

UNEMI

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

REPÚBLICA DEL ECUADOR

UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

PROPUESTA DE MEJORA DE PROCESOS PRODUCTIVOS
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES

TEMA: ANÁLISIS DE LOS PROCESO DE PRODUCCIÓN Y
CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE HOJUELAS
DE PLÁSTICO RECICLADOS PET. PARA ESTABLECER
CAUSAS DE LA PRODUCCIÓN DEFECTUOSA, MEDIANTE LA
METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING-JIDOKA EN LA
EMPRESA DE “PRODUCCIÓN DE HOJUELAS DE PLÁSTICO
RECICLADO” EN GUAYAQUIL – ECUADOR PERIODOS 2022-
2023

AUTOR:

FRANCISCO JAVIER MURGUEITIO MEZA

TUTOR:

ING. LOPEZ BRIONES JOHNNY RODDY, MSC.

MILAGRO NOVIEMBRE - 2024

Derechos de autor

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro

Presente.

Yo, Francisco Javier Murgueitio Meza en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magister de producción y operaciones industriales** como aporte a la Línea de Investigación **Desarrollo productivo** de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Milagro, **20 noviembre 2023**



Firmado electrónicamente por:
**FRANCISCO JAVIER
MURGUEITIO MEZA**

Francisco Javier Murgueitio Meza
0940409402

Aprobación del director del Trabajo de Titulación

Yo **LOPEZ BRIONES JOHNNY RODDY** en mi calidad de director del trabajo de titulación, elaborado por **FRANCISCO JAVIER MURGUEITIO MEZA**, cuyo tema es **ANÁLISIS DE LOS PROCESO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE HOJUELAS DE PLÁSTICO RECICLADOS PET. PARA ESTABLECER CAUSAS DE LA PRODUCCIÓN DEFECTUOSA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING-JIDOKA EN LA EMPRESA DE “PRODUCCIÓN DE HOJUELAS DE PLÁSTICO RECICLADO” EN GUAYAQUIL – ECUADOR PERIODOS 2022-2023**, que aporta a la Línea de Investigación **Desarrollo Productivo**, previo a la obtención del Grado **Magister de producción y operaciones industriales** Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, **20 noviembre 2023**



López Briones Johnny Roddy

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO
DIRECCIÓN DE POSGRADO
CERTIFICACIÓN DE LA DEFENSA

El TRIBUNAL CALIFICADOR previo a la obtención del título de **MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES CON MENCIÓN EN MAGÍSTER EN PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**, presentado por **ING. MURGUEITIO MEZA FRANCISCO JAVIER**, otorga al presente proyecto de investigación denominado "ANÁLISIS DE LOS PROCESO DE PRODUCCIÓN Y CONTROL DE CALIDAD EN LA FABRICACIÓN DE HOJUELAS DE PLÁSTICO RECICLADOS PET. PARA ESTABLECER CAUSAS DE LA PRODUCCIÓN DEFECTUOSA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING-JIDOKA EN LA EMPRESA DE "PRODUCCIÓN DE HOJUELAS DE PLÁSTICO RECICLADO" EN GUAYAQUIL – ECUADOR PERIODOS 2022-2023", las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	55.00
DEFENSA ORAL	37.00
PROMEDIO	92.00
EQUIVALENTE	Muy Bueno



firmado electrónicamente por:
**LUIS EDUARDO SOLIS
GRANDA**

**M.A.E. SOLIS GRANDA LUIS EDUARDO
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL**



firmado electrónicamente por:
**LUIS HENRY TORRES
ORDOÑEZ**

**Mee TORRES ORDOÑEZ LUIS HENRY
VOCAL**



firmado electrónicamente por:
**JESUS ARMANDO
VERDUGO ARCOS**

**Mp-Oi VERDUGO ARCOS JESUS ARMANDO
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL**

DEDICATORIA

Quiero agradecer a Dios por las oportunidades maravillosas que me otorga en mi preparación profesional, a mi padre que me está apoyando desde el cielo quien con su ejemplo me dejó un legado el cual he inculcado en mi vida profesional, a mi hija quién es que le da sentido a mi vida e impulsa a seguir esforzándome profesional y académicamente a mi madre quien es esa persona que siempre me brinda mi lugar de descanso en su regazo, a mis hermanos por motivarme a seguir mejorando.

AGRADECIMIENTO

El agradecimiento infinito a DIOS y a mis padres por todas sus enseñanzas y plantar valores en mí para guiarme de la manera correcta en esta vida. De igual manera agradezco a los docentes y autoridades de la Universidad Estatal de Milagro. A mi tutor Msc. Johnny López Briones también al Ing. Jairo Lecaro por siempre Guiarme en mi carrera profesional brindarme la oportunidad de aplicar estas herramientas de trabajos.

RESUMEN

El proceso de producción en las empresas de reciclaje está cambiando progresivamente, la era del trabajador del conocimiento y de la tecnología los está orientando a crear nuevas herramientas informáticas que mejoren continuamente sus procesos, con la finalidad de simplificar las labores operativas, disminuyendo los errores humanos, obteniendo información oportuna al instante que asegure la confiabilidad de los resultados, es por esta razón que la presente propuesta enmarca en la creación de un método experimental que verifica la realidad del control de la tasa de defectos de producción en línea la gestión de calidad total se ve obligada a relacionarse con herramientas informáticas que ayuden a minimizar los errores, mediante la aplicación de la herramienta LEAN MANUFACTURING y su pilar JIDOKA, es por esta razón que la presente propuesta enmarca en la creación de un método experimental que verifica la realidad del control de la tasa de defectos de producción en línea la gestión de calidad total se ve obligada a relacionarse con herramientas informáticas que ayuden a minimizar los errores, mediante la aplicación de la herramienta LEAN MANUFACTURING y su pilar JIDOKA para encontrar la causa raíz de los mayores problemas en la línea de clasificación de botellas recicladas, proponiendo una cultura en la organización para la detección de contaminantes al instante, deteniendo la producción tras observar un tablero ANDON, corrigiendo el problema de los productos no conformes en ese momento, investigando las causas e implementando las contramedidas para evitar que la no conformidad se repita.

Los datos utilizados en este estudio se basan en una evaluación de campo realizada en la planta de molienda de hojuelas recicladas ubicada en la ciudad de Guayaquil. Además, se han empleado resultados de análisis muestrales estadísticos para el indicador de calidad A B C y R en contenido. Se ha evaluado la variabilidad de este indicador de calidad en los periodos de enero a diciembre de 2022 en comparación con enero a junio

de 2023.

A partir de enero de 2023, se ha implementado un plan de mejora destinado a reducir la tasa de errores relacionados con defectos de calidad en toda la línea de clasificación. Los detalles de estos errores se encuentran adjuntos en los anexos. Esta iniciativa de mejora tiene el potencial de brindar importantes beneficios a la organización al fortalecer sus controles de calidad en el proceso de producción.

Palabras Claves: Calidad, optimización, mejora continua de proceso, sistema de gestión, producción.

ABSTRACT

The production process in recycling companies is changing progressively, the era of the knowledge and technology worker is guiding them to create new computer tools that continually improve their processes, with the aim of simplifying operational tasks, reducing human errors. , obtaining timely information instantly that ensures the reliability of the results, it is for this reason that the present proposal frames the creation of an experimental method that verifies the reality of the control of the production defect rate in line with total quality management is forced to relate to computer tools that help minimize errors, through the application of the LEAN MANUFACTURING tool and its JIDOKA pillar, it is for this reason that this proposal frames the creation of an experimental method that verifies the reality of control. of the defect rate of online production, total quality management is forced to relate to computer tools that help minimize errors, through the application of the LEAN MANUFACTURING tool and its JIDOKA pillar to find the root cause of the biggest problems on the recycled bottle classification line, proposing a culture in the organization for the instant detection of contaminants, stopping production after observing an ANDON board, correcting the problem of non-conforming products at that time, investigating the causes and implementing the countermeasures to prevent non-conformity from recurring.

The data used in this study is based on a field evaluation carried out at the recycled flake grinding plant located in the city of Guayaquil. In addition, results from statistical sample analyzes have been used for the quality indicator A B C and R in content. The variability of this quality indicator has been evaluated in the periods from January to December 2022 compared to January to June 2023.

As of January 2023, an improvement plan has been implemented aimed at reducing the error rate related to quality defects across the entire sorting line. The details of these errors are attached in the annexes. This improvement initiative has the potential to provide

significant benefits to the organization by strengthening its quality controls in the production process.

Keywords: Quality, optimization, continuous process improvement, management system, production.

Contenido

INTRODUCCIÓN	1
Antecedentes de la empresa	4
1. CAPITULO	5
1.1. Planteamiento del problema	5
1.1.1. Identificación del problema	6
1.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	6
1.2.1. Pregunta Problemática (Idea a Defender).....	6
1.2.2. Sistematización del Problema.....	6
1.3. HIPÓTESIS	6
1.4. OBJETIVOS	7
1.4.1. Objetivo General	7
1.4.2. Objetivos Específicos	7
1.5. JUSTIFICACIÓN	8
1.5.1. Justificación Teórica.....	8
1.5.2. Justificación Metodológica.....	8
1.5.3. Justificación Práctica	8
1.6. Alcance o Tipo de Investigación.....	8
2. CAPÍTULO	10
2.1. MARCO TEÓRICO	10
2.2. ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN	10
2.3. MARCO CONCEPTUAL	12
2.3.1. CONTROL DE CALIDAD	12
2.3.2. Proceso administrativo del sistema para la calidad - búsqueda de la mejora permanente.....	13
2.3.3. Proceso Administrativo del Sistema para la calidad	14
2.4. INDICADORES	14
2.5. EFICACIA.....	15
2.6. EFICIENCIA	15
2.7. LEAN MANUFACTURING.....	15
2.8. HERRAMIENTA JIDOKA Y SU APLICACIÓN.....	16
2.8.1. Jidoka – automatización con un toque humano.....	16
2.8.2. Jidoka principios y aplicación	17
3. CAPÍTULO	19
3.1. METODOLOGIA.....	19
3.2. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	19
3.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN.....	19

3.3.1. Análisis Inductivo-Deductivo	19
3.3.2. Población y muestra.....	20
3.3.3. De Campo	20
3.4. FUENTE DE DATOS.....	20
3.4.1. Extracción de los datos	20
3.5. Diagrama Causa-Efecto.....	22
3.6. Procesamiento de información	22
4. CAPÍTULO	23
4.1. ANALISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA	23
4.2. PROPUESTAS DE MEJORAS PARA LA DISMINUCION DE PRODUCTO NO CONFORME	24
4.3. MATRIZ DE CRITICIDAD	25
4.4. ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS	26
4.5. MÉTRICAS E INDICADORES PARA LA OPERACIÓN	27
4.6. DIAGRAMA DE PARETO	28
4.7. APLICATIVO JIDOKA	29
4.8. Pasos funcionamiento del jidoka.....	31
4.9. VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS	32
5. CAPITULO	34
CONCLUSIONES.....	34
RECOMENDACIONES	38
Bibliografía.....	41

INDICE IMAGENES

Imagen 1 Sistema Manejo de la Información	14
Imagen 2 pasos a seguir.....	20
Imagen 3 Recolección de Datos	21
Imagen 4 Preparación de Datos	21
Imagen 5 Diagrama Causa Efecto.....	22
Imagen 6 Diagrama Causa Efecto RECIPLAST	24
Imagen 7 Tendencia de Problemas en el Proceso	28
Imagen 8 Implementación JIDOKA 2023	29
Imagen 9 Cubo de Defectos JIDOKA 2023	31
Imagen 10 Sistema Touch Screen.....	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 KPI'S RECIPLAST.....	15
Tabla 2 Matriz de criticidad RECIPLAST	25
Tabla 3 Propuesta JIDOKA	26
Tabla 4 Evaluación del % De disminución de producto no conforme	27

INTRODUCCIÓN

La interpretación de la calidad en un mundo globalizado se encuentra en un punto crucial para las organizaciones. En el pasado, las empresas solían destinar muchas horas de trabajo a la inspección visual de sus productos terminados al final de la línea de producción. Luego, evolucionaron hacia el diseño de un control de calidad que incorporaba herramientas estadísticas, como los límites de control. Posteriormente, se avanzó en la creación de sistemas de aseguramiento de la calidad que fortalecieron la inspección visual con personal altamente capacitado.

En los años siguientes, la gestión de la calidad total se convirtió en un enfoque fundamental. Esta gestión de calidad total se vio impulsada por la incorporación de herramientas informáticas que ayudaron a agilizar los largos procesos de planificación de tareas. Actualmente, se habla de sistemas de gestión de calidad integrados que abarcan el cumplimiento de requisitos para satisfacer las necesidades de los clientes. En consecuencia, la calidad se encuentra en un proceso constante de mejora en beneficio de todos los involucrados en la aplicación de sus principios en la vida práctica de los procesos.

La empresa ve este cambio como una oportunidad para su crecimiento y la expansión hacia nuevos mercados. La implementación de un sistema de gestión de calidad y la adopción de las normas ISO 9000 han añadido un valor significativo a las operaciones diarias de la compañía. En este contexto, han surgido ideas efectivas que se han convertido en planes de mejora bien definidos, los cuales son cuantificados, registrados y supervisados para asegurar su cumplimiento. Este enfoque ayuda a que todo el personal se alinee con los requisitos y objetivos de la organización.

El próximo enfoque consistirá en introducir un nuevo modelo de conocimiento en la

organización mediante la aplicación de la metodología Lean Manufacturing y su pilar Jidoka (verificación de procesos) en los procesos de producción de esta empresa de reciclaje. Este enfoque se divide en cinco capítulos de la siguiente manera:

EL CAPÍTULO 1, se expone el marco teórico, se detallan los antecedentes del estudio, se presentan los fundamentos teóricos y legales del sistema de gestión de calidad, se abordan conceptos básicos de calidad total, se describen los principios de Lean Manufacturing y se analiza la herramienta Jidoka y su aplicación.

EL CAPÍTULO 2 Se inicia con el análisis de la situación actual de la empresa, ofreciendo una visión general de los procesos de producción. El primer proceso se refiere a la selección de botellas, en el que se utiliza un sistema de bandas transportadoras para llevar a cabo una clasificación manual de las botellas plásticas de diferentes colores. Las botellas que no cumplen con los requisitos son retiradas. A continuación, se emplea un selector óptico para llevar a cabo una separación automática de contaminantes que puedan estar presentes en el proceso. Posteriormente, las botellas pasan al proceso de molienda, donde se reducen de tamaño. Luego, se someten a un sistema de lavado para eliminar la suciedad que se haya adherido o generado durante el proceso.

Después del lavado, se trasladan a un sistema de secado y, finalmente, llegan al área de envasado de las hojuelas de PET.

EL CAPÍTULO 3 Este capítulo incluye la interpretación de los resultados de la investigación, se detallan las fuentes de los datos utilizados, se realiza un análisis de las variables involucradas y se efectúa un análisis estadístico de los defectos con mayor variabilidad en el período comprendido entre enero y diciembre de 2022.

CAPITULO 4, En este capítulo se realiza un análisis conclusivo de los resultados obtenidos. Se examinan las causas y efectos identificados a partir de los datos recopilados. Se elabora una matriz de priorización para los resultados analizados, lo que

permite destacar aquellos aspectos más críticos.

Además, se presenta la distribución de la media frente a la desviación estándar para los defectos en un comparativo de los periodos 2022 y 2023 en cada mes de producción. Se demuestra la validez de las hipótesis planteadas y se evalúa el alcance de los objetivos de la investigación.

CAPITULO 5 En las conclusiones, se resumen los hallazgos más significativos del análisis y se destacan los puntos clave. Se establecen las lecciones aprendidas y se enfatizan las implicaciones de los resultados. Las recomendaciones proporcionadas se basan en los hallazgos y se presentan acciones específicas que la organización puede emprender para abordar los problemas identificados y mejorar sus procesos. Estas conclusiones y recomendaciones son esenciales para guiar las decisiones futuras y la mejora continua de la empresa.

Antecedentes de la empresa

RECIPLAST SA. es una empresa ecuatoriana que se dedica al reciclaje de botellas de plástico PET. La empresa se destaca por ser una pionera en la promoción de una cultura de reciclaje a nivel nacional, contribuyendo a la creación de empleos tanto directos como indirectos. Su principal objetivo es producir materia prima de alta calidad que satisfaga las necesidades de la industria a nivel nacional e internacional. Con su compromiso con el reciclaje, la empresa. desempeña un papel importante en la preservación del medio ambiente y en el fomento de prácticas sostenibles.

La empresa está firmemente comprometida con contribuir al desarrollo del país al reducir la dependencia de las importaciones y al fomentar la economía circular a nivel nacional. Su enfoque en el reciclaje y la producción de materia prima de calidad tiene un impacto positivo en la autosuficiencia y sostenibilidad de la economía local, al mismo tiempo que promueve prácticas responsables con el medio ambiente. Este compromiso refleja su contribución a un futuro más sostenible y próspero para el país.

Esta iniciativa de mejora tiene el potencial de brindar beneficios significativos a la organización al fortalecer sus controles de calidad y el proceso de producción. Se basa en datos numéricos que respaldan el proceso de toma de decisiones y la mejora continua de los procesos. Esto garantiza que las acciones emprendidas estén respaldadas por evidencia concreta, lo que aumenta la probabilidad de éxito en la búsqueda de una producción más eficiente y de mayor calidad.

Además, el objetivo de la investigación es reducir el indicador del porcentaje de producto no conforme en la línea de producción en al menos un 5% al comparar los datos de los periodos de 2022 y 2023. Esto implica un enfoque claro en la mejora de la calidad y la eficiencia de la producción.

1. CAPITULO

ANÁLISIS DEL PROBLEMA.

1.1. Planteamiento del problema.

El proceso de producción de hojuelas PET reciclado registra un alto número de errores por defectos, los cuales son documentados diariamente en una lista de control de calidad. Los analistas de control de calidad ingresan los productos no conformes en un archivo Excel para asegurar la revisión final del producto terminado. Este archivo es entregado por correo electrónico a las distintas áreas de la organización un día después y se realiza un comparativo mensual con los meses anteriores. Al finalizar cada mes, se genera un plan de acción correctivo para el mes siguiente. Sin embargo, la información es tratada bastante tarde.

Aspectos encontrados en los procesos:

- Los controles de calidad se efectúan exclusivamente en el producto terminado al final de la línea de producción, en el área de envasado.
- Se nota que los analistas no completan todos los campos previstos en los casilleros, lo que da lugar a inconsistencias en la información del control real de la producción.
- Se observa que los analistas ingresan la información total del día al finalizar su turno, esto se debe a que evitan errores de escritura y registran la información una sola vez en los registros controlados. Sin embargo, esta práctica puede resultar en omisiones de información debido al olvido por parte de los analistas.
- Los sistemas de indicadores muestran un control mensual de los defectos en los procesos. Este control se lleva a cabo una vez que se recopila toda la información del archivo Excel al comienzo de cada mes.
- La información recopilada por el supervisor de planta no posibilita la generación inmediata de análisis de causas y efectos que permitan tomar decisiones oportunas.
- Problemas con identificación de materias primas

Hay un control deficiente para la identificación y seguimiento de factores humanos, maquinaria, materiales y métodos de trabajo que permitan detectar la trazabilidad de la generación de errores desde su origen.

1.1.1. Identificación del problema:

Como resultado de los análisis en los diagramas de causas y efectos y la identificación de los procesos a ser revisados mediante el método de Pareto se establece que existe un incremento en el índice de errores por defectos en la fabricación de las hojuelas PET reciclado provocando una disminución en la producción y productividad en la empresa.

1.2. SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Pregunta Problemática (Idea a Defender):

¿De qué manera el análisis de los procesos y de control de calidad permitirán disminuir la tasa de errores en la producción en la elaboración de hojuelas PET RECICLADO?

1.2.2. Sistematización del Problema:

- ¿Existe un registro histórico de los defectos relacionados con la calidad?
- ¿Cuáles son los factores representativos de los procesos de producción que originan defectos?
- ¿Cuáles ventajas se derivan de la medición de la tasa de errores debidos a defectos de calidad?

1.3. HIPÓTESIS

la presente tesis pretende probar la siguiente hipótesis:

“La implementación de la metodología Jidoka tiene como objetivo reducir la tasa de errores en los procesos productivos y lograr una mejora continua en la calidad durante la fabricación de hojuelas de PET reciclado en una empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil. Con Jidoka, se busca identificar y abordar las causas

fundamentales de los errores en tiempo real, permitiendo correcciones inmediatas y facilitando un proceso de producción más eficiente y libre de defectos. Esta metodología no solo se centra en la detección temprana de problemas, sino que también promueve la autonomía de las máquinas y los operadores para tomar medidas correctivas, contribuyendo así a la optimización y perfeccionamiento constante de la calidad del producto final.

- Variable dependiente: tasa de errores en los procesos.
- Variables independientes: procesos de control de calidad (área de clasificación).

1.4. OBJETIVOS.

1.4.1. Objetivo General

El objetivo es evaluar la influencia de fallos en la fabricación, particularmente en los procesos de control de calidad relacionados con la producción de hojuelas de PET reciclado, a través de la implementación de la metodología Jidoka. Este enfoque implica analizar y abordar de manera proactiva cualquier irregularidad o defecto que surja durante la producción. Al aplicar Jidoka, se busca mejorar la eficacia del control de calidad al permitir la detección inmediata de problemas y la toma de medidas correctivas en tiempo real. Este análisis tiene como objetivo no solo identificar las causas de los fallos, sino también establecer medidas preventivas para garantizar la calidad continua del producto

1.4.2. Objetivos Específicos

- Analizar datos previos sobre los defectos de calidad con el propósito de identificar áreas de mejora en los procesos de producción.
- Identificar los elementos significativos de la situación actual en los procesos de producción que originan defectos en la calidad.
- Evaluar la tasa de errores debidos a defectos de calidad en tiempo real y abordar los problemas desde su origen.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Se procede a realizar la justificación considerando las siguientes dimensiones:

1.5.1. Justificación Teórica

El análisis de la tasa de errores relacionados con defectos, utilizando la metodología Jidoka, nos permitirá de manera automatizada que ocurren en cada fase del proceso desde el instante en que se origina la falta de conformidad en la línea de clasificación. El modelo de gestión Lean Manufacturing se enfoca en la mejora constante de la calidad de los productos, persiguiendo siempre la meta de cero defectos mediante el análisis de los problemas desde su causa fundamental en su punto de origen.

1.5.2. Justificación Metodológica

Esta tesis tiene como objetivo poner a prueba la hipótesis de que, a través de la implementación de la automatización Jidoka en el proceso de producción, es posible mejorar los resultados medidos por el departamento de control de calidad en la producción de hojuelas PET RECICLADO y, como resultado, reducir la tasa de errores relacionados con defectos en los procesos de producción.

1.5.3. Justificación Práctica

El objetivo de este análisis es identificar y sugerir la reducción del porcentaje de defectos en los procedimientos de producción necesarios para la fabricación de hojuelas PET RECICLADO. Simultáneamente, se busca establecer un sistema automatizado de control de calidad que proporcione información oportuna para la toma de decisiones, utilizando herramientas informáticas.

1.6. Alcance o Tipo de Investigación

La investigación actual se concentra en la reducción de errores en la producción de hojuelas PET RECICLADO, que ocasionan la elaboración de productos defectuosos en una empresa de Guayaquil, Ecuador. Para alcanzar este objetivo, se aplicará la

herramienta de gestión Jidoka, la cual tiene como finalidad mejorar los indicadores de producto conforme.

Los resultados y enfoques de esta investigación pueden ser aplicados en cualquier planta industrial de reciclaje de botellas PET. Además, esta investigación permitirá apertura nuevas investigaciones relacionadas y abordar los problemas existentes en:

a) Fuente de Datos Primarios

- Documentos autorizados
- Sistema de Información
- Indicadores de calidad
- Sistema ERP

b) Fuente de Datos Secundarios

- Datos de la competencia de involucrados
- Tratamiento de información
- Histogramas

2. CAPÍTULO

2.1. MARCO TEÓRICO

2.2. ESTADO DEL ARTE DE LA INVESTIGACIÓN

En la presente investigación se ha considerado varios autores que mencionan la metodología Jidoka:

(E, 2007) en su tesis de licenciatura Aplicación de la metodología seis sigmas y lean manufacturing para la reducción de costos, en la producción de jeringas hipodérmicas desechables, Nos manifiesta que Lean Manufacturing es una filosofía que se centra en suprimir lo improductivo de los procesos con la finalidad de aumentar los índices de productividad y la capacidad de la empresa para competir con éxito en el mercado obteniendo buenos resultados, el objetivo de esta metodología es plantear mejoras en los procesos a través de la ponderación de la cadena de valor, el implementar herramientas de calidad e indicadores macro.

(Manuel Rajadell, 2010) indica que lean manufacturing tiene por propósito mejorar y disminuir las pérdidas en los procesos, por medio de herramientas (TPM, 5S, ESMED KANBAN KAIZEN HEINJIUNKA JIDOKA, etc. Que tienen su origen fundamentalmente en Japón, la utilización de lean manufacturing tiene como consecuencias prevenir errores creando filosofías en la mejora continua el control total de calidad. La disminución de pérdidas generadas en los procesos y el aprovechamiento de todo el potencial a lo largo de la cadena de valor y la participación de los trabajadores de producción.

(Cantu, 2011) En su libro desarrollo de una cultura de calidad nos enfoca en que Las empresas están haciendo esfuerzos para mejorar su eficiencia en sus actividades y obtener beneficios a través de la decisión del consumidor. La nueva cultura corporativa utiliza los recursos disponibles para ser competitiva. Ser competitivo no solo significa atraer a accionistas, empleados y clientes, sino que también implica satisfacer las demandas de los consumidores en cuanto a calidad, precio y tiempo de respuesta. Además, el consumidor exige una mayor responsabilidad social de las empresas.

(Tejeda, 2011) en su artículo Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos. Nos argumenta que la aplicación de Lean Manufacturing (LM) emerge para dar un cambio de mejoras en los sistemas productivos. Es una ideología de trabajo

que plantea lograr mayores beneficios utilizando menos recursos. Ha sido aplicado a muchos sectores tanto de producción y servicios obteniendo grandes resultados.

(Ulloa-Enríquez, 2012) Un sistema de gestión de calidad engloba la salud y seguridad en el trabajo y a la calidad ambiental, bajo. Los requerimientos de mercado, las condiciones que imponen los consumidores y la conexión con los mercados; hacen fundamental que las empresas manufactureras y de servicios deban incorporar y cumplir con estándares internacionales, tanto en calidad del producto, del medio ambiente, la salud y seguridad laboral.

(Markbury, 2012) nos indica que el Dr. James Womack fue el que introdujo por primera vez el término esbelto (lean), con la publicación de su libro que cambió el mundo basado en estudios de producción Toyota. Los conceptos esbeltos y Lean Manufacturing buscan mejoras en el diseño operacional.

(Lane, 2012), contemplan que la implementación del Jidoka es el punto inicial entre la cadena de valor de una empresa donde se busca que producción y calidad se encuentren en la inspección directa. La no aplicación del Jidoka en las empresas posee consecuencias que no permiten satisfacer las necesidades en la mejora de procesos.

(Azevedo*, 2013) En realidad, "Jidoka" se relaciona a la automatización, pero con la integración de inteligencia y habilidades humanas en la máquina. Este concepto se originó en el siglo XX cuando el fundador de Toyota creó un telar que podía detenerse automáticamente cuando se rompía un hilo, lo que representa el verdadero significado de "Jidoka".

(Cantos, 2018). En su artículo Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad publicado en la revista Espacios, manifiesta que la calidad total y la cultura del mejoramiento continuo son metas organizacionales que permiten aportar una mayor complacencia al usuario de un sistema o servicio, en el ámbito de sus políticas organizacionales. La implementación de un sistema de control de Calidad tiene un papel innovador concediendo un valor agregado al servicio, con su conmovición en la eficiencia organizacional, mejoramiento continuo, control o reingeniería de procesos y optimización de recursos, mejorando el desempeño y productividad.

(JochenDeusel, 2020) En su artículo nos referencia que Jidoka es un término japonés que se refiere a la "automatización inteligente o autónoma". Esta técnica busca

formar ciclos de control de ejecución independiente para inspeccionar el proceso de manufactura y percibir anomalías, previniendo la propagación de errores. Se emplean sensores o principios mecánicos que permiten la rectificación autónoma del proceso en caso de defecto. Al detener el proceso, se crea presión para actuar y eliminar la causa del problema, lo que ayuda a crear un proceso sin fallas y permite al empleado operar o monitorear varias máquinas simultáneamente.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. CONTROL DE CALIDAD

(Murillo Ortega, 2004) Definitivamente, implementar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en una empresa es fundamental para fomentar una cultura de calidad y mejorar su desempeño global. Un SGC ayuda a establecer estándares, procesos y procedimientos que permiten a la empresa cumplir con los requisitos de calidad, satisfacer las necesidades de los clientes y buscar la mejora continua en todos los niveles de la organización.

El enfoque en la calidad implica varios aspectos clave:

- **Estandarización de procesos:** Establecer procedimientos y estándares claros para cada etapa de la operación empresarial con el fin de garantizar la consistencia y calidad en la entrega de productos o servicios.
- **Mejora continua:** Promover una mentalidad de mejora constante, donde se identifiquen áreas de oportunidad y se implementen cambios para optimizar continuamente los procesos y resultados.
- **Control de procesos:** Monitorear y controlar los procesos para identificar desviaciones y corregirlas a tiempo, evitando problemas y manteniendo altos estándares de calidad.
- **Desarrollo del talento humano:** Invertir en el desarrollo profesional y personal de los empleados, capacitándolos y empoderándolos para desempeñar un papel

activo en la mejora de la calidad.

El concepto de la cadena de valor, popularizado por Michael Porter, se refiere a la secuencia de actividades que una empresa lleva a cabo para diseñar, producir, comercializar, entregar y dar soporte a su producto o servicio. Este concepto se puede usar en el contexto de un SGC para identificar y analizar los procesos que agregan valor real al producto o servicio final. Al modelar la cadena de valor, se busca comprender mejor cómo cada etapa contribuye al producto final y dónde se pueden realizar mejoras para aumentar la eficiencia y calidad.

En resumen, la implementación de un SGC, la atención a la cadena de valor y la búsqueda constante de la mejora son elementos esenciales para que las empresas mantengan altos estándares de calidad, satisfagan a sus clientes y se mantengan competitivas en un mercado en constante cambio. En efecto, el alcance y la profundidad del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) dentro de una organización impactan directamente en los beneficios y resultados que se pueden obtener. La decisión de la alta dirección sobre el alcance del SGC determinará cómo se aborda la calidad en la empresa.

2.3.2. Proceso administrativo del sistema para la calidad - búsqueda de la mejora permanente

(Duran, 1992) Exactamente, la filosofía de mejora continua se basa en la idea de que para lograr mejoras significativas y sostenibles en la calidad, es crucial adoptar un enfoque sistemático y cíclico. El ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) es un modelo de gestión desarrollado por el reconocido experto en calidad, W. Edwards Deming, y es una metodología fundamental en la implementación de la mejora continua.

El ciclo PDCA se compone de cuatro etapas interrelacionadas:

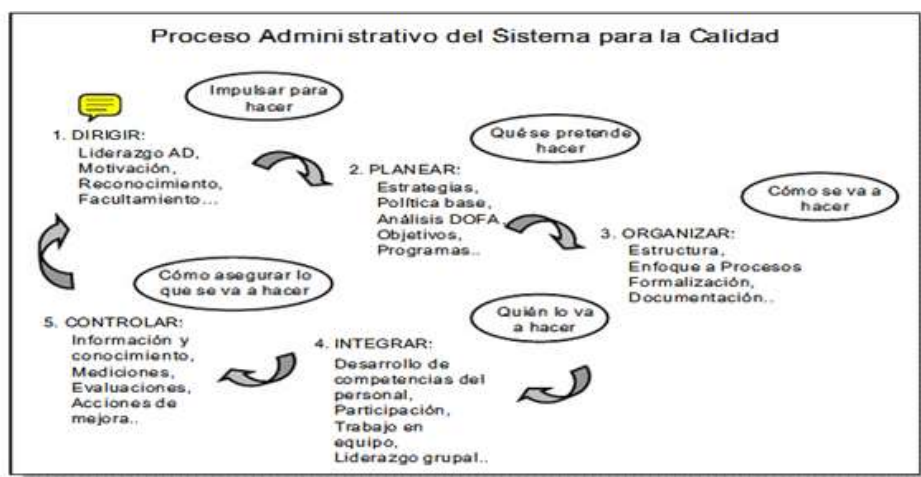
- **Planificar (Plan):** En esta etapa, se identifican los objetivos y metas de mejora, se definen los procesos necesarios para alcanzar esos objetivos, se recopilan datos y se elabora un plan de acción.
- **Hacer (Do):** Aquí se implementa el plan desarrollado en la etapa anterior. Se llevan a cabo las actividades según lo planificado y se recopilan datos durante la

ejecución del plan.

- **Verificar (Check):** En esta fase se lleva a cabo una evaluación de los resultados obtenidos durante la implementación. Se comparan los resultados con los objetivos establecidos y se analizan los datos recopilados para determinar si se han alcanzado los resultados deseados.
- **Actuar (Act):** Basándose en la información recopilada y en la evaluación de los resultados, se toman decisiones. Si los objetivos no se han alcanzado, se identifican áreas de mejora y se ajustan los procesos o el plan. Si se han logrado los objetivos, se estandarizan las prácticas exitosas y se comienza el ciclo nuevamente para buscar nuevas mejoras.

2.3.3. Proceso Administrativo del Sistema para la calidad

Imagen 1 Sistema Manejo de la Información



Fuente: (López, septiembre 2012)

2.4. INDICADORES

(Lopez, 2012) Un indicador es un atributo particular que muestra las variaciones y los avances asociados a un programa.

Tabla 1 KPI'S RECIPLAST

ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO ACABADO FLAKE					CLARO
Parámetro	Unidad	A	B	C	R
Humedad	%	máx 0,70	0,85 ± 0,14	1,5 ± 0,5	min 2,01
Tamaño	mm	12 ± 2	min 9	máx 15	-
Densidad	g/l	320 ± 40	min 361	máx 279	-
PVC	ppm	máx. 50	65 ± 14	190 ± 110	min 301
Metal	ppm	máx. 20	30 ± 9	50 ± 10	min 61
Etiquetas	ppm	máx. 20	35 ± 14	55 ± 5	min 81
Amarillos	ppm	máx. 4000	5000 ± 999	8000 ± 2000	min 10001
Gomas	ppm	máx. 4000	6000 ± 1999	10000 ± 2000	min 12001
PET barrera	ppm	máx. 40	70 ± 29	125 ± 25	min 151
PET Celeste	%	máx. 20000	25000 ± 4999	45000 ± 15000	min 60001
PET Color	ppm	máx. 40	50 ± 9	90 ± 30	min 121
Otros*	ppm	máx. 50	55 ± 4	105 ± 45	min 151

*madera, vidrio, piedra

Fuente RECIPLAST SA

2.5. EFICACIA

(ROJAS, JAIMES, & VALENCIA, 2017)La eficacia consiste en alcanzar el resultado que se busca o se espera al hacer algo. Se enfoca en lograr los objetivos planteados, sin considerar los recursos o medios utilizados para ello. La eficacia se puede evaluar por el nivel de cumplimiento de las metas establecidas previamente.

2.6. EFICIENCIA

(Freire, 2012)La capacidad de reducir la cantidad de recursos empleados para lograr un objetivo se conoce como eficiencia. En términos generales, la eficiencia se refiere a la optimización de recursos, tiempo y esfuerzo para alcanzar un determinado resultado.

2.7. LEAN MANUFACTURING

(Pons, 2019)Los principios del Lean Manufacturing se han aplicado con éxito en todo el mundo en todas las operaciones industriales, cubriendo a la empresa en su

totalidad El principio de calidad perfecta desde la primera vez se enfoca en la detección y resolución de problemas desde su origen, lo que permite lograr la mejor calidad y productividad

(Villalva M. , 2008)El principio de eliminación de todo desperdicio se enfoca en la eliminación de todas las actividades que no generen valor y en hacer un uso eficaz de los recursos escasos, como el capital, el personal y el espacio

2.8. HERRAMIENTA JIDOKA Y SU APLICACIÓN

2.8.1. Jidoka – automatización con un toque humano

(Liker, 2017)El principio de calidad perfecta desde la primera vez se enfoca en la detección y resolución de problemas desde su origen, lo que permite lograr la mejor calidad y productividad . El proceso de producción debe ser detenido inmediatamente cuando se detecta un problema de calidad para evitar que el producto defectuoso pase al siguiente paso de la línea de producción, lo que resultaría en un costo mayor al final del proceso.

El término “andón” es de origen japonés y se refiere a un sistema de control visual que ayuda a los operarios a identificar rápidamente los problemas en la línea de producción . Esta herramienta también facilita la detección visual de los problemas de calidad. Para que el sistema andón funcione correctamente, es necesario que los procesos estén estandarizados y que su documentación sea clara ..

(Buenaventura Murillo, 2012)La automatización con un toque humano se refiere a aquellos procesos que están automatizados al punto de ser capaces de detectar errores en los procesos y productos, detenerse por sí mismos y alertar al operador de la máquina, quien tiene la capacidad de resolver los problemas de forma rápida y realizar el análisis de causa para tomar las acciones preventivas para reducirlos . En la actualidad, los esfuerzos están enfocados en que la automatización llegue hasta la autocorrección .

Podemos mencionar las siguientes causas más comunes de defectos:

- Rotación de los trabajadores
- Materia prima sin Caracterización de contaminantes
- Error de carácter humano o equipos

Entre las ventajas que obtienen las organizaciones que han implementado la herramienta Jidoka tenemos:

- Detectar los problemas en la línea de producción a tiempo
- Convertirse en una empresa de competencia mundial
- Integrar al recurso humano a la máquina automatizada
- Disminuir la fabricación de toneladas con defectos
- Mejorar la productividad de la empresa

2.8.2. Jidoka principios y aplicación

(Villalva J. , 2012)El Jidoka ayuda a eliminar dos de los tipos de desperdicios:

1. La máquina se detiene al concluir su tarea, previniendo la generación excesiva de productos.
2. La máquina interrumpe su funcionamiento al identificar una anomalía, previniendo así la fabricación de productos con defectos.

Este es un procedimiento de control de calidad que se basa en cuatro principios, donde los dos primeros pueden aplicarse de manera automática, mientras que los dos últimos requieren la intervención de individuos competentes para su ejecución.

1. Detectar la anomalía en el proceso o en el producto
2. Interrumpir la operación.
3. Realizar la reparación o corrección de la situación de manera inmediata.
4. Examinar la causa fundamental y aplicar una medida correctiva.

(S, 2019)Jidoka se emplea cuando un empleado se enfrenta a un problema en su estación de trabajo. El resto del equipo comparte la responsabilidad de resolver este inconveniente. Si no pueden solucionarlo, tienen la opción de señalar el problema activando un sistema Andón, lo que resulta en la iluminación del número de la estación de trabajo en el panel de control, lo que permite al líder del equipo abordar el problema,

mientras la producción continúa.

(Gómez, 2012) Además, el Jidoka puede referirse a la incorporación de medidas de seguridad integradas para prevenir errores, tanto humanos como mecánicos. Esto puede incluir el uso de piezas metálicas de longitud fija para evitar que una pieza se ensamble incorrectamente o la implementación de dispositivos que generan una alarma auditiva y visual en caso de que un tornillo esté mal apretado o falte en el montaje.

3. CAPÍTULO

3.1. METODOLOGIA

3.2. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este estudio de investigación actual, se ha adoptado un enfoque cuantitativo con el propósito de recopilar la información necesaria. Este enfoque se distingue por su énfasis en la medición numérica, el uso de métodos estadísticos, la aplicación de experimentación y el análisis de relaciones causa-efecto para lograr resultados concretos y controlar variables con el fin de obtener una mayor precisión en los hallazgos.

En complemento a esto, se ha incorporado un estudio de enfoque descriptivo con el propósito de que la meta deseada por la empresa. sea la disminución del producto no conforme a través de la implementación de la metodología JIDOKA.

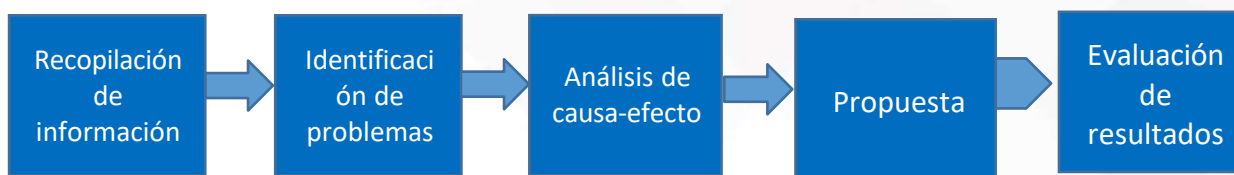
3.3. ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

3.3.1. Análisis Inductivo-Deductivo

En el marco de esta investigación, se emplearán las metodologías inductiva y deductiva. A través de la metodología inductiva, se buscará obtener información de manera directa, lo cual incluirá la construcción de un diagrama causa-efecto basado en los datos recopilados de producto no conforme por parte del departamento de control de calidad, los datos de contaminantes de Producción y la cantidad de producto no conforme en Bodega. Posteriormente, se identificarán oportunidades de mejora que requieran atención y se analizarán las causas fundamentales de los problemas en procesos de la empresa. Finalmente, se propondrán alternativas para abordar y resolver los problemas existentes.

El propósito de la metodología es habilitar la creación de un sistema que posibilite corregir y proponer diversas soluciones.

Imagen 2 pasos a seguir



Fuente: RECIPLAS (2022).

Preparado por: Francisco Murgueitio

La finalidad de la metodología es permitir la elaboración un sistema que permita volver al paso anterior para proponer diferentes soluciones.

3.3.2. Población y muestra

Para implementar el uso del diagrama causa-efecto, se define la población como los empleados operativos de parte del área de control de calidad y producción de la empresa ubicada en la ciudad de Guayaquil, la cual consta de un total de 18 usuarios o trabajadores que forman parte de las áreas de los procesos de la línea de producción.

3.3.3. De Campo

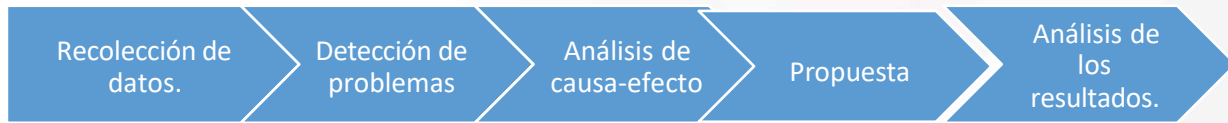
El estudio se lleva a cabo en el entorno donde se producen los acontecimientos, lo que habilita al investigador para interactuar directamente con la realidad, recopilar y comprender de manera sistemática la información pertinente relacionada con el problema de investigación

3.4. FUENTE DE DATOS

3.4.1. Extracción de los datos

La investigación surge de la necesidad de identificar de manera precisa y abordar los problemas que dan lugar a defectos en el producto terminado.

Imagen 3 Recolección de Datos



Fuente: RECIPLAST. (2022).

Preparado por: Francisco Murgueitio

Con el propósito de mejorar la pedagogía, se lleva a cabo la identificación de las operaciones. Esto se hace con la finalidad de aplicar el diagrama de causa-efecto en la herramienta causal, involucrando a 18 empleados operativos del área de producción.

Imagen 4 Preparación de Datos

DEPARTAMENTO	# EMPLEADOS	POBLACION
CONTROL CALIDAD	6	33%
CLASIFICADORES PRODUCCION	9	50%
OPERADORES PRODUCCION	3	17%

Fuente: RECIPLAST. (2022).

Preparado por: Francisco Murgueitio

En el proceso de recolección de información, se analizarán cuatro parámetros relacionados con el proceso, consumo de materia prima en la producción. Esto incluirá la revisión de las etapas que abarcan desde la entrada de una paca en la línea de producción, la clasificación manual realizada por el personal de producción, la selección óptica en el proceso y, finalmente, los análisis efectuados por el departamento de control de calidad.

En la segunda parte de la investigación, se evaluará la participación de los usuarios o empleados y su conocimiento en relación con las tareas diarias en el proceso. La tercera parte se centrará en la gestión de la información entre los diferentes departamentos, y finalmente, se realizará una evaluación de la tecnología de la información, con el propósito de optimizar el uso de los recursos informáticos.

3.5. Diagrama Causa-Efecto

Imagen 5 Diagrama Causa Efecto



Fuente: RECIPLAST. (2022).

Preparado por: Francisco Murgueitio

La información representada en el diagrama de causa-efecto debe ser resumida con el objetivo de elaborar una solución para el problema identificado.

3.6. Procesamiento de información

Después de identificar las diversas causas, se procederá a crear una matriz de selección con la información recopilada, lo que nos permitirá organizar y analizar los datos. A continuación, se llevará a cabo un análisis estadístico descriptivo utilizando herramientas computacionales.

4. CAPÍTULO

4.1. ANALISIS DE SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA

Dado que vamos a aplicar el diagrama de causa-efecto con el propósito de identificar oportunidades de mejora, después de revisar los indicadores de calidad de producto terminado y llevar a cabo las respectivas reuniones o mesas de trabajo, hemos observado que el tema crítico a abordar es la cantidad de productos no conformes. Por lo tanto, alimentaremos nuestro diagrama de Ishikawa con cuatro ramas que serán:

Materia Prima: Examinaremos los factores relacionados con la calidad y origen de la materia prima que puedan contribuir a productos no conformes.

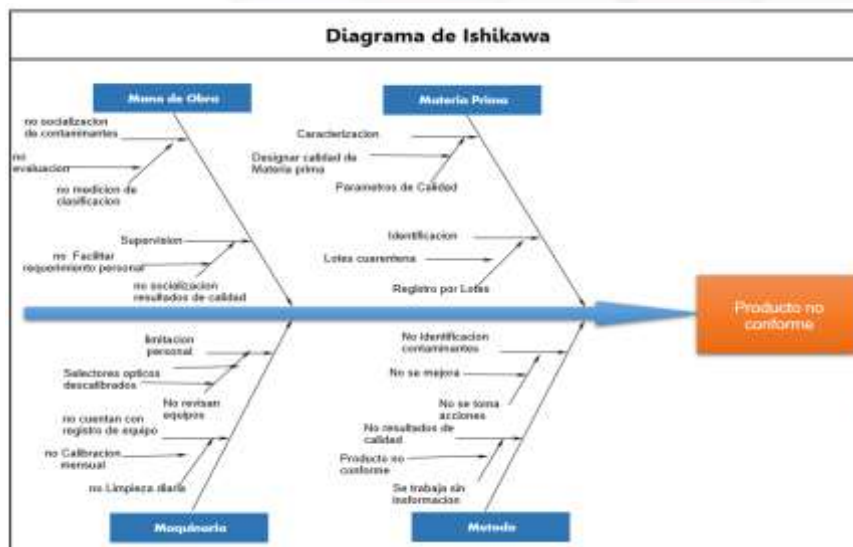
Maquinaria: Analizaremos aspectos en el proceso de producción que puedan dar lugar a productos defectuosos, como problemas de configuración, desgaste de maquinaria, etc.

Recursos Humanos: Investigaremos si factores relacionados con el personal, como la capacitación, la supervisión y la comunicación, influyen en la producción de productos no conformes.

Método: Consideraremos la efectividad de las prácticas de control de calidad y los procedimientos para detectar y prevenir productos no conformes.

Estas ramas del diagrama Ishikawa nos ayudarán a identificar las posibles causas subyacentes que contribuyen al problema de productos no conformes y, en última instancia, a desarrollar soluciones efectivas.

Imagen 6 Diagrama Causa Efecto RECIPLAST



Fuente: RECIPLAST. (2022).

Preparado por: Francisco Murgueitio

Se establece los indicadores en función del producto no conforme:

- Materia prima con caracterización de contaminantes
- Capacitación al personal de la planta
- Control de equipos de procesos
- Manejo de información de calidad de producto

4.2. PROPUESTAS DE MEJORAS PARA LA DISMINUCION DE PRODUCTO NO CONFORME

Con el fin de lograr los indicadores mencionados anteriormente, se plantearán las soluciones que se consideren viables y, mediante un análisis ponderado, se determinarán las acciones a tomar para abordar los problemas dentro de la organización.

4.3. MATRIZ DE CRITICIDAD

Tabla 2 Matriz de criticidad RECIPLAST

CAUSA RAIZ	ACCIONES CORTO PLAZO			ACCIONES MEDIANO PLAZO			ACCIONES LARGO PLAZO			TOTAL	PRIORIDAD
	X	Y	Z	X	Y	Z	X	Y	Z		
	6	5	4	5	4	3	4	3	2		
CONTROLES DE CALIDAD A MATERIA PRIMA						3				9	4
CAPACITACION DE CONTAMINANTES AL PERSONAL DE PLANTA					3					12	3
CAPACITACION Y PLANIFICACION DE CALIBRACION Y LIMPIEZA DE SELECTORES			4							16	2
APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS DE MANUFACTURA PARA MANEJO DE INFORMACION DE CALIDAD		5								20	1
INCREMENTO MANO DE OBRA		1								5	5

Fuente: RECIPLAST. (2022).

Preparado por: Francisco Murgueitio

Según la matriz, podemos concluir que la implementación de herramientas de manufactura es una acción que debe tomarse a corto plazo y con alta prioridad, ya que su objetivo es reducir la cantidad de productos no conformes. Además, esta acción involucra la asignación de responsabilidades en los procesos y la revisión de los procedimientos, lo que representa una oportunidad significativa de mejora.

La implementación de la herramienta de manufactura esbelta, específicamente a través de su herramienta Jidoka, nos permitirá detectar en tiempo real los productos no conformes y tomar medidas correctivas desde la raíz en la producción de hojuelas de PET.

Esto tiene el potencial de reducir la generación de productos no conformes al abordar las causas que originan los defectos desde el inicio del proceso hasta el producto terminado. El enfoque es mejorar la calidad y corregir los problemas desde su origen.

A continuación, se presenta en detalle la propuesta a llevar a cabo:

Tabla 3 Propuesta JIDOKA

META	TAREA
Indicador de calidad reducir el producto no conforme en menos del 5 %	Aplicación herramienta lean JIDOKA
	Utilización de ERP

Fuente: RECIPLAST. (2023).

Preparado por: Francisco Murgueitio

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo a lo largo de seis meses, divididos en tres meses iniciales de período de prueba y tres meses posteriores dedicados a revisar los resultados obtenidos. El objetivo principal de este enfoque es fomentar una cultura de compromiso, reduciendo así los factores que generan productos no conformes en la organización

4.4. ANALISIS Y EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS

Se exhibe un análisis, evaluación y resultados conseguidos en la producción antes y después de aplicación de la herramienta de ingeniería Jidoka, considerando los periodos año 2022 y los meses de enero a julio 2023 teniendo como principal búsqueda disminuir

el producto no conforme.

Tabla 4 Evaluación del% De disminución de producto no conforme

TOTAL PRODUCTO NO CONFORME						
MES	2022			2023		
	TON RETENIDAS	TON PRODUCTO TERMINADO	%	TON RETENIDAS	TON PRODUCTO TERMINADO	%
ENERO	80	800	10%	40	800	5%
FEBRERO	90	800	11%	50	800	6%
MARZO	120	1200	10%	50	1200	4%
ABRIL	100	900	11%	40	900	4%
MAYO	90	800	11%	40	800	5%
JUNIO	75	800	9%	40	800	5%
JULIO	80	700	11%	35	700	5%
AGOSTO	90	950	9%			
SEPTIEMBRE	145	1015	14%			
OCTUBRE	110	1200	9%			
NOVIEMBRE	120	1280	9%			
DICIEMBRE	100	1100	9%			
	1200	11545	10%	295	6000	5%

Fuente: RECIPLAST. (2023).

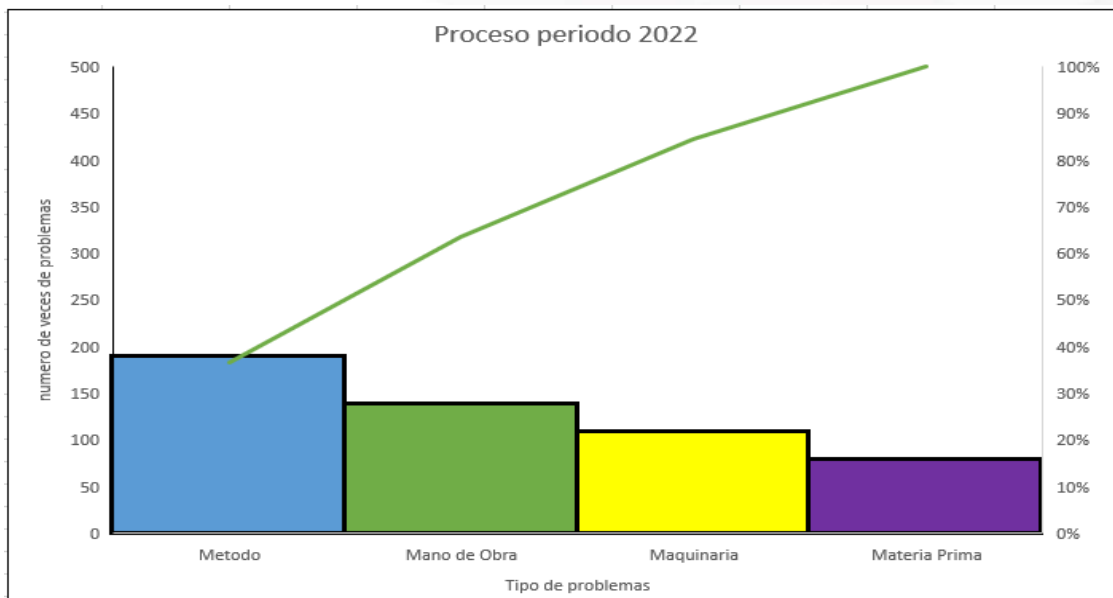
Preparado por: Francisco Murgueitio

4.5. MÉTRICAS E INDICADORES PARA LA OPERACIÓN

Se puede observar en el indicador de calidad el porcentaje de producto no conforme, el cual se refleja en las toneladas de producto retenido debido a la falta de cumplimiento de los parámetros de calidad en la metodología actual. Sin embargo, con la implementación de la herramienta Jidoka, se ha logrado reducir este porcentaje en los meses de enero a julio de 2023.

4.6. DIAGRAMA DE PARETO

Imagen 7 Tendencia de Problemas en el Proceso



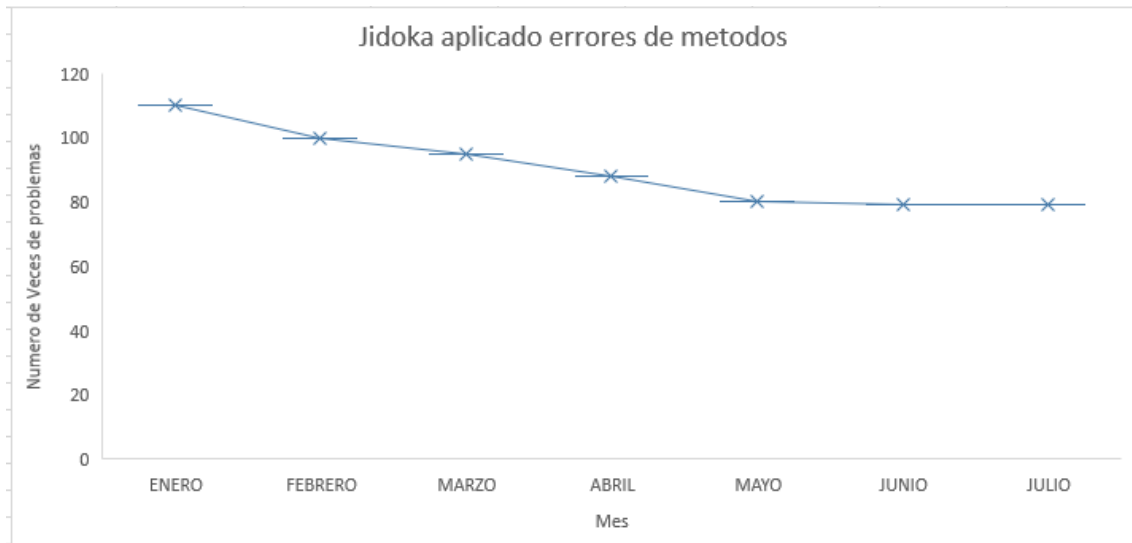
Fuente: RECIPLAST. (2023).

Preparado por: Francisco Murgueitio

La mayor concentración de problemas registrados se encuentra en la forma en que se gestiona la información de calidad, con un total de 190 errores documentados.

Con la implementación del JIDOKA, al enfocarse en el manejo oportuno de la información, se observa una reducción en el índice de errores en todos los demás problemas registrados en el diagrama de causa y efecto.

Imagen 8 Implementación JIDOKA 2023



Fuente: RECIPLAST. (2023).

Preparado por: Francisco Murgueitio

La implementación de la metodología Jidoka, se logra reducir los índices de errores relacionados con el manejo de información, disminuyendo la tasa promedio de 190 veces en el año 2022 a 90 veces en el periodo actual. Esto resulta en una corrección más efectiva de los errores en los procesos de hojuelas de PET, lo que se traduce en mejoras significativas en los indicadores de producto retenido y la eficiencia general de los procesos.

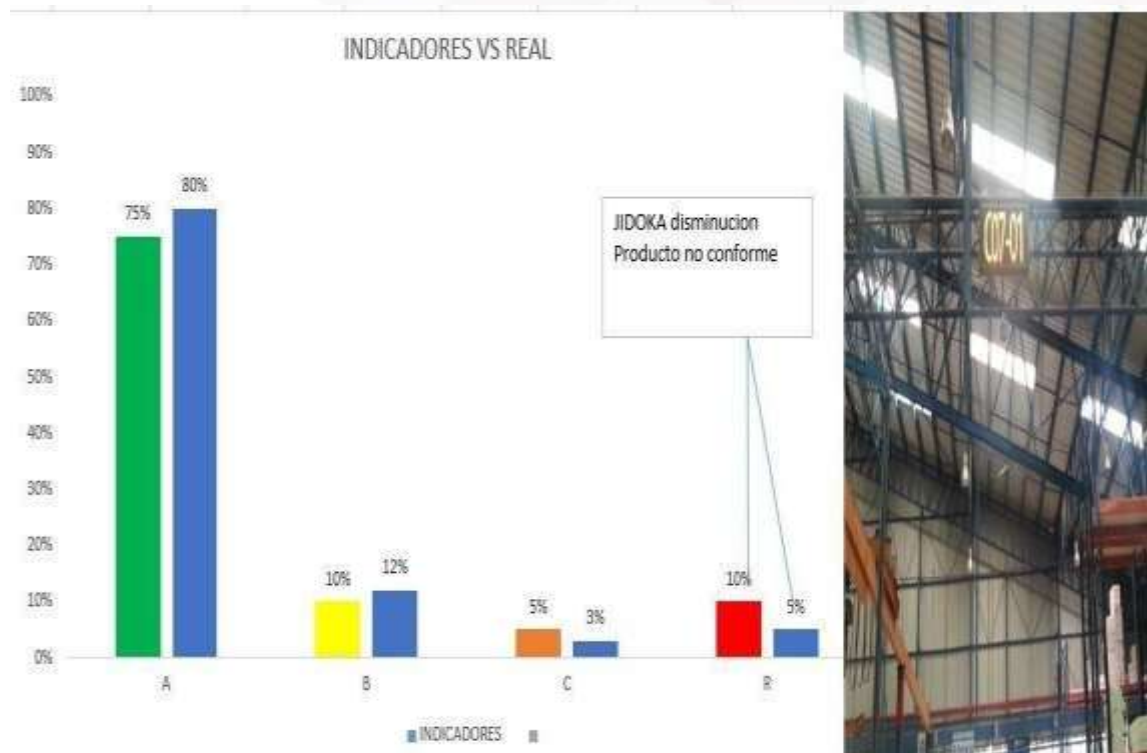
4.7. APLICATIVO JIDOKA

La herramienta de ingeniería empleada para llevar a cabo nuestro análisis de variables será la manufactura esbelta, utilizando la herramienta Jidoka. Esta herramienta nos permite identificar el problema desde la raíz al detener la línea de producción en el momento en que se produce una no conformidad. Se activa un dispositivo desde un ordenador (pantalla táctil) para ingresar los defectos en la base de datos, y esta información se visualiza en un tablero ANDON ubicado en la parte más visible de cada área de la planta de producción.

Nuestra propuesta, que incorpora la herramienta Jidoka, comenzó su evaluación en enero de 2023. Se implementaron dispositivos electrónicos visuales ANDON y se creó una base de datos (CUBO DE DEFECTOS) por parte del departamento de Tecnología. A cada departamento de control de calidad se le asignó un sello de identidad para identificar qué proceso y qué empleado generan la mayor cantidad de defectos. Cada líder de proceso examina cuidadosamente la materia prima; si se detecta un problema en línea, se ingresa la información en el ordenador y se activa inmediatamente el tablero ANDON, mostrando el sello de identidad correspondiente al puesto de trabajo (empleado) y accionando una sirena que detiene el proceso. Luego, los equipos se reúnen en el lugar donde se generó el problema, se corrige la situación y se analiza la causa raíz para prevenir futuras ocurrencias.

Al aplicar la metodología Jidoka en la producción de hojuelas de PET reciclado, es posible alcanzar una calidad óptima en cada uno de sus procesos, que incluyen materias primas, clasificación manual, molienda, lavado, selección óptica, secado y envasado. Esto se logra mediante la detección y control de errores, eliminando las causas que generan defectos desde su origen hasta la etapa de entrega del producto terminado al área de almacenamiento. La implementación de Jidoka garantiza una mejora continua al abordar los problemas desde la raíz y asegurar un proceso de producción eficiente y libre de defectos.

Imagen 9 Cubo de Defectos JIDOKA 2023






Fuente: RECIPLAST. (2023).

Preparado por: Francisco Murgueitio

4.8. Pasos funcionamiento del Jidoka

Cuando el departamento de control de calidad realiza análisis y observa que se obtienen resultados de productos no conformes, los analistas emiten una señal a la pantalla habilitada, enviando una alerta a la línea de producción. Esto permite evitar la generación de más productos no conformes y toma medidas inmediatas para corregir la situación.

SISTEMA TOUCH SCREEN	
MATERIA PRIMA	CLASIFICACION
SELECCIÓN OPTICA	LAVADO
ERROR	LINEA
MATERIA PRIMA	C07-1
CLASIFICACION	C07-2
SELECCION OPTICA	C07-3
LAVADO	C08-4

Fuente: RECIPLAST. (2023).

Preparado por: Francisco Murgueitio

4.9. VERIFICACIÓN DE LA HIPOTESIS

Es alentador ver que los datos recopilados en la investigación respaldan la aceptación de la hipótesis planteada. La evidencia encontrada, que muestra una disminución significativa en la tasa de errores por defectos en los procesos de producción de hojuelas recicladas PET, respalda la eficacia de la metodología Jidoka aplicada en la marca RECIPLAST para lograr una calidad óptima en sus procesos.

La metodología Jidoka se destaca por su capacidad para detectar errores, identificar sus causas subyacentes y tomar medidas correctivas para eliminar esas causas desde la raíz. El hecho de que la implementación de esta metodología haya llevado a una disminución significativa en la tasa de errores en la producción de hojuelas recicladas PET sugiere que Jidoka ha sido efectiva en mejorar la calidad y optimizar los procesos.

Esta reducción en la tasa de errores por defectos es un indicador claro de la mejora en la calidad de los productos finales. Además, muestra que el enfoque de detección

temprana de problemas y la eliminación de sus causas han sido efectivos para lograr una producción más consistente y de mayor calidad.

En resumen, la aceptación de la hipótesis respalda la conclusión de que la aplicación de la metodología Jidoka ha sido exitosa en mejorar la calidad y optimizar los procesos de producción de hojuelas recicladas PET en la empresa RECIPLAST. Esta evidencia valida la eficacia de la metodología y sugiere que su continuo uso podría seguir proporcionando beneficios significativos en términos de calidad y eficiencia en la producción.

CONCLUSIONES

- Es excelente ver cómo la implementación de la metodología LEAN JIDOKA ha tenido un impacto positivo en la reducción de errores y productos no conformes en los procesos de producción. La disminución del porcentaje de productos defectuoso es un indicador clave del éxito de esta metodología en la optimización de los procesos.

La aplicación de LEAN JIDOKA es valiosa por varias razones:

Reducción de errores: La metodología LEAN JIDOKA se centra en la detección temprana de problemas, lo que permite identificar y solucionar los errores en su origen. Esta capacidad para detectar y corregir problemas antes de que se conviertan en defectos importantes contribuye significativamente a la reducción de productos no conformes.

Evita paros no programados: Al implementar sistemas que detienen la producción cuando se detectan anomalías o errores, se evitan los paros no planificados críticos que podrían generar cuellos de botella en las líneas de producción. Esto ayuda a mantener un flujo de trabajo más constante y evita interrupciones importantes en la cadena de producción.

Mejora continua: LEAN JIDOKA promueve una mentalidad de mejora continua al identificar y abordar constantemente los problemas en los procesos. Al detectar errores y defectos de manera temprana, se pueden implementar mejoras proactivas para prevenir su recurrencia en el futuro.

- La reducción en la tasa de errores por defectos en los procesos de producción es un indicador claro del impacto positivo de la metodología LEAN JIDOKA en la calidad y eficiencia de la producción. Este éxito respalda la efectividad de esta herramienta de ingeniería y sugiere que su implementación continua podría seguir generando beneficios significativos para la organización.

El cambio hacia la automatización y la consolidación de registros en un sistema como el "cubo de defectos" representa una evolución significativa en la forma en que se gestionan y controlan los datos en la planta productiva. Esto proporciona una serie de beneficios sustanciales para los supervisores y la gestión de los defectos en la producción:

Mayor eficiencia: Al registrar automáticamente la información sobre los defectos en un sistema centralizado, se elimina la necesidad de llevar registros físicos, lo que ahorra tiempo y reduce el esfuerzo manual necesario para recopilar y registrar datos.

Acceso instantáneo: a la información: La consolidación de registros en un sistema centralizado facilita a los supervisores acceder a la información de manera rápida y precisa. Tener datos disponibles al instante permite una toma de decisiones más ágil y basada en información actualizada.

Gestión desde la causa raíz: Al tener datos consolidados y validados, es más fácil identificar las causas fundamentales de los defectos. Esto permite a los supervisores y al equipo de producción abordar los problemas desde su origen, en lugar de simplemente tratar los síntomas.

Análisis técnico avanzado: La recopilación automatizada de datos en el "cubo de defectos" permite realizar análisis más profundos y técnicos sobre las tendencias, patrones o áreas problemáticas recurrentes. Esto proporciona información valiosa para implementar mejoras continuas y preventivas.

Mejora continua: Al gestionar los defectos desde la causa raíz, se promueve una mentalidad de mejora continua en la planta productiva. Esto puede conducir a una optimización constante de los procesos y a la reducción progresiva de defectos.

En resumen, la transición hacia un sistema automatizado de registro de defectos no solo simplifica el proceso para los supervisores, sino que también les proporciona acceso instantáneo a datos precisos y valiosos. Esto permite una

gestión más efectiva y técnica de los problemas desde su origen, lo que a su vez facilita la mejora continua y la optimización de los procesos en la planta productiva.

- El empoderamiento de los líderes encargados de ingresar la información al "cubo de defectos" (en este caso, los Analistas de Calidad) es fundamental para el éxito y la eficiencia del sistema de gestión de calidad. Este enfoque brinda múltiples beneficios:

Participación y criterio valioso: Al ser empoderados, los Analistas de Calidad se sienten más motivados y comprometidos con su rol. Esto les permite aportar su experiencia y conocimientos en la identificación de defectos y en la búsqueda de soluciones desde su perspectiva específica.

Capacitación continua: Proporcionar capacitación continua sobre temas específicos de calidad refuerza y amplía sus habilidades. Esto les permite mantenerse actualizados en las mejores prácticas, técnicas y herramientas relevantes para mejorar su desempeño y su contribución al sistema de gestión de calidad.

Desarrollo profesional: Al brindarles oportunidades de capacitación y crecimiento, se les ofrece un camino claro para su desarrollo profesional dentro de la organización. Esto no solo aumenta su compromiso, sino que también crea un ambiente propicio para el crecimiento interno y la retención del talento.

Mejora continua y toma de decisiones: Capacitar a los Analistas de Calidad les proporciona las habilidades y el conocimiento necesarios para identificar, analizar y abordar los problemas de calidad de manera más efectiva. Esto contribuye a la mejora continua y les permite tomar decisiones informadas en su ámbito de responsabilidad.

Fomento de una cultura de calidad: Al empoderar a los Analistas de Calidad, se promueve una cultura organizacional centrada en la calidad. Su involucramiento

activo y su capacidad para influir en la gestión de los defectos contribuyen a establecer estándares altos y a la búsqueda constante de mejoras.

En resumen, empoderar a los líderes, como los Analistas de Calidad, es clave para fortalecer la implementación efectiva del sistema de gestión de calidad. Proporcionarles capacitación continua y oportunidades de desarrollo no solo beneficia su desempeño individual, sino que también fortalece la cultura de calidad dentro de la organización y contribuye a la mejora continua de los procesos y productos.

- Es muy positivo y estratégico que todos los departamentos de la organización tengan acceso a la información generada en el "cubo de defectos". Esta práctica tiene varios beneficios clave:

Visibilidad y transparencia: Al compartir la información sobre los problemas que generan productos no conformes en la línea de producción, se promueve la transparencia en toda la organización. Todos los departamentos tienen acceso a los datos relevantes, lo que fomenta una comprensión colectiva de los desafíos y problemas que afectan la calidad.

Acciones preventivas y correctivas: Al conocer los datos sobre los defectos y problemas en la producción, los distintos departamentos pueden colaborar para identificar acciones preventivas o correctivas. Esto permite abordar las causas fundamentales de los problemas y trabajar en soluciones a largo plazo en lugar de simplemente reaccionar a los problemas cuando surgen.

Preparación para auditorías de calidad: El acceso a la información en el "cubo de defectos" permite a la organización estar mejor preparada para auditorías de calidad como las ISO 9000. Al tener registros detallados de los defectos y acciones tomadas para abordarlos, se demuestra un compromiso con la mejora continua y el cumplimiento de las normativas y estándares de calidad.

Mejora continua y eficiencia: Al compartir información sobre problemas y defectos, se establece una base para la mejora continua en toda la organización. La colaboración entre los departamentos para abordar estos problemas puede conducir a soluciones

más eficientes y efectivas.

En resumen, la transparencia y el acceso compartido a la información sobre defectos en la línea de producción benefician a toda la organización al fomentar una cultura de mejora continua, permitir una preparación más efectiva para auditorías de calidad y promover la colaboración entre departamentos para abordar problemas y encontrar soluciones más eficaces.

RECOMENDACIONES

La recomendación de extender la implementación de la herramienta LEAN JIDOKA a todos los procesos de la organización, no solo a la Planta de Guayaquil, es estratégica y puede brindar beneficios adicionales en términos de mejora de calidad y eficiencia en la producción en toda la empresa. Esto permite una estandarización de prácticas y enfoques para detectar, detener y corregir problemas en todos los procesos, lo que contribuirá a una gestión más eficaz de la calidad en general.

Además, la inclusión de un alcance en el plan de capacitación del departamento de Talento Humano para todos los operarios de los procesos en temas de control de calidad y sistemas informáticos es una decisión acertada. Esto permitirá que los empleados adquieran las habilidades necesarias para comprender, aplicar y aprovechar al máximo la herramienta LEAN JIDOKA. Específicamente, capacitar en control de calidad les brindará las habilidades para identificar y resolver problemas, mientras que la capacitación en sistemas informáticos les permitirá gestionar eficientemente la información relacionada con la calidad.

Este plan de capacitación tiene varias ventajas:

Uniformidad en el conocimiento: Capacitar a todos los analistas en temas de control de calidad y sistemas informáticos garantiza un nivel uniforme de conocimiento y habilidades en toda la organización.

Mejor comprensión y aplicación de la herramienta LEAN JIDOKA: Al tener una capacitación más amplia, los empleados podrán comprender mejor cómo utilizar y aplicar la metodología LEAN JIDOKA en sus respectivos roles y procesos.

Mayor eficiencia y calidad en los procesos: La capacitación en control de calidad les permitirá identificar y abordar los problemas de manera más efectiva, mientras que la formación en sistemas informáticos les facilitará la gestión y el control de la herramienta, contribuyendo a la mejora continua de los procesos.

En resumen, ampliar la implementación de la herramienta LEAN JIDOKA a todos los procesos y proporcionar capacitación a todos los operarios en control de calidad y sistemas informáticos fortalecerá la calidad, la eficiencia y la gestión de procesos en la organización, lo que puede conducir a mejoras significativas en la producción y en la satisfacción del cliente.

- Revisar la funcionalidad y el diseño del "Cubo de defectos" por parte del Departamento de Tecnología de la Información (TI) es una sugerencia válida y puede ser beneficiosa para optimizar la gestión de la información en la empresa. La propuesta de almacenar la información directamente en la base de datos de producción en lugar de mantenerla en un espacio separado como el "Cubo de defectos" puede tener ventajas:

Optimización del espacio de almacenamiento: Al eliminar un espacio separado para el almacenamiento de datos de defectos, se puede liberar memoria en los equipos y sistemas de la empresa, lo que puede mejorar el rendimiento y la eficiencia de los recursos tecnológicos.

Centralización de la información: Al almacenar la información directamente en la base de datos de producción, se centralizan los datos de calidad con otros datos relevantes del proceso de producción. Esto puede simplificar el acceso a la información y facilitar su análisis al estar en un único repositorio de datos.

Reducción de duplicidad y complejidad: Al eliminar un sistema separado para

el "Cubo de defectos", se reduce la complejidad del entorno tecnológico y se evita la duplicidad de datos, lo que podría simplificar la gestión y el mantenimiento de la información.

- Sin embargo, es importante considerar algunos aspectos antes de realizar este cambio:

Seguridad de la información: Asegurarse de que la base de datos de producción sea capaz de manejar y proteger adecuadamente la información de defectos. Se deben establecer medidas de seguridad robustas para garantizar la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos.

Capacidad y rendimiento de la base de datos: Verificar que la base de datos de producción tenga la capacidad y el rendimiento adecuados para manejar la información adicional sin afectar la velocidad y eficiencia del sistema.

Impacto en la funcionalidad del sistema: Evaluar cómo este cambio afectará la funcionalidad y la usabilidad para los usuarios que acceden a estos datos. Es esencial garantizar que el acceso a la información siga siendo efectivo y eficiente para los análisis y la toma de decisiones.

En resumen, revisar la funcionalidad del "Cubo de defectos" y considerar la posibilidad de almacenar la información directamente en la base de datos de producción puede ser una opción válida para optimizar recursos y mejorar la gestión de datos, pero es crucial considerar cuidadosamente los aspectos de seguridad, capacidad y funcionalidad antes de implementar este cambio.

Bibliografía

- Azevedo*, C. M. (2013). PILAR DE SUSTENTAÇÃO DO SISTEMA TOYOTA DE PRODUÇÃO NAS ORGANIZAÇÕES 1.
- Buenaventura Murillo, L. y. (2012). *definicion Jidoka*.
- Cantos, J. C. (2018). Teorías, Modelos y Sistemas de Gestión de Calidad. *Revista espacio*, 14.
- Cantu, h. (2011). *Desarrollo de una cultura de calidad*. monterrey.
- Duran, O. (1992). *Gestion de calidad*. Madrid España: Edigrafos.
- E, R. (2007). Aplicacion de la metologia seis sigma y lean manufacturing para la reduccion de costos .
- Freire. (2012). El discurso de Paulo Freire en la gestión social. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, pág. 19.
- Gómez, D. A. (2012). OPTIMIZACIÓN DE RECURSOS EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA DE.
- JochenDeuse1, U. J. (2020). Combinación sistemática de Lean Management con digitalización para mejorar los sistemas de producción en el ejemplo de Jidoka 4.0. *International Journal of Engineering Business Management*, 1-9.
- Lane, G. (2012). *toyota by toyota*. Productivity Press; 1er edición (11 Mayo 2012).
- Liker, J. K. (2017). *Toyota Global*. Chile.
- Lopez, S. (2012). Administración Integral para la calidad. INACS tercera edición.
- Manuel Rajadell, J. L. (2010). *Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad*. editdiazdesantos.
- Markbury. (2012). *SISTEMAS DE PRODUCCIÓN COMPETITIVOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING*.
- Murillo Ortega, R. (2004). Sistema de Gestión de Calidad una luz que todos debemos ver. Obtenido de Conciencia Tecnológica .
- Pons, M. (2019). *Lean manufacturing paso a paso*. Barcelona España: Marge books.
- ROJAS, M. 1., JAIMES, L., & VALENCIA, M. (2017). Efectividad, eficacia y eficiencia en. *Espacios*.
- S, A. (2019). *Aplicacion de la tecnica Jidoka*. Cordoba.
- Tejeda, A. S. (2011). Mejoras de Lean Manufacturing en los sistemas productivos.
- Ulloa-Enríquez, M. Á. (2012). Riesgos del Trabajo en el Sistema de Gestión de Calidad.
- Villalva, J. (2012).). *Herramientas y técnicas de Lean Manufacturing en Sistemas de Producción y Calidad*.
- Villalva, M. (2008). Herramientas y técnicas lean manufacturing en sistemas de producción y calidad.
- Escuela de Organización Industrial (EOI). (2013). Lean
- Gil Ojeda, Y. y Vallejo García, E. (2018). Guía para la identificación y análisis de los procesos de la Universidad de Málaga.
- Guerrero, J. (2017). Heijunka. Nivelado multiproducto. Recuperado de:
- Hernández Sampieri, R.; Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2006). Metodología de investigación. Mc Graw Hill. Recuperado de:
- ISO. (2015). Sistemas de gestión de la calidad — Fundamentos y vocabulario. Recuperado de: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9000:ed-3:v1:es:term:3.1.2>

Lam Díaz, R.M. (2017). Los términos: eficiencia, eficacia y efectividad ¿son sinónimos en el área de la salud? Rev Cubana HematolInmunolHemoter. Vol 24. (2).

Lean, B. (2015). Consejos Lean 2015.

Lean Solutions. (2017). Lean Manufacturing.