ensamble y otras estaciones de trabajo se encontraban desordenadas, así mismo las cajas de componentes que se encuentran en el *rack* no especifican a que celda pertenecen respectivamente, todo esto puede provocar falta de organización lo que lleva a una disminución en la eficiencia del trabajo, ya que los empleados pueden perder tiempo buscando herramientas o materiales.

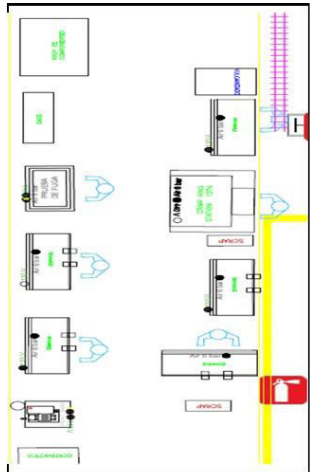
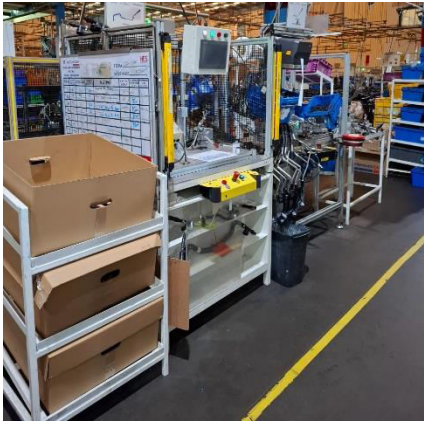
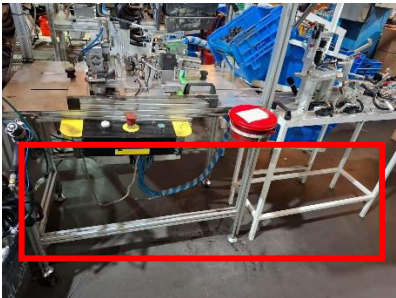
Además, un desorden puede afectar la calidad del producto final. Si las mangueras se fabrican en un entorno caótico, es más probable que se cometan errores en el proceso de producción, lo que podría resultar en productos defectuosos. Por último, una celda desordenada puede afectar la moral de los trabajadores; un ambiente limpio y organizado suele contribuir a una mejor actitud y productividad.

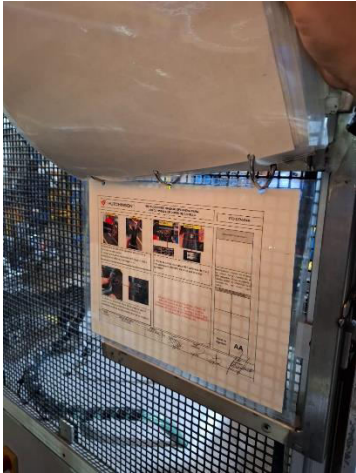
De acuerdo a las observaciones realizadas mediante el *check list* se hace notar que los operadores no mantienen un orden y organización con los materiales utilizados, así como con objetos personales, además se observa que se encuentran demás materiales innecesarios en las estaciones de trabajo, así como cajas de vulcanizado en lugares inapropiados que podrían llegar a provocar obstrucción del paso, además de ocupar espacio necesario para la producción, productos terminados, componentes, etc.

Con la auditoría interna realizada en la celda se lograron registrar todos los hallazgos encontrados de acuerdo al orden y limpieza de espacio de trabajo, la cual se muestra a continuación en la tabla 14.

Tabla 14 Auditoría interna.

		AUDITORIA INTERNA		Hutchinson Autopartes S.A de C.V Planta Mangueras
Cliente: Stellantis			Fecha de inicio: 2/09/2024	
Plataforma: DT			Fecha de termino: 5/09/2024	
Celda auditada: 6			Auditor: Ana Lizette Peralta Nava	
Objetivo de la auditoria:		Identificar áreas de mejora para mantener el orden y la limpieza de la celda de trabajo que contribuya a la producción de productos de alta calidad.		
ÁREA DE TRABAJO				
Indicador	Cumple		Evidencia	Observaciones
	Si	No		
¿El área de trabajo se encuentra en condiciones óptimas para la producción?	X			Las máquinas se encuentran en correcto funcionamiento y en buen estado.
¿El entorno de trabajo cuenta con los materiales necesarios para la producción?		X		Falta de escalas en estación de tampografía.

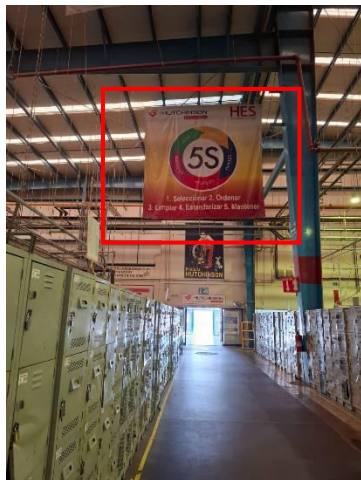
¿La celda cuenta con un layout actualizado?		X		Se realizó un reacomodo de la celda por lo que no se tiene el layout actualizado.
¿El área de trabajo cuenta con suficientes máquinas para la producción?		X		Se cuenta con la maquinaria necesaria (máquina de tampografía, mesas de ensamble, crimpadora y prueba de fuga).
¿El espacio de trabajo cuenta con áreas delimitadas para maquinaria y equipo, materiales, cajas de scrap y/o racks de componentes?		X		Cada estación de trabajo no cuenta con un área delimitada para cada máquina, de la misma manera no se encuentra delimitado el área de componentes y cajas de <i>scrap</i> .

AUDITORIA DE PROCESOS				
¿En la celda se encuentran las instrucciones de trabajo que indican el proceso a seguir para la producción?		X		Falta de documentación postada en la celda
¿Las instrucciones de trabajo son claras y se encuentran en un lugar visible para los operadores?		X		Documentación incompleta
¿Los operadores siguen las instrucciones de trabajo operativas para la producción de mangueras?		X	N/A	En ocasiones los operadores hacen omisión de las ITOS.
¿Los operadores toman en cuenta las hojas de autocontrol con las especificaciones del cliente para la producción de mangueras?	X		N/A	Omisión de H.A por parte de los operadores.

¿Los operadores utilizan correctamente los instrumentos de medición proporcionados como escalas y plantillas radiales para la producción?		X		Falta de instrumentos de medición en la celda.
Antes de comenzar la producción, ¿Los operadores verifican que los componentes a utilizar en las mangueras sean los indicados de acuerdo a la ITO colocada en la celda?		X		Se presentan errores por componentes incorrectos y se encontraron componentes revueltos en un mismo contenedor.
AUDITORIA 5'S				
Seiri				
¿Se encuentran solo los materiales necesarios?		X		Cajas de cartón innecesarias en la celda.

¿Las estaciones de trabajo se encuentran libres de objetos personales en el área de trabajo?		X		Los operadores ocupan las áreas de trabajo para objetos personales.
¿Los materiales que se encuentran en cada estación de trabajo son los correctos de acuerdo a la ITO?	X			Se encuentran los materiales correctos en cada estación de trabajo, sin embargo, el rack que suministra la celda se encuentra en desorden.
¿La celda se encuentra libre de objetos obsoletos?	X		N/A	Actualmente se encuentra libres de objetos obsoletos.
¿Las piezas defectuosas se segregan de las piezas OK?	X			Las piezas NOK se entregan al supervisor de producción.
Seiton				
¿La celda cuenta con un lugar específico para objetos personales?	X			Cada operador tiene su <i>locker</i> para guardar objetos personales sin embargo mantiene estos objetos en la celda

¿Se encuentran identificadas adecuadamente las cajas de componentes y en orden?		X		Falta de identificaciones en cajas de componentes.
¿Se controlan visualmente los materiales y componentes con indicadores de ubicación y cantidades?		X		No cuenta con un sistema de identificación que contenga ubicación o cantidad.
¿Se encuentra delimitada el área para PT?		X		No existe una zona específica para PT.
Seiso				
¿El área se encuentra limpia y libre de basura?		X		Se encuentra basura en la celda.

¿Las estaciones de trabajo se encuentran limpias libres de polvos y sin materiales innecesarios?		X		Cartón innecesario en la celda.
Seiketsu				
¿Se sigue un proceso para mantener limpias y ordenadas las estaciones de trabajo?		X	N/A	No existe un proceso de orden y limpieza.
¿Existe información visible para los operadores acerca de las 5's en la celda?		X		Se encuentra información en la planta en general, sin embargo, en la celda no se presenta información cerca y visible.
Shitsuke				
¿Los operadores mantienen limpias y ordenadas sus áreas de trabajo?		X		Desorden en las estaciones de trabajo.
¿Los operadores sigue los procedimientos para mantener las 5's?		X	N/A	Los operadores omiten el proceso de estandarización y mantener la disciplina de las 5's.

Fuente: Propia.

Con la auditoría anterior se identificaron áreas de mejora en la celda que pueden ayudar a evitar o reducir el desorden en la celda que puede ayudar a la disminución de los defectos en la manguera, por ejemplo, el reacomodo del *rack* de componentes, e implementación de las 5's.

En la tabla 15 se realizó la estratificación de estos defectos donde se registró la fecha, número de parte perteneciente a la celda 6 de la plataforma DT, el defecto ocurrido, cantidad de piezas defectuosas y destino de estas piezas *NOK*, como se mencionó anteriormente los datos fueron obtenidos de datos históricos registrados por la empresa durante los últimos meses.

Tabla 15 Estratificación de defectos 68564593AA

FECHA	N. P	DEFECTO	CANTIDAD PIEZAS NOK	DESTINO	
				RETRABAJO	SCRAP
12/02/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	10	X	
12/02/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	1		X
13/02/2024	68564593AA	Abrazadera mal orientada	15	X	
13/02/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	1	X	
14/02/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	2	X	
14/02/2024	68564593AA	Abrazadera mal orientada	1	X	
14/02/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	10		X
14/02/2024	68564593AA	Manguera larga	2	X	
20/02/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	5	X	
22/02/2024	68564593AA	Conector girado	9		X
22/02/2024	68564593AA	Manguera corta	1		X
27/02/2024	68564593AA	Manguera larga	2	X	
27/02/2024	68564593AA	Ensamble sin prueba de fuga	1		X
28/02/2024	68564593AA	Abrazadera inclinada	7	X	
01/03/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	2	X	
04/03/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	1	X	
04/03/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	3		X
05/03/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera larga	2	X	
05/03/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	8	X	
05/03/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	3	X	
06/03/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	31		X
07/03/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	93	X	
08/03/2024	68564593AA	Falta de pegamento en abrazadera	16	X	
13/03/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	4	X	
14/03/2024	68564593AA	Abrazadera inclinada	1	X	

20/03/2024	68564593AA	Clip invertido	16	X	
22/03/2024	68564593AA	Mal crimpado <i>press ring</i>	1		X
26/03/2024	68564593AA	Clip abierto	10	X	
26/03/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	5		X
27/03/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	5	X	
27/03/2024	68564593AA	Falta de pegamento en abrazadera	3	X	
02/04/2024	68564593AA	Mal crimpado <i>press ring</i>	3		X
04/04/2024	68564593AA	Conector girado	1		X
05/04/2024	68564593AA	Abrazadera mal orientada	11	X	
10/04/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	3	X	
11/04/2024	68564593AA	Abrazadera mal orientada	4	X	
12/04/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	4	X	
15/04/2024	68564593AA	Falta de pegamento en abrazadera	6	X	
15/04/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	1	X	
17/04/2024	68564593AA	Golpe de casquillo (manguera)	2		X
19/04/2024	68564593AA	Falta de pegamento en abrazadera	12	X	
19/04/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	10	X	
19/04/2024	68564593AA	Conector girado	43		X
26/04/2024	68564593AA	Mal crimpado <i>press ring</i>	2		X
26/04/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera larga	4	X	
26/04/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	3	X	
27/04/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	6	X	
29/04/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	6	X	
01/05/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera larga	1	X	
03/05/2024	68564593AA	Abrazadera inclinada	11	X	
03/05/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	1	X	
04/05/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	2	X	
06/05/2024	68564593AA	Mal crimpado <i>press ring</i>	5		X
06/05/2024	68564593AA	Conector girado	1		X
08/05/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	10	X	
08/05/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	10	X	
09/05/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	3	X	
09/05/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	10	X	
06/06/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	5	X	
15/06/2024	68564593AA	Falta de pegamento en abrazadera	3	X	
01/07/2024	68564593AA	Clip invertido	1	X	
04/07/2024	68564593AA	Abrazadera mal orientada	3	X	

08/07/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	1	X	
18/07/2024	68564593AA	Tampografía incompleta (corta)	1	X	
18/07/2024	68564593AA	Marcas en manguera	1		X
18/07/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	1		X
23/07/2024	68564593AA	Manguera con ampollas	1		X
24/07/2024	68564593AA	Abrazadera mal orientada	5	X	
24/07/2024	68564593AA	Abrazadera activada / cerrada	1	X	
25/07/2024	68564593AA	Exceso de pegamento (Radial) (abrazadera)	1	X	
25/07/2024	68564593AA	Manguera con ampollas	1		X
25/07/2024	68564593AA	Distancia de crimpado larga	1		X
01/08/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	1		X
05/08/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	1		X
12/08/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	6		X
13/08/2024	68564593AA	Manguera larga	1	X	
13/08/2024	68564593AA	Mal extremo (manguera)	1		X
14/08/2024	68564593AA	Mala adherencia (reventada) (manguera)	7		X
22/08/2024	68564593AA	Mal ensamble de conector (chueco)	16		X
27/08/2024	68564593AA	Falta de clip plástico / metálico (conector)	1		X
Total			506	349	157

Fuente: Propia.

Como se observa en la estratificación anterior el total de defectos que se han presentado durante los últimos meses enero-agosto ascienden a un total de 506 defectos.

Como se muestra en la tabla 6, se tomaron datos históricos de Enero a Agosto del año 2024, clasificando los productos *scrap* que representan pérdidas para la empresa y retrabajos que se refieren a productos que se pueden recuperar sin embargo representan costos adicionales, pérdidas de tiempo, disminución de la productividad además de tener un impacto en la calidad, durante los últimos 8 meses se han presentado defectos frecuentemente en la celda donde la mayoría de los defectos presentados se deben principalmente al desorden que mantienen los trabajadores en el área de trabajo, por ejemplo, un mal crimpado es originado en ocasiones a causa de una selección errónea de un anillo incorrecto que no corresponde a la celda, lo mismo ocurre con un mal

Con los factores enlistados en el capítulo 4 se elaboró el diagrama de Ishikawa con el fin de identificar y visualizar las posibles causas que ocasionan la aparición de los defectos en la celda, ayudando a entender las relaciones entre los diferentes factores que pueden contribuir a estos defectos. En la ilustración 34 se muestra el diagrama realizado.



Como se mencionó anteriormente, previamente a la realización del diagrama de Pareto fue necesario realizar una encuesta a los operadores para conocer sus opiniones acerca de los factores que consideran pueden influir en la aparición de defectos además esta encuesta se llevó a cabo con el fin de recabar datos cuantitativos, los resultados de la encuesta se presentan en la tabla 16. Utilizando el muestreo por conveniencia ya mencionado, la pregunta se realizó a 58 personas las cuales se encontraban en turno al momento de la aplicación de la encuesta.

Tabla 16 Encuesta.

¿Cuál de los siguientes factores crees que afectan o contribuyen principalmente a la aparición de defectos en las mangueras?		
	Factor	Cantidad
Medición	Falta de escalas, plantillas de pegamento radial, etc., en la celda.	0
	Falta de verificaciones regulares del proceso de medición.	0
Materiales	Material defectuoso	1
	Material con rebaba	2
	Falta de componentes bien identificados	10
	Utilización de materiales incorrectos	6
	Componentes revueltos	9
Personal	Omisión de ITOS	4
	Omisión De Poka Yokes	1
	Distracciones del personal	2

	Personal de nuevo ingreso	7
Medio ambiente	Desorden en la celda	6
	Acumulación del polvo	0
	Temperatura elevada	0
Método	Estaciones de trabajo desordenadas	4
	Falta de documentación en la celda	0
	Falta de capacitación	1
Máquinas	Maquinaria desgastada	0
	Plantillas de ensamble dañadas	2
	Maquinas descalibradas	3
Total		58

Fuente: Propia.

Estos resultados serán utilizados más adelante para la realización del diagrama de Pareto.

Con los resultados de la tabla 16 se tomaron en cuenta las frecuencias de cada factor las cuales fueron registradas en la tabla 17.

Tabla 17 Tabla de frecuencias.

Factor	Frecuencia
Material defectuoso.	1
Material con rebaba.	2
Falta de componentes bien identificados.	10

Utilización de materiales incorrectos.	6
Componentes revueltos.	9
Omisión de ITOS.	4
Omisión de <i>Poka Yokes</i>	1
Distracciones del personal.	2
Personal de nuevo ingreso.	7
Desorden en la celda.	6
Estaciones de trabajo desordenadas.	4
Falta de capacitación.	1
Plantillas de ensamble dañadas.	2
Máquinas descalibradas.	3

Fuente: Propia.

Una vez obtenidos estos resultados y con ayuda de Minitab se realizó el diagrama de Pareto, donde se muestran los factores con mayores frecuencias, estos factores pueden llegar a ser los principales causantes de los defectos como se muestra en la ilustración 35.

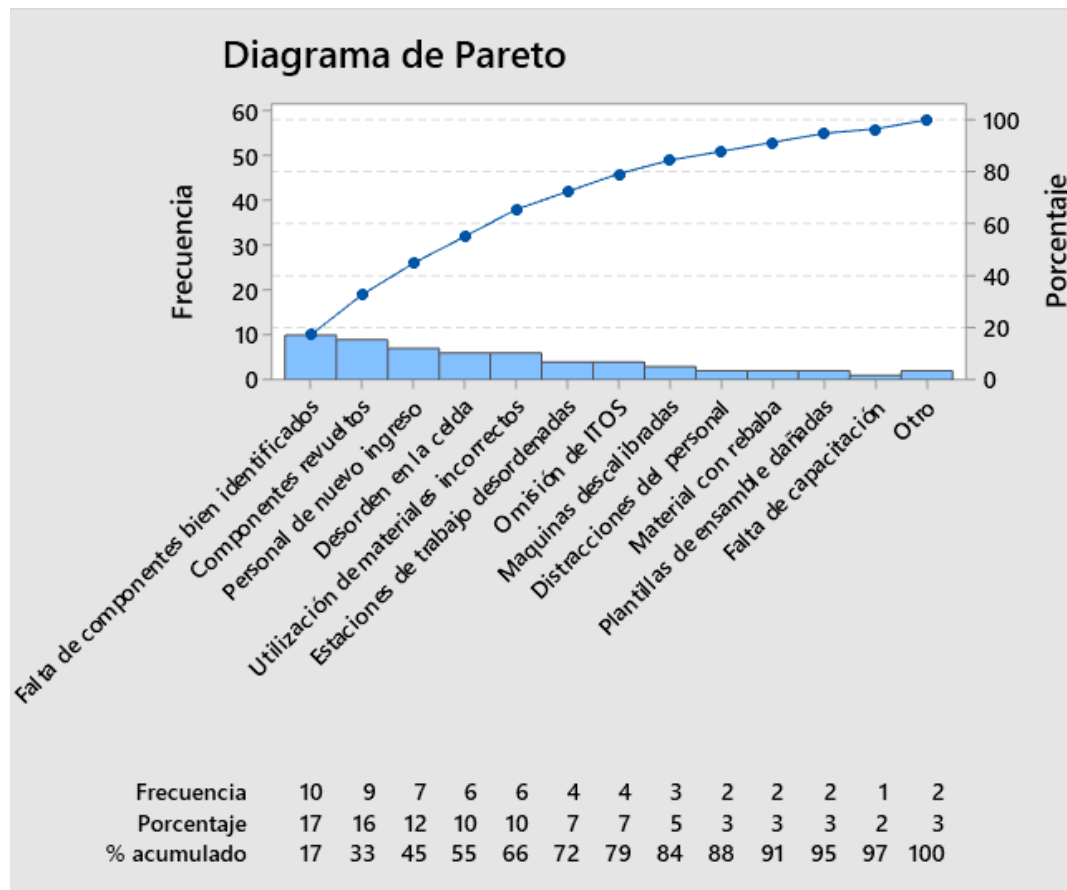


Ilustración 35 Diagrama de Pareto.

Fuente: Propia.

Con lo anterior se puede concluir que los principales factores que se involucran en la aparición de defectos en la celda se deben a la desorganización que existe en ella, los cuales se enlistan a continuación de acuerdo a los resultados obtenidos en el diagrama de Pareto.

- Falta de componentes bien identificados en el rack.
- Componentes revueltos.
- Personal de nuevo ingreso.
- Desorden en la celda.
- Utilización de componentes incorrectos.
- Estaciones de trabajo (mesas de ensamble, tampografía, crimpadora, etc.) desordenadas.

5.2 Evaluar y analizar los principales factores para identificar oportunidades de mejora en la celda.

Con ayuda del formato presentado en la tabla 7 mostrada en el capítulo 4, se llevó a cabo la toma de tiempos de cada estación de trabajo para conocer el tiempo promedio que tardan los operadores en la realización de sus actividades.

En la tabla 18 mostrada a continuación se presentan los tiempos cronometrados.

Tabla 18 Toma de tiempos.

 HUTCHINSON®		TOMA DE TIEMPOS			Hutchinson Autopartes S.A de C.V Planta Mangueras
Cliente: <i>Stellantis</i>			Plataforma: DT		
Celda: 6		Numero de parte: 68564593AA			Fecha: 19/09/2024
N. de operación	Estación de trabajo	N. de observación	Tiempo cronometrado	Tiempo promedio	Comentarios
1	Tampografía	1	10.31 s	10.71 s	El tiempo promedio de la colocación del cintillo y colocación de tampografía es de 10.71 s. Al ser operador de nuevo ingreso hubo una ligera variación en los tiempos cronometrados.
		2	9.40 s		
		3	17.92 s		
		4	11.56 s		
		5	10.56 s		
		6	12.87 s		
		7	10.28 s		
		8	9.30 s		
		9	8.84 s		
		10	8.29 s		
		11	9.65 s		
		12	12.34 s		
		13	11.91 s		
		14	9.76 s		
		15	11.23 s		
		16	11.45 s		
		17	10.87 s		
		18	9.34 s		
		19	8.89 s		
		20	9.57 s		

2	Mesa de ensamble (pegado de abrazadera pop)	1	25.03 s	25.93 s	El tiempo aproximado para el pegado de abrazadera pop es de 26.93 s (Esta operación se realiza en la misma estación que el ensamble del inserto por lo que el operador realiza dos tareas a la vez).
		2	23.94 s		
		3	22.35 s		
		4	34.38 s		
		5	26.67 s		
		6	31.95 s		
		7	28.56 s		
		8	28.67 s		
		9	24.98 s		
		10	32.06 s		
		11	26.89 s		
		12	26.31 s		
		13	20.41 s		
		14	30.12 s		
		15	17.34 s		
		16	23.14 s		
		17	19.90 s		
		18	22.35 s		
		19	29.90 s		
		20	23.65 s		
3	Mesa de ensamble (ensamble de inserto y abrazadera CTC)	1	27.31 s	27.45 s	El tiempo promedio que tarda el operador para el ensamble del inserto y abrazadera CTC es de 27.45 s.
		2	34.53 s		
		3	38.21 s		
		4	23.39 s		
		5	30.15 s		
		6	22.77 s		
		7	22.36 s		
		8	28.42 s		
		9	23.56 s		
		10	29.90 s		
		11	34.87 s		
		12	25.14 s		
		13	25.64 s		
		14	27.76 s		
		15	30.45 s		
		16	21.76 s		
		17	22.89 s		
		18	23.98 s		
		19	29.96 s		

		20	26.12 s		
4	Crimpadora	1	22.40 s	22.43 s	El tiempo ciclo para el ensamble del conector y crimpado de anillo es de 22.43 s.
		2	22.81 s		
		3	24.15 s		
		4	21.36 s		
		5	24.34 s		
		6	20.19 s		
		7	19.09 s		
		8	25.45 s		
		9	22.37 s		
		10	27.67 s		
		11	20.89 s		
		12	23.76 s		
		13	21.21 s		
		14	24.05 s		
		15	22.28 s		
		16	21.71 s		
		17	20.91 s		
		18	22.90 s		
		19	22.20 s		
		20	18.98 s		
5	Mesa de ensamble (tubo)	1	48.04 s	49.73 s	El tiempo promedio que tarda el operador para el ensamble de tubo, abrazaderas CTC y corte de cintillo es de 49.73 s.
		2	46.77 s		
		3	54.09 s		
		4	50.00 s		
		5	46.98 s		
		6	48.32 s		
		7	51.03 s		
		8	49.94 s		
		9	46.73 s		
		10	46.51 s		
		11	52.18 s		
		12	51.78 s		
		13	50.31 s		
		14	45.87 s		
		15	52.45 s		
		16	50.07 s		
		17	51.22 s		
		18	49.71 s		

		19	52.67 s		
		20	50.04 s		
6	Prueba de fuga	1	39.43 s	38.47 s	El tiempo promedio para la prueba de fuga y colocación de etiqueta es de 38.47 s.
		2	40.20 s		
		3	39.88 s		
		4	34.56 s		
		5	40.90 s		
		6	36.67 s		
		7	39.54 s		
		8	40.00 s		
		9	36.87 s		
		10	41.12 s		
		11	38.09 s		
		12	39.54 s		
		13	36.87 s		
		14	37.31 s		
		15	40.04 s		
		16	39.65 s		
		17	36.76 s		
		18	38.12 s		
		19	34.76 s		
		20	39.09 S		
Total				174.72	

Fuente: Propia.

Con los tiempos tomados anteriormente se puede considerar que el tiempo el tiempo requerido aproximadamente por pieza es de 174.72 segundos.

Utilizando la fórmula mencionada por (Peña et al., 2016) se calculó el tiempo ciclo y el tiempo asignado considerando los datos proporcionados por la empresa mostrados a continuación.

- Unidades requeridas por día: 1000 unidades.
- Tiempo disponible por día: 12 hrs= 43,200 s.
- Número de estaciones: 5.
- Sumatoria del tiempo de tareas: 174.72 s.

En la ilustración 36 se muestra el desarrollo de la fórmula para conocer el tiempo asignado y la eficiencia.

$$TC = \frac{t \text{ produc. dispible por día}}{\text{Unidades requeridas al día}}$$

$$TC = \frac{43,200}{1000} = 43.2 \text{ s}$$

$$E = \frac{\sum t_{tarear}}{(N^{\circ} \text{ real ET}) * (TC_{asignado})}$$

$$E = \frac{174.72s}{(5) * (43.2)} = 0.8 = 80\%$$

Ilustración 36 Calculo del tiempo asignado.

Fuente: Propia.

La eficiencia de producción es de 80% por lo que es necesario hacer un balance de líneas con el objetivo de aumentar esta eficiencia en la celda.

Tomando en cuenta que en la primera mesa de ensamble se realizan dos operaciones, se sumó el tiempo promedio de cada actividad dando un total de 53.38 s por pieza.

En el recorrido realizado previamente, se notó que en la celda hay 6 operadores en turno en la celda, aunque solo se encuentran 5 estaciones de trabajo disponibles. En la primera mesa de ensamble, se encontraron 2 operadores en la misma estación, donde lo adecuado es que se encuentre 1 operador por estación de trabajo. Además, se observó que el operador que se encuentra en esa mesa de ensamble requiere la ayuda de la otra persona ya que puede retrasarse al realizar ambas operaciones simultáneamente y se genera mayor tiempo ciclo.

En base a la toma de tiempos realizada, se elaboró la siguiente gráfica mostrada en la ilustración 37, donde se puede observar cada tiempo promedio de las estaciones, además de ofrecer una mayor visualización acerca de la estación que tiene el mayor tiempo y donde podría existir un área de mejora.

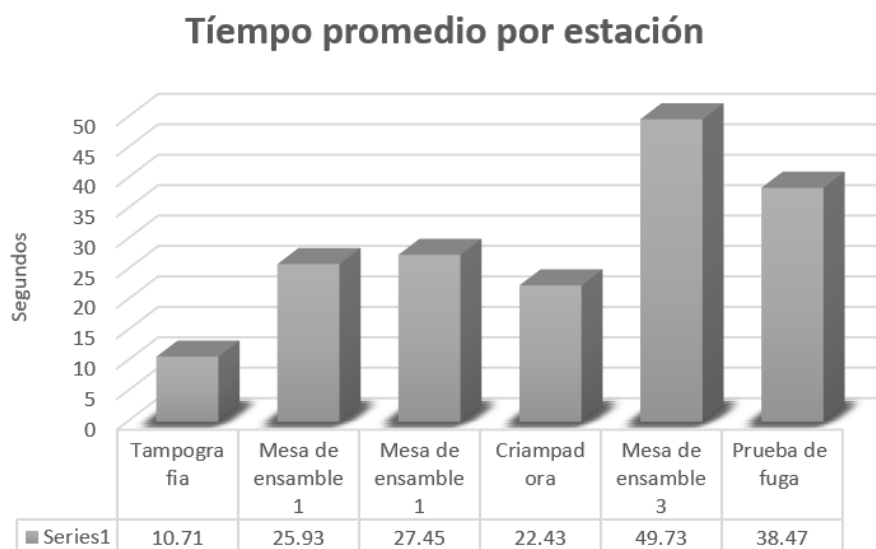


Ilustración 37 Tiempo promedio por estación.

Fuente: Propia.

La mesa de ensamble 1 cuenta con un tiempo promedio mayor a 50 segundos puesto que como se mencionó antes, tiene la tarea de realizar dos operaciones en la misma estación lo que además de desbalancear el tiempo promedio de acuerdo al de las demás estaciones, genera un ligero retraso y se requiere la ayuda de otra persona.

Por otro lado, en el diagrama de Pareto presentado en la ilustración 35 mostrada anteriormente en el apartado 5.1, se puede apreciar que los factores más frecuentes que afectan a las mangueras, es decir, los principales que intervienen para que se produzcan los retrabajos y el *scrap* de mangueras son:

- La falta de componentes bien identificados, pues como se mencionó en la auditoría realizada se encuentran gavetas sin identificación lo que puede causar confusión o equivocaciones al momento de elegir el componente correcto a utilizar debido a la similitud entre estos componentes.
- Los componentes revueltos son un problema crítico puesto que una incorrecta selección de los componentes causa defectos como mal ensamble, mal crimpado entre otros, lo que provoca fugas en las mangueras.
- El personal de nuevo ingreso es la causa de errores humanos pues no cuenta con la suficiente experiencia para evitar estos defectos.

- El desorden en la celda provoca daños físicos en las mangueras, así como contaminación en ellas por suciedad o polvo y otros residuos.
- La utilización incorrecta de los componentes como se mencionó puede causar los retrabajos y *scrap*.
- Las estaciones de trabajo se refieren principalmente a las mesas de ensamble, crimpadora o máquinas de tampografía que se encuentran en desorden lo que provoca defectos en las mangueras.

El 80% de los defectos que se presentan en la producción diariamente son ocasionados por el 20% de los factores identificados, estos factores enlistados anteriormente son los más frecuentes y afectan principalmente.

Con estos factores identificados, se realizó el diagrama de los 5 Por qué. Una vez analizados los factores más críticos, se requiere llegar a la causa raíz de cada uno de ellos.

En las tablas 19, 20, 21, 22, 23 y 24 se muestran los diagramas de los 5 Porqué de los 6 principales factores identificados en el diagrama de Pareto.

Factor 1. Falta de componentes bien identificados.

Tabla 19 Análisis 5 por qué falta de componentes bien identificados.

Análisis 5 Por qué (Why)					
1st Causa Ocurrencia: Los componentes que se encuentran en el rack no están identificados correctamente.	Causa No se están utilizando etiquetas adecuadas para cada componente.	Causa No se ha establecido un sistema claro para la identificación de componentes.	Causa No se ha definido un proceso formal de gestión del rack.	Causa No prioriza el control para la identificación de componentes.	Causa Raíz No se tiene un proceso formal y estandarizado para orden de los componentes en el rack.
1st Causa Detección: No se ha realizado una Inspección regular para verificar la correcta identificación de los componentes.	Causa No existe un procedimiento formal para verificar las etiquetas de los componentes.	Causa No se ha establecido un sistema claro para la identificación de componentes.	Causa No se ha priorizado el control para la identificación de componentes.	Causa No se ha realizado un análisis o evaluación de los impactos que esto podría generar en cuanto a la aparición de defectos.	Causa Raíz Falta de un sistema de detección y control para verificar que los componentes estén correctamente etiquetados.
1st Causa Sistema: Los componentes que se encuentran en el rack no están identificados correctamente.	Causa No se utilizan las etiquetas correctas que identifican cada gaveta en el rack.	Causa No se tiene establecido un sistema claro para la identificación de componentes.	Causa No se tiene definido un proceso formal de gestión del rack.	Causa No prioriza el control para la identificación de componentes.	Causa Raíz No se tiene un proceso formal y estandarizado para orden de los componentes en el rack.
Definición de Acciones Correctivas					
N°	Acciones				
1	Establecer un sistema estándar de etiquetado para todos los componentes.				

Fuente: Propia.

Factor 2. Componentes revueltos.

Tabla 20 Análisis 5 por qué componentes revueltos.

Análisis 5 Por qué (Why)					
1st Causa Ocurrencia: Componentes del rack revueltos.	Causa Los operadores no mantienen un orden de los componentes en el rack.	Causa No se sigue un procedimiento específico para organizar los componentes.	Causa Los operadores omiten el proceso de 5's	Causa Los responsables no han dado prioridad al seguimiento del método de las 5's.	Causa Raíz Falta de un sistema organizado y de instrucciones claras para los operadores.
1st Causa Detección: Los componentes del rack se encuentran revueltos	Causa No se detecta cuando los componentes están en una gaveta incorrecta.	Causa No hay un sistema de revisión regular para verificar que los componentes estén organizados correctamente.	Causa No se ha priorizado la importancia de la organización en el rack.	Causa No se ha establecido un proceso para definir claramente la necesidad de mantener el orden en el rack.	Causa Raíz Falta de un sistema de detección para el orden de los componentes en el rack.
1st Causa Sistema: Componentes del rack revueltos.	Causa Los operadores no mantienen un orden de los componentes en el rack.	Causa No hay un sistema claro de organización en el rack.	Causa No se han implementado prácticas de gestión visual.	Causa No se ha entrenado adecuadamente al personal en los métodos de organización	Causa Raíz Falta de capacitación y en prácticas de gestión visual sobre métodos de organización.
Definición de Acciones Correctivas					
Nº	Acciones				
1	Implementación de un sistema de inspección regular para verificar el orden de los componentes.				

Fuente: Propia.

Factor 3. Personal de nuevo ingreso.

Tabla 21 Análisis 5 por qué, personal de nuevo ingreso.

Análisis 5 Por qué (Why)					
1st Causa Ocurrencia: Personal de nuevo ingreso no está produciendo las mangueras correctamente	Causa No siguen las instrucciones de trabajo operativas correctamente.	Causa No entienden completamente las instrucciones de trabajo operativas.	Causa No tienen la suficiente experiencia para manejar maquinas o identificar rápidamente los componentes.	Causa Tienen poco tiempo de haber entrado.	Causa Raíz Operadores de nuevo ingreso con poca experiencia omiten ITOS.
1st Causa Detección: Personal de nuevo ingreso no está produciendo las mangueras correctamente	Causa Personal de nuevo ingreso no detecta a tiempo los errores durante la producción.	Causa No tienen la suficiente experiencia para manejar maquinas o identificar rápidamente los componentes.	Causa Tienen poco tiempo de haber entrado.	Causa	Causa Raíz Falta de experiencia para detectar defectos fácilmente durante la producción.
1st Causa Sistema: Personal de nuevo ingreso no está produciendo las mangueras correctamente	Causa No siguen las instrucciones de trabajo operativas correctamente.	Causa No entienden completamente las instrucciones de trabajo operativas.	Causa No tienen la suficiente experiencia para manejar maquinas o identificar rápidamente los componentes.	Causa Tienen poco tiempo de haber entrado.	Causa Raíz Operadores de nuevo ingreso con poca experiencia omiten ITOS.
Definición de Acciones Correctivas					
Nº	Acciones				
1	Asignar personal de supervisión estén encargados de verificar que los nuevos empleados sigan las ITOS.				

Fuente: Propia.

Factor 4. Desorden en la celda.

Tabla 22 Análisis 5 por qué desorden en la celda.

Análisis 5 Por qué (Why)					
1st Causa Ocurrencia: Celda de producción desordenada.	Causa Los materiales y herramientas de trabajo no están organizados correctamente.	Causa Los operadores no mantienen los materiales organizados.	Causa No existen lugares definidos para cada material en la celda de producción.	Causa No se ha implementado un sistema de organización de materiales.	Causa Raíz Falta de un método de organización claro.
1st Causa Detección: Falta de un método de organización claro.	Causa No se realizan inspecciones regulares o monitoreo del área de trabajo.	Causa No se han asignado responsabilidades claras para la revisión del orden en la celda de trabajo.	Causa No hay un proceso formal que defina las tareas de mantenimiento del orden en el área de trabajo.	Causa No se ha sensibilizado al personal sobre la importancia de mantener el orden.	Causa Raíz Falta de monitoreo en la celda para verificar el orden.
1st Causa Sistema: Celda de producción desordenada.	Causa Los materiales y herramientas de trabajo no están organizados correctamente.	Causa Los operadores no mantienen los materiales organizados.	Causa En la celda no se tienen lugares definidos para cada material en la celda de producción.	Causa No hay un sistema de organización de materiales.	Causa Raíz Falta de un método de organización claro.
Definición de Acciones Correctivas					
N°	Acciones				
1	Establecer un proceso de inspección para mantener el orden.				

Fuente: Propia.

Factor 5. Utilización de componentes incorrectos.

Tabla 23 Análisis 5 por qué Utilización de componentes incorrectos.

Análisis 5 Por qué (Why)					
1st Causa Ocurrencia: Componentes incorrectos	Causa Los operadores están utilizando materiales que no corresponden a las especificaciones del producto.	Causa No se verifica que los componentes en la celda sean los correctos.	Causa Solo se toman del rack sin verificar que la etiqueta en el rack y el componente físicamente correspondan.	Causa No se encuentran correctamente identificados los componentes del rack.	Causa Raíz Falta de un sistema de control de inventarios y etiquetado adecuado.
1st Causa Detección: Uso de componentes incorrectos	Causa No se realiza una inspección adecuada de los materiales antes de su utilización en la producción.	Causa No existe un sistema de control de calidad en el área de producción para asegurar que los materiales sean los correctos.	Causa Los operadores no han priorizado la importancia de la inspección de materiales.	Causa No se ha sensibilizado al personal sobre el impacto que esto tiene.	Causa Raíz Falta de conciencia sobre la importancia de verificar los materiales antes de su utilización en la producción
1st Causa Sistema: Componentes incorrectos	Causa Los operadores están utilizando materiales que no corresponden a las especificaciones del producto.	Causa No se verifica que los componentes en la celda sean los correctos.	Causa Solo se toman del rack sin verificar que la etiqueta en el rack y el componente físicamente correspondan.	Causa No se encuentran correctamente identificados los componentes del rack.	Causa Raíz Falta de un sistema de control de inventarios y etiquetado adecuado.
Definición de Acciones Correctivas					
N°	Acciones				
1	Sensibilizar a los trabajadores sobre el impacto negativo de utilizar materiales incorrectos.				

Fuente: Propia.

Factor 6. Estaciones de trabajo (mesas de ensamble, tampografía, crimpadora, etc.) desordenadas.

Tabla 24 Análisis 5 por qué estaciones de trabajo desordenadas.

Análisis 5 Por qué (Why)					
1st Causa Ocurrencia: Estaciones de trabajo desordenadas.	Causa Las herramientas y materiales no se guardan en los lugares correctos después de usarlos.	Causa No existe una cultura de responsabilidad individual sobre el orden en la estación de trabajo.	Causa No han sido sensibilizados sobre la importancia del orden y cómo impacta en su productividad.	Causa No se ha dado prioridad a la formación sobre organización y orden	Causa Raíz Falta de formación en los operadores sobre la importancia de mantener el orden en sus estaciones de trabajo.
1st Causa Detección: Estaciones de trabajo desordenadas.	Causa No se realizan inspecciones regulares o monitoreo del área de trabajo.	Causa No se han implementado sistema para verificar que la celda este en orden.	Causa No se ha dado prioridad a la organización y orden en la celda.	Causa	Causa Raíz Falta de monitoreo en la celda para verificar el orden.
1st Causa Sistema: Estaciones de trabajo desordenadas.	Causa Los operadores no mantienen los materiales utilizados en su lugar.	Causa Los operadores no son conscientes del impacto negativo del desorden	Causa No han sido sensibilizados sobre la importancia del orden y cómo impacta en su productividad.	Causa	Causa Raíz Falta de formación en los operadores sobre la importancia de mantener el orden en sus estaciones de trabajo.
Definición de Acciones Correctivas					
N°	Acciones				
1	Establecer un proceso de inspección para mantener el orden.				

Fuente: Propia.

Con los diagramas mostrados anteriormente se pudo evaluar cuál es la causa raíz de cada uno de los factores que intervienen en los defectos que se presentan diariamente, dentro de la mayoría de los diagramas realizados se puede notar que el desorden y la desorganización de las celdas provocado por los mismos operadores ocasiona en su mayoría la aparición de los defectos al no mantener sus estaciones de trabajo limpias y ordenadas además de no contar con un sistema de identificación para mantener los componentes en orden y la constante inspección para verificar que las celdas permanezcan limpias.

5.3 Implementar y evaluar un plan de mejora en la celda 6 de la plataforma DT.

En las ilustraciones 38, 39, 40 y 41 se muestra un antes de la implementación de las 5's donde se encuentra el *rack* y componentes desordenados.

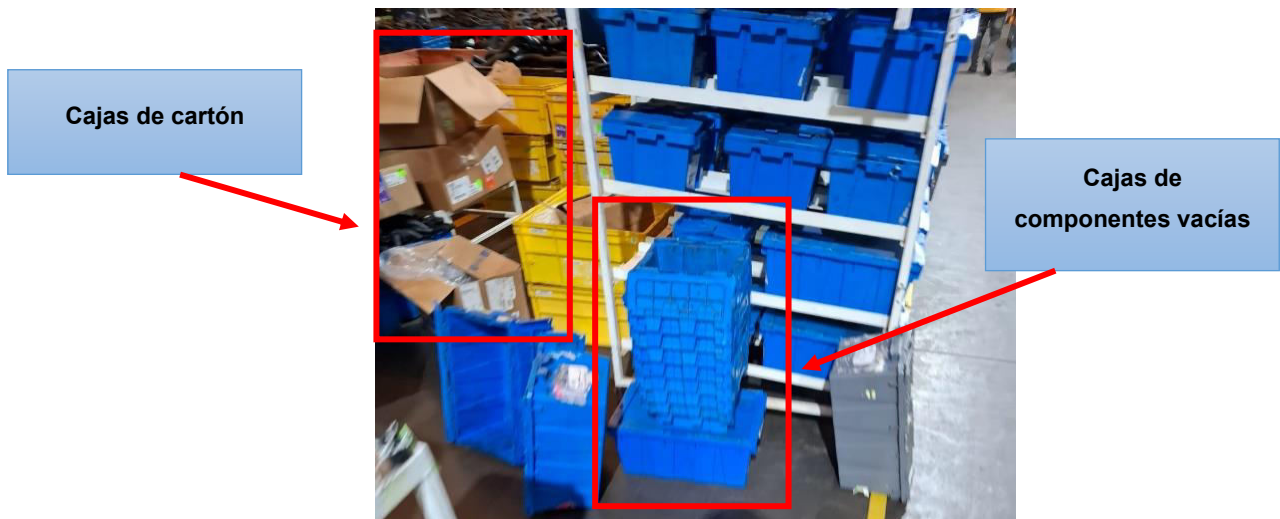


Ilustración 38 *Rack de componentes antes.*

Fuente: Propia.

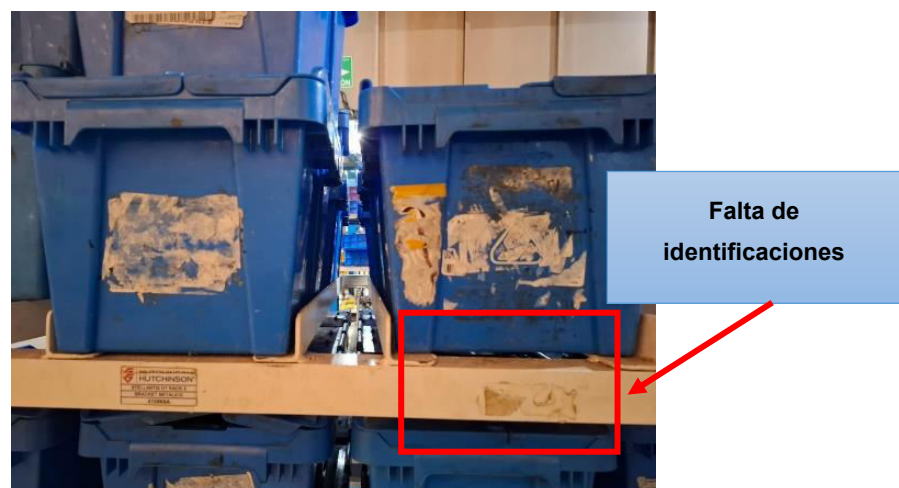


Ilustración 39 *Rack de componentes antes.*

Fuente: Propia.



Ilustración 40 *Rack de componentes antes.*

Fuente: Propia.

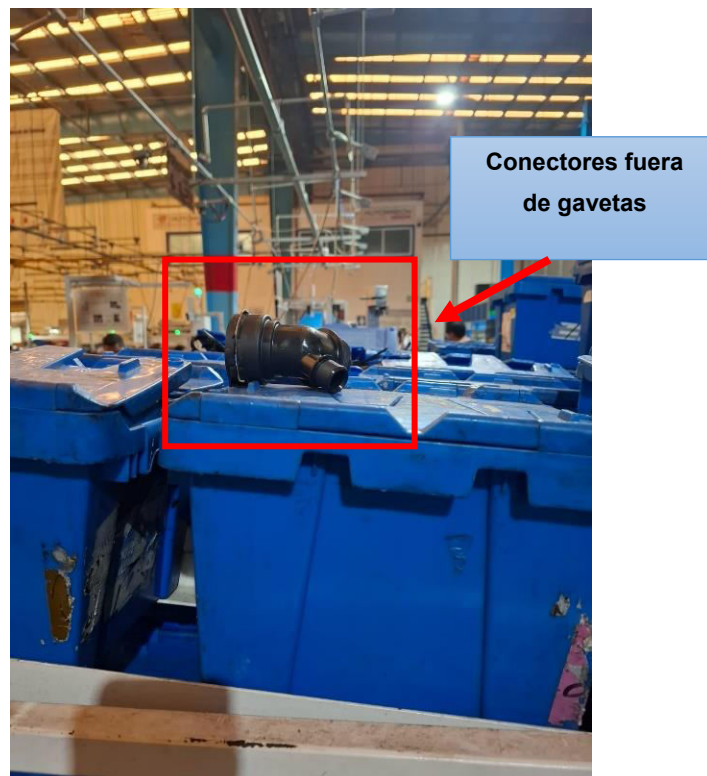


Ilustración 41 *Rack de componentes antes.*

Fuente: Propia.

En la ilustración 42 se muestra evidencia de los conectores que se encontraban en cajas que no correspondían los cuales fueron colocados en gavetas azules adecuadas para finalmente ser reacomodados en el *rack*.



Ilustración 42 Componentes reacomodados.

Fuente: Propia.

Como primer paso se realizó una clasificación de los componentes que pertenecían a las celdas que suministra el *rack*. Retirando todos los elementos incensarios en el área de trabajo, cabe mencionar que se hizo una limpieza de componentes obsoletos o en mal estado que aún se encontraban en la celda, además se separaron conectores revueltos que se encontraban juntos en una caja como se muestra en la ilustración 43.



Ilustración 43 Conectores revueltos.

Fuente: Propia.

Una vez realizada esta selección se ordenaron las gavetas de manera que fuera más útil y rápido para los operadores encontrar los componentes.

En la ilustración 44 se muestra un después del reacomodo del *rack* con los componentes ordenados, una vez que se implementaron las primeras 3's.



Ilustración 44 Rack de componentes después.

Fuente: Propia.

Como tercer paso se verificó que la celda específicamente estaciones de trabajo se encontrara libre de polvo, suciedad y basura para evitar contaminación en las mangueras y defectos, las maquinas fueron limpiadas y ordenadas correctamente como se muestra en las ilustraciones 45 y 46.

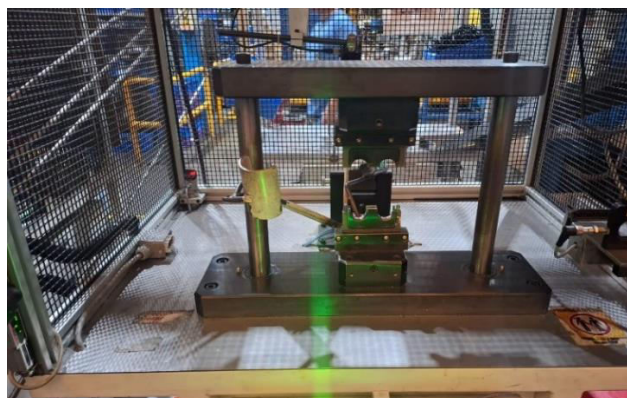


Ilustración 45 Estaciones de trabajo limpias.

Fuente: Propia.



Ilustración 46 Estaciones de trabajo limpias.

Fuente: Propia.

Para llevar documentado el proceso de limpieza se propuso implementar un registro semanal de limpieza como se muestra en la tabla 25. Con esta ficha los operadores podrán registrar la fecha en que se llevó a cabo una tarea de limpieza, por quien fue realizada y comentarios adicionales, además los responsables del área llevarán un control más adecuado acerca del orden y limpieza de la celda. Debido al tiempo de implementación del proyecto no se logró oportunamente la implementación de la ficha sin embargo como se mencionó anteriormente se dio la propuesta para su utilización en un futuro.

Tabla 25 Formato ficha de registro de limpieza.

		FICHA DE REGISTRO DE LIMPIEZA		Mes
Área:		Plataforma:		Celda:
Fecha	Actividad realizada	Realizada por	N° de nomina	Comentarios

Fuente: Propia.

El objetivo de la ficha de registro es documentar y supervisar las acciones de limpieza que se llevan a cabo en la celda periódicamente, esta herramienta sirve para garantizar que se completan las tareas de limpieza de manera efectiva y eficiente.

Una vez implementadas las 3's anteriores se realizaron pláticas y capacitaciones al personal de producción para difundir información relacionada a los procedimientos de las 5's y su implementación como se muestra en la ilustración 47, acerca de la importación de la metodología 5's y como mantenerla para fomentar un entorno de trabajo limpio y ordenado con la finalidad de reducir los defectos en las mangueras.

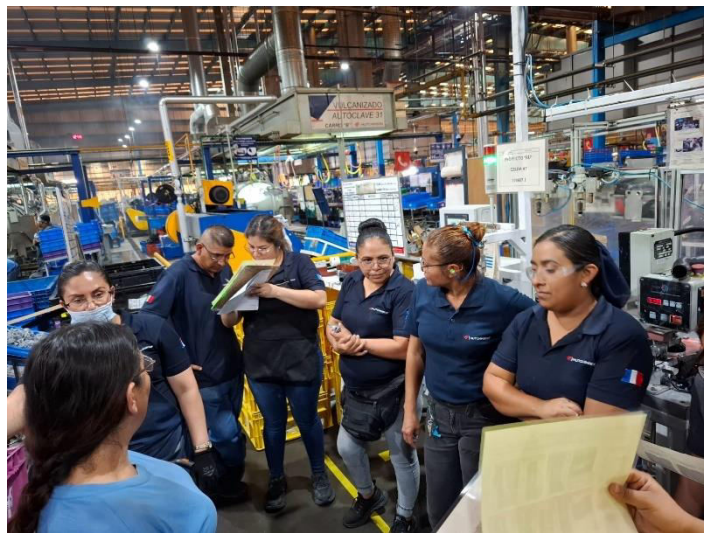


Ilustración 47 Difusión de información de 5's.

Fuente: Propia.

Por otro lado, se propone colocar una ayuda visual llamativa y fácil de entender por los operadores, sobre la implementación de la metodología como se muestra en la ilustración 48, con la finalidad de que los empleados recuerden la importancia de utilización de esta metodología y la apliquen en su entorno de trabajo.

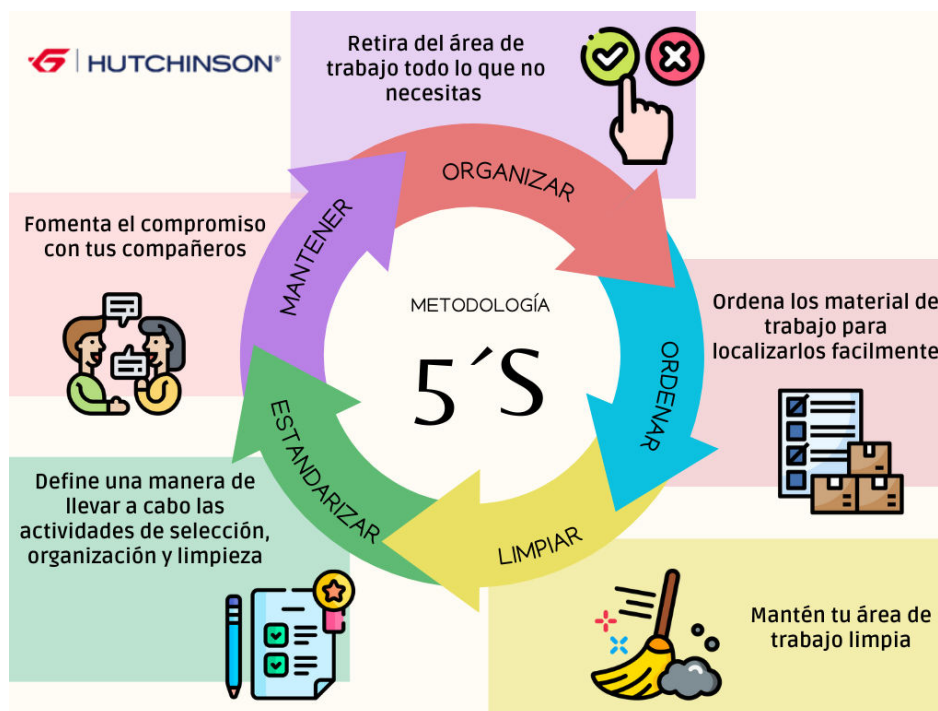


Ilustración 48 Control visual 5's.

Fuente: Propia.

Para verificar el cumplimiento de las 5's correctamente se realizó la propuesta al área de calidad realizar inspecciones periódicas, para llevar un control sobre el cumplimiento de las normas establecidas. Mediante un *check list* mostrado a continuación en la tabla 26. La auditoría se llevó a cabo 1 semana después de la implementación de las 5's para verificar que se cumplieran, sin embargo, como se mencionó se realizó la propuesta de continuar con su evaluación cada cierto tiempo.

Tabla 26 Check list de 5's.

		CHECK LIST 5'S		
Área:		Celda/Plataforma:		Fecha:
N°	Pregunta	Si	No	Comentarios
Seiri (Clasificación)				
1	¿Se han eliminado todos los elementos innecesarios de la estación de trabajo?	☒	☐	
2	¿Los objetos innecesarios o fuera de lugar han sido eliminados o reubicados correctamente?	☒	☐	
3	¿Se mantiene un proceso de revisión regular para identificar elementos innecesarios?	☒	☐	Actualmente se inició con la evaluación periódica.
Seiton (Ordenar)				
4	¿Los materiales y componentes están ordenados de manera adecuada?	☒	☐	
5	¿Se utilizan contenedores correctos para el almacenamiento de materiales y componentes?	☒	☐	
6	¿Las herramientas y materiales de trabajo están fácilmente accesibles y bien distribuidos?	☒	☐	
Seiso (Limpiar)				
7	¿Se mantiene el área de trabajo limpia y libre de suciedad y residuos?	☒	☐	
8	¿El equipo y las herramientas se limpian regularmente?	☒	☐	
9	¿Se realizan inspecciones periódicas para detectar áreas sucias o dañadas?	☒	☐	

Seiketsu (Estandarizar)				
10	¿Se utilizan instrucciones visuales para guiar a los empleados en la implementación de las 5's?	☐	☒	Se recomienda la implementación de la ayuda visual.
11	¿Se realizan pláticas periódicas para fomentar el cumplimiento de las 5's?	☒	☐	
Shitsuke (Mantener)				
12	¿Se realizan inspecciones periódicas para verificar el cumplimiento de las 5's?	☒	☐	Se recomienda la aplicación de la ficha de registro de limpieza para llevar un mayor control.

Fuente: Propia

Con el reacomodo del *rack* de componentes que abastece a la celda 6 y demás celdas involucradas se logró observar una disminución notable en los defectos registrados en los meses de noviembre, diciembre y enero. En la tabla 27, se muestra los registros de los defectos presentados después de la implementación de la metodología de las 5's.

Tabla 27 Defectos presentados en la celda 6: noviembre a enero,

FECHA	N. P	DEFECTO	CANTIDAD PIEZAS NOK	DESTINO	
				RETRABAJO	SCRAP
06/11/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	2		X
07/11/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	1		X
11/11/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	1		X
11/11/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	2	X	
13/11/2024	68564593AA	Tampografía borrosa	6	X	
13/11/2024	68564593AA	Marcas en manguera	1		X
19/11/2024	68564593AA	Falta de clip plástico / metálico (conector)	1	X	
27/11/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	6		X
27/11/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	2		X
03/12/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera larga	4	X	

03/12/2024	68564593AA	Conector girado	3		X
03/12/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	2		X
17/12/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	3	X	
17/12/2024	68564593AA	Conector girado	3		X
04/01/2024	68564593AA	Falta de abrazadera	1	X	
09/01/2024	68564593AA	Falta de abrazadera	1	X	
09/01/2024	68564593AA	Clip fuera de posición	1	X	
15/01/2024	68564593AA	Mal crimpado press ring	1		X
16/01/2024	68564593AA	Distancia de abrazadera corta	1	X	
Total			42	20	22

Fuente: Propia.

Como se observa en la tabla anterior hubo una notable disminución de defectos con respecto a meses anteriores lo que indica que la realización del método 5's fue adecuado, en resumen, como resultado de esta implementación, no solo se mejoró la eficiencia operativa, sino que también contribuyó a una notable disminución en los defectos de las mangueras producidas. Esto se tradujo en un aumento en la satisfacción del cliente y la disminución de retrabajo y de *scrap*.

En la ilustración 49 se muestra una comparación de los defectos antes y después de la aplicación de las 5's y la disminución de los defectos en los últimos meses. En los meses de septiembre y octubre no se tomaron registros debido a que fue el periodo de implementación de la metodología, y se comenzaron a registrar posterior a la implementación.

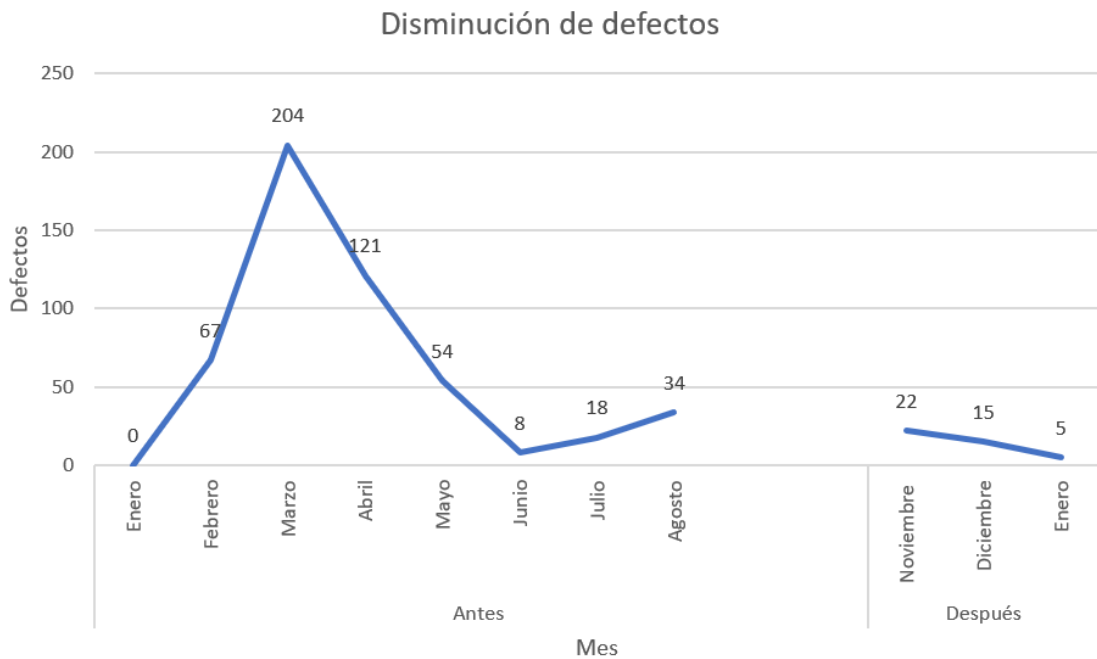


Ilustración 49 Comparativa de defectos.

Fuente: Propia.

Implementación método *Kanban*

El reacomodo y orden del *rack* de componentes en la celda de producción de mangueras es una estrategia eficaz para optimizar el flujo de trabajo y mejorar la eficiencia operativa. Al implementar un sistema de organización que prioriza la accesibilidad y la visibilidad de los materiales, se ha reducido el tiempo dedicado a la búsqueda de componentes, lo que se traduce en un aumento en la productividad general.

De igual manera la implementación de tarjetas *Kanban* en el *rack* de componentes puede ser una estrategia efectiva para optimizar la gestión del inventario y mejorar la eficiencia en el flujo de trabajo. Al introducir un sistema visual y sencillo para controlar el nivel de existencias, se facilita la identificación de componentes que necesitan ser repuestos.

Debido al tiempo limitado de ejecución del proyecto no fue posible observar resultados tangibles inmediatos, sin embargo, se logró llevar a cabo el reacomodo del *rack* de componentes mediante la aplicación de las 5's como se muestra en el formato de la ilustración 44 anteriormente, además se realizaron

las tarjetas *Kanban* dejándose como propuesta con el objetivo de definir un correcto etiquetado de los componentes para su implementación futura.

En la ilustración 50 se muestra un ejemplo de las tarjetas realizadas. Estas acciones sentaron las bases para una mejora en la organización y flujo de trabajo, lo que permitirá evaluar su impacto en el futuro cercano.

Estas tarjetas fueron realizadas con la información correspondiente a cada componente, la cantidad máxima y mínima fue determinada de acuerdo a la cantidad de componentes eran necesarios para la producción por hora de cada número de parte.

 HUTCHINSON®			ID del componente	
Descripción del componente			551675-1	
CONECTOR				
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima	2
	Ubicación		Rack 2	
	Área		Stellantis DT	
	Celda		5	

Ilustración 50 Tarjeta *Kanban*.

Fuente: Propia.

En el **anexo 1** se muestran todas las tarjetas *Kanban* que fueron realizadas, las cuales se espera su futura implementación, ya que esta no fue posible debido al corto tiempo de realización del proyecto.

De igual forma se realizó una propuesta de balaceo de líneas donde se hacen algunas sugerencias con el fin de mejorar la eficiencia y distribución de tareas en el proceso de ensamble.

Se propone la instalación de una mesa adicional para el ensamble de pegado de abrazadera. Esta medida tiene como objetivo lograr un balance adecuado de las actividades entre los operadores, evitando que alguno de ellos quede sin tareas mientras que a otro se le acumula el trabajo.

Actualmente, uno de los operadores se ve con frecuencia sin tareas debido a una distribución desigual del trabajo, lo que genera inactividad en su puesto. Al mismo tiempo, otro operador se ve sobrecargado con la tarea de ensamble de conector y de pegado de abrazadera, lo que genera una presión innecesaria y posibles cuellos de botella en el proceso.

A continuación, se presenta un listado de las sugerencias realizadas:

- Instalación de una nueva mesa de trabajo para el pegado de abrazaderas, permitiendo así dividir la carga de trabajo entre los operadores de manera equitativa, además de agregar una resbaladilla para facilitar el traslado de manguera de la estación de pegado de abrazadera a la mesa de ensamble que se encuentra enfrente.
- Redistribución de las tareas entre los puestos existentes y el nuevo puesto de ensamble, asegurando que cada operador mantenga una carga de trabajo constante y balanceada.
- Monitoreo de los resultados tras la implementación, para asegurar que la distribución de tareas sea efectiva y no genere nuevos desequilibrios en el flujo de trabajo.

En la ilustración 51 se muestra el *layout* realizado a partir de la propuesta de balanceo de líneas mencionada anteriormente.

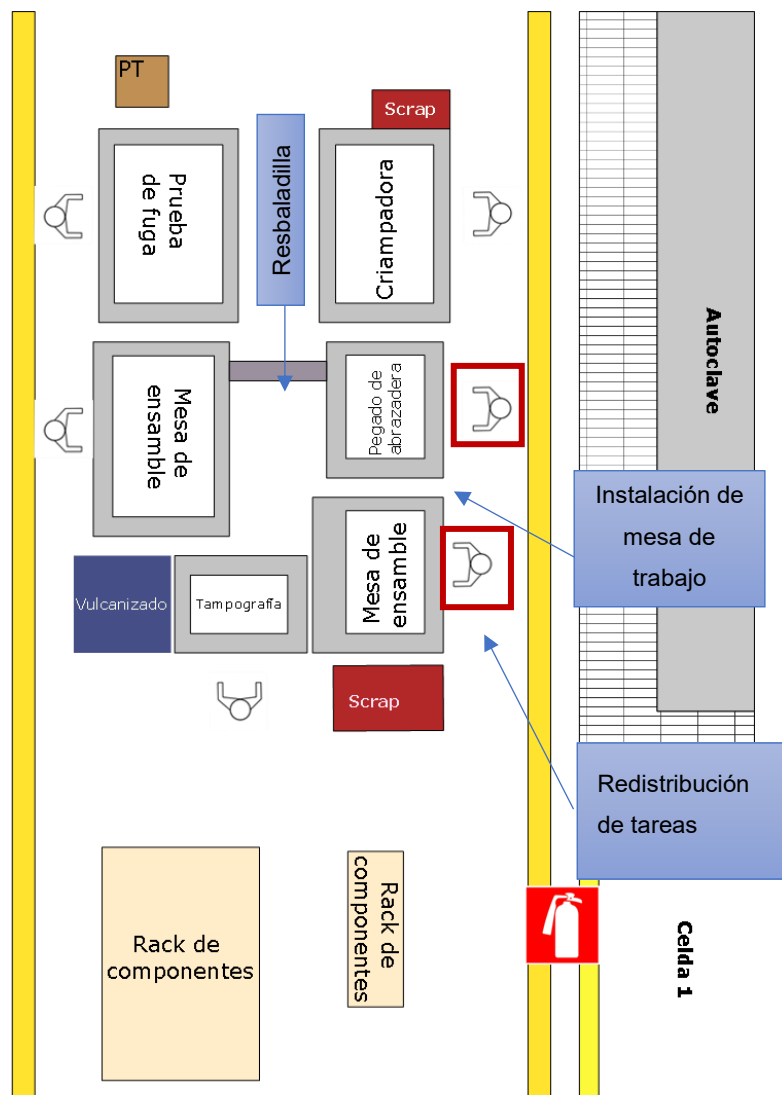


Ilustración 51 Propuesta de balanceo de líneas.

Fuente: Propia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

La identificación de los factores que causan los mayores problemas y que afectan tanto la eficiencia en la celda de producción como la calidad de las mangueras ha sido fundamental para comprender las áreas de mejora dentro del proceso de fabricación. A través de un análisis detallado y la recopilación de información mediante diversas actividades realizadas como el recorrido que se llevó a cabo por la celda durante y después de la producción, así como la elaboración del *layout* y el diagrama de flujo se pudo identificar el proceso que se lleva para la fabricación de las mangueras, mientras que con la auditoría interna y el diagrama de Ishikawa se identificaron áreas de mejora, con todo esto se han identificado varios factores clave que inciden negativamente en el resultado final del producto: Falta de equipos de medición en la celda, material defectuoso, material con rebaba, componentes mal identificados, utilización de componentes incorrectos, componentes revueltos, omisión de ITOS, omisión de *poka-yokes*, distracciones del personal, personal de nuevo ingreso, desorden en la celda, estaciones de trabajo sucias, entre otros.

La evaluación y el análisis exhaustivo de los principales factores que impactan la operación de la celda de producción han permitido identificar diversas oportunidades de mejora que podrían optimizar significativamente la eficiencia y los resultados operativos. A través de este proceso, se han destacado varios aspectos críticos que, al ser abordados, tienen el potencial de generar mejoras sustanciales en los flujos de trabajo, la reducción de tiempos de inactividad y el aumento de la calidad en los productos. El análisis ha revelado que existen variabilidades y cuellos de botella en varios puntos del proceso de producción, lo que ocasiona tiempos de ciclo prolongados. Al optimizar estos procesos y estandarizar las operaciones, es posible reducir los tiempos de producción, aumentar la capacidad de la celda y mejorar la entrega a tiempo de los productos. Además, con el diagrama de Pareto se identificaron los principales factores que afectan la calidad de las mangueras produciendo defectos diarios en ellas, posteriormente con el diagrama de los 5 por qué se pudo identificar la

causa raíz de los factores mencionados anteriormente, pues se llegó a la conclusión de que los factores principalmente son generados debido a la falta de un sistema estandarizado para verificar el orden y limpieza de las celda, así como el orden y la identificación adecuada de todos los componentes que se encuentran en el *rack*.

Finalmente se logró la implementación de la metodología 5's en la celda, sin embargo por el tiempo limitado de la ejecución del proyecto no se lograron observar resultados significativos, sin embargo se propusieron métodos para estandarizar procesos que ayuden a mantener esta metodología en el área de producción como formato de registro de limpieza periódica, además se llevó a cabo la elaboración de las tarjetas *Kanban* quedando como propuesta su implementación en un futuro con el objetivo de ayudar a mejorar el flujo de suministro de componentes así como mantener el *rack* con los componentes bien identificados, permitiendo la facilidad de ser encontrados rápidamente y sin la posibilidad de que los operadores cometan errores por componentes incorrectos.

Recomendaciones

- Es esencial que la alta dirección se comprometa con el cumplimiento de las 5's dentro de toda la planta y que se convierta en un modelo a seguir para toda la organización.
- De igual manera se recomienda que la empresa se enfoque en extender los estudios expuestos en el proyecto para abarcar más temas relacionados a las metodologías de mejora continua, para garantizar la calidad de las mangueras.
- Asignar recursos adecuados, tanto en términos de tiempo como de personal, para asegurar que la implementación de las 5's sea efectiva.
- Monitorear el rendimiento de la metodología 5's para verificar su cumplimiento.
- De igual forma se recomienda colocar en la celda el control visual realizado en la ilustración 47 en el capítulo 5, con el objetivo de ayudar a los operadores a recordar la importancia de mantener las 5's.
- Sensibilizar a los empleados sobre la importancia de su participación activa y el impacto que cada uno tiene en la eficiencia y el ambiente de trabajo.
- Iniciar la implementación de *Kanban* en la celda colocando en el *rack* las tarjetas realizadas, pues es esencial para evaluar cómo funciona el sistema y decidir si es adecuado expandirlo a toda la organización.
- Capacitar a todo el personal en el uso de *Kanban* pues es crucial para garantizar una implementación efectiva.
- Dar seguimiento y recabar datos para conocer los resultados de estas implementaciones.
- Finalmente se recomienda indagar más en el tema del balanceo de líneas para reducir los tiempos de producción y optimizar la celda.

COMPETENCIAS DESARROLLADAS Y/O ADQUIRIDAS

A continuación, se muestran algunas de las competencias desarrolladas y adquiridas a lo largo de la realización del proyecto.

Administración de proyectos

- Desarrolle la habilidad de la organización y gestión del tiempo tanto en la organización para la realización e implementación del proyecto como las actividades asignadas dentro de la empresa.

Productividad humana

- La comunicación efectiva me ayudó a ser capaz de expresar pensamientos y sentimientos de manera clara y asertiva.
- La escucha activa hacia las demás personas, me ayudó a reducir malentendidos y aumentar la claridad en la comunicación.
- Colaboración fomentando un ambiente donde todas las personas del equipo se sintieran cómodas colaborando y compartiendo ideas puede llevar a soluciones más efectivas y duraderas.

Taller de liderazgo

- Liderazgo aprendiendo a manejar y liderar un equipo de trabajo.
- Trabajo en equipo con otras personas con distinta personalidad, compartir responsabilidades y ayudar a resolver problemas en equipo.

Taller de herramientas intelectuales

- Pensamiento crítico analizando la situación desde diferentes ángulos, identificar las causas del conflicto y evaluar posibles soluciones son habilidades que se pueden fortalecer con la práctica.
- Adaptabilidad a diferentes dinámicas de grupo y adaptarse a cambios en las condiciones del proyecto.
- La resolución de conflictos adquiriendo la capacidad de llegar a una solución coherente.

Estudio del trabajo

- Desarrolle la capacidad para analizar y mejorar los procesos productivos con la realización de un balanceo de líneas.

Metrología y normalización

- Desarrolle la capacidad para interpretar correctamente los resultados obtenidos de las mediciones con vernier y escala para traducirlos en información útil para la toma de decisiones, a la hora de identificar defectos y decidir si las piezas son aceptables o no.

Planeación y diseño de instalaciones

- Con la elaboración del *layout* desempeñe la elaboración de planos sobre la celda presentada en el proyecto.

Gestión de los sistemas de calidad

- Para el desarrollo del proyecto e identificación y análisis de problemas desempeñe la habilidad en la realización de herramientas de calidad como Diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto, 5 por qué, estatificación, hojas de verificación, entre otras.

Administración de operaciones

- En la implementación de estrategias y metodologías de mejora continua como 5's, Kanban y balanceo de líneas para reducir defectos y mejorar la eficiencia de los procesos.

FUENTES DE INFORMACIÓN

- Baca, G., Cruz, M., Gutiérrez, J., Baca, G., Cristobal, M., Gutiérrez, J., . . . Obregón, M. (2014). *Introducción a la ingeniería industrial*. México: Grupo Editorial Patria.
- Baena, G. (2014). *Metodología de la investigación*. México: Grupo Editorial Patria.
- Besterfield, D. (2009). *Control de calidad*. Estado de México: Pearson.
- Camisón, C., Cruz, S., & González, T. (2006). *Gestión de la calidad; Conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Prentice Hall.
- Chávez, R. (2022). Propuesta de plan de mejora y optimización de procesos para la empresa ferrocmercial. *Tesis de lincencitura*.
- Cruz, C., Olivares, S., & González, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México, DF: Grupo Editorial Patria.
- Cuatrecasas, L. (2010). *Gestión Integral de la Calidad; Implantación, control y certificación*. Barcelona: Profit editorial.
- Escalante, E. (2008). *Seis-sigma; Metodología y técnicas*. México: Limusa.
- Font, J., & Pasadas del Amo, S. (2016). *¿Que sabemos de? Las encuestas de opinión*. Madrid: Catarata.
- García, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingenieria de métodos y medición del trabajo*. México: MC Graw Hill.
- Gillet-Goinard, F., & Seno, B. (2014). *La caja de herramientas; Control de calidad*. México DF: Grupo Editorial Patria.
- Gómez, S. (2012). *Metodología de la investigación*. Estado de México: Red Tercer Milenio.
- Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México, DF: Mc Graw Hill.
- Gutiérrez, H., & De la Vara, R. (2009). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México DF: Mc Graw Hill.
- Hansen, B., & Ghare, P. (1990). *Control de calidad; Teoría y aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México, DF: Mc Graw Hill.

- Imai, M. (2001). *Kaizen La clave de la ventaja competitiva Japonesa*. México: Compañía editorial continental.
- Ishikawa, K. (1989). *Introducción al control de calidad*. Madrid: Díaz de Santos.
- López, P. (2016). *Herramientas para la mejora de la calidad; Métodos para la mejora continua y la solución de problemas*. Madrid: FC Editorial.
- Martínez, H. (2012). *Metodología de la investigación*. México, DF: Cengage Learning Editores.
- Miranda, F., Chamorro, A., & Rubio, S. (2017). *Calidad y excelencia*. España: Delta, Publicaciones Universitarias.
- Moreano, S. (2021). Plan de mejora del servicio de atención al cliente de la flota vehicular de la empresa Reanting Pichincha. *Tesis de maestría*. Universidad de las Américas, Quito, Quito, Ecuador.
- Muñoz, J., Zapata, C., & Medina, P. (2022). *Lean Manufacturing; Modelos y herramientas*. Pereira, Colombia: UTP.
- Peña, D., Neira, Á., & Ruiz, R. (2016). Aplicación de técnicas de balanceo de línea para equilibrar las cargas de trabajo en el área de almacenaje de una bodega de almacenamiento. *Scientia Et Technica* 21(3), 239-247.
- Peña, S., & Lara, M. (2024). Propuesta de mejora en el proceso de postcosecha de Gypsophila para la empresa Nina Flowers mediante la aplicación de herramientas de lean manufacturing. *Tesis de Maestría*. Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Pérez, L. (2019). *Lean Manufacturing: paso a paso*. Barcelona: Marge Books.
- Publishing, M. (1996). *Gestión de la calidad total*. Madrid: Díaz de Santos.
- Quiñones, M., & Aldana, L. (2011). *Calidad y servicio; Conceptos y herramientas*. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones.
- Rajadell, M., & Sánchez, J. (2010). *Lean Manufacturing La evidencia de una nueva necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Salinas, A. (2004). Métodos de muestreo. *Cincia UANL*, 121.
- SketchUp. (2024). *SketchUp*. Obtenido de Software de diseño 3D | Modelado 3D: <https://sketchup.mx/>
- Socconini, L., & Barrantes, M. (2023). *Manual práctico de las 5's para ganar en calidad y productividad*. Barcelona: Marge Books.

- Suárez, M. (2019). *El Kaizen-Coaching Un método para mejorar la calidad de vida de las personas*. San Andrés Cholula, Puebla: Fundación Universidad de las Americas Puebla.
- Torres, J. (2020). Propuesta de mejora para un proceso productivo con el uso de herramientas Lean en una empresa de exhibidores. *Tesis de pregrado*. Universidad de las Américas, Quito, Ecuador.
- Verdoy, J., Mateu, J., & Sagasta, S. (2006). *Manual de control estadístico de calidad: teoría y aplicaciones*. Universitat Jaume I.
- Zárate, J., Meza, S., & Jaramillo, J. (2014). *Gestión y estadística en el control de calidad*. México, DF: Grupo editorial exódo.

GLOSARIO

Manguera: Componente flexible utilizado en vehículos para transportar fluidos, principalmente refrigerante.

Celda de producción: Estructura organizativa utilizada en la manufactura y producción industrial, donde un grupo de trabajadores, máquinas y equipos se agrupan de manera eficiente para producir un conjunto de productos

Rack: Estructura o sistema de almacenamiento utilizado para organizar, almacenar y soportar objetos, mercancías o equipos de manera ordenada y accesible.

Gavetas: Compartimiento o cajón que se utiliza para almacenar o guardar objetos de manera ordenada.

Componentes: Elementos esenciales para asegurar que la manguera funcione correctamente y se conecte de manera segura a los diferentes sistemas del vehículo.

DT: Plataforma de vehículos desarrollada por el grupo automotriz *Stellantis*.

ITOS: Indicadores de Trabajo Operacional" o también conocidas como Indicadores de Tareas Operacionales, que se utilizan en el ámbito de la gestión y la optimización de procesos en las empresas.

Poka Yokes: Término japonés que se traduce como "a prueba de errores". Es una técnica utilizada en la gestión de calidad y en la manufactura para prevenir errores humanos durante el proceso de producción

Layout: disposición o diseño de los elementos dentro de un espacio determinado, con el objetivo de organizar de manera eficiente y funcional esos elementos.

Vulcanizado: Proceso químico que se utiliza para mejorar las propiedades de ciertos materiales, especialmente el goma o hule, mediante la aplicación de calor.

Terminado: Proceso final de fabricación donde se realizan los acabados y detalles necesarios para que las mangueras estén listas para su uso. Esto puede incluir la instalación de conectores, abrazaderas, fundas, etc., además de pruebas de calidad para asegurar que no haya fugas, y el etiquetado adecuado.

Abrazaderas: Dispositivos utilizados para asegurar y fijar las mangueras a diferentes componentes del vehículo. Su función principal es mantener las mangueras en su lugar y evitar fugas de fluidos.

Conectores: Componentes que permiten unir las mangueras a otros elementos del sistema. Su función principal es garantizar una conexión segura y estanca, evitando fugas de fluidos, como lo es el refrigerante.

Fundas: Revestimientos que se colocan sobre la superficie exterior de las mangueras para proporcionarles protección adicional. Estas fundas pueden estar hechas de diversos materiales, como tela, plástico o goma, y su función principal es proteger las mangueras de factores ambientales y mecánicos que podrían dañarlas.

Anillos: Son componentes que se utilizan para asegurar la conexión entre las mangueras y los conectores o componentes del sistema.

Crimpado: Proceso de unión que se utiliza para asegurar los extremos de las mangueras a sus conectores. Este proceso implica el uso de una herramienta llamada “crimpadora” que aplica presión para deformar el conector y fijarlo firmemente a la manguera.

Prueba de fuga: Equipo o instalación utilizada para detectar, identificar y verificar fugas en sistemas, componentes o productos que requieren estar herméticamente sellados o contener algún fluido.

Tampografía: Equipo utilizado en el proceso de impresión conocido como tampografía, que permite transferir una imagen o diseño sobre una superficie de manera precisa.

Estación de trabajo: Espacio específico donde se llevan a cabo las últimas etapas del proceso de producción de mangueras.

Número de parte: Código único asignado por el fabricante que identifica de manera específica ese componente.

Scrap: Material sobrante o desperdicio de metal, plástico, papel u otros materiales en este caso hule o goma que ya no tienen uso inmediato y son desechados.

Retrabajo: Proceso de realizar nuevamente una tarea o corregir un trabajo que no ha cumplido con los estándares de calidad establecidos en su primera ejecución.

Piezas NOK: Piezas no conformes en un proceso de fabricación o producción.

Piezas OK: Hace referencia a aquellas piezas que cumplen con las especificaciones de calidad y las tolerancias establecidas durante el proceso de fabricación, es decir, piezas conformes.

Gage: Herramienta de medición utilizada para verificar las dimensiones, tolerancias, o la calidad de las piezas fabricadas.

FCA: *Fiat Chrysler Automobiles*, grupo de empresas automovilísticas estadounidenses que operaba una variedad de marcas de automóviles como Fiat, Chrysler, Jeep, Dodge, Ram, Alfa Romeo y Maserati.

ANEXOS

Anexo 1. Tarjetas Kanban

Conectores

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551850	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551621	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551845	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551675-1	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551833	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551847	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551845	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551621	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación	Rack 2	
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551675-1	
CONECTOR VDA			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551848	
CONECTOR VDA			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		551675-1	
CONECTOR			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

Anillos

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		132900-28	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		131000-57	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		131000-57	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		132900-28	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		131900-30	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		131900-30	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		131000-30	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		131900-30	
ANILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

Abrazaderas

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		481152-47	
ABRAZADERA POPP			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		481152-19	
ABRAZADERA POPP			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		481152-26	
ABRAZADERA			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		483122-23	
ABRAZADERA CTC			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		481152-47	
ABRAZADERA POPP			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

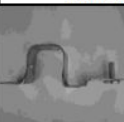
 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		483122-23	
ABRAZADERA CTC			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

 HUTCHINSON®		ID del componente	
Descripción del componente		483121-16	
ABRAZADERA CTC			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima 2
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

Bracket metálico y Grommet

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		415955	
BRACKET METALICO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		415968	
BRACKET METALICO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		415954	
BRACKET METALICO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		202309	
GROMMET			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		202308	
GROMMET			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

Cintillos

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		190008	
CINTILLO DOBLE			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		1434105	
CINTILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		1434170	
CINTILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		1434171	
CINTILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		190008	
CINTILLO DOBLE			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	5	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		1434132	
CINTILLO			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		415956	
CLIP			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	6	

HUTCHINSON		ID del componente	
Descripción del componente		411280	
CLIP			
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima
	Ubicación		
	Área	Stellantis DT	
	Celda	1	

Fitting y sensor de temperatura

HUTCHINSON®			ID del componente	
Descripción del componente			551828	
CONECTOR TIPO REDUCCION				
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima	2
	Ubicación			
	Área		Stellantis DT	
	Celda		6	

HUTCHINSON®			ID del componente	
Descripción del componente			3099143	
SENSOR DE TEMPERATURA				
	Cantidad mínima	1	Cantidad máxima	2
	Ubicación			
	Área		Stellantis DT	
	Celda		6	

Fuente: Propia