



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Proyecto Técnico previo a la obtención del título de Ingeniería Industrial

***Título:** “Plan de mejoramiento basado en Lean Manufacturing-Kaizen en una fábrica de plásticos para la reducción de scrap en las áreas de producción”.*

***Title:** “Improvement plan based on Lean Manufacturing-Kaizen in a plastics factory for the reduction of scrap in the production areas”.*

Autores:

IVÁN RUBÉN ALARCÓN LEÓN
CRISTHIAN DAVID CEVALLOS USCA

Director:

PhD. Ángel Eduardo González Vásquez

Guayaquil, octubre del 2022

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA

Yo Iván Rubén Alarcón León y Cristhian David Cevallos Usca, declaramos que somos los únicos autores del trabajo de titulación titulado "*Plan de mejoramiento basado en Lean Manufacturing-Kaizen en una fábrica de plásticos, para la reducción de scrap en las áreas de producción*" los conceptos, análisis y las conclusiones del presente trabajo aquí desarrollados, son de exclusiva responsabilidad de los autores.



Iván Rubén Alarcón León

CI: 0941777567



Cristhian David Cevallos Usca,

C.I.: 0941777591

DECLARACIÓN DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Quienes suscriben, en calidad del trabajo de titulación titulado “**Plan de mejoramiento basado en Lean Manufacturing-Kaizen en una fábrica de plásticos, para la reducción de scrap en las áreas de producción**”, por medio de la presente, autorizamos a la UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL ECUADOR a que haga uso parcial o total de esta obra con fines académicos o de investigación.



Iván Rubén Alarcón León

CI: 0941777567



Cristhian David Cevallos Usca,

C.I.: 0941777591

DECLARACIÓN DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Quien suscribe, PhD. Ángel Eduardo González Vásquez, en calidad de director de trabajo de titulación titulado **“Plan de mejoramiento basado en Lean Manufacturing-Kaizen en una fábrica de plásticos, para la reducción de scrap en las áreas de producción”**, desarrollado por los estudiantes Iván Rubén Alarcón León y Cristhian David Cevallos Usca, previo a la obtención del Título de Ingeniería Industrial, por medio de la presente certifico que el documento cumple con los requisitos establecidos en el Instructivo para la Estructura y Desarrollo de Trabajos de Titulación para pregrado de la Universidad Politécnica Salesiana. En virtud de lo anterior, autorizo su presentación y aceptación como una obra auténtica y de valor académico.

Dado en la ciudad de Guayaquil, octubre del 2022



PhD. Ángel Eduardo González Vásquez

Director de trabajo de titulación

DEDICATORIA

A nuestros padres

Ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron siempre a mi lado en los días y noches más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, como una meta más conquistada. Orgulloso de tenerlos como mis padres y que estén a mi lado en este momento tan importante.

Gracias por ser quienes son y por creer en mí

AGRADECIMIENTO

Yo Iván Alarcón y Cristhian Cevallos damos las gracias a nuestro tutor PhD. Ángel González, sin usted y sus virtudes, su paciencia y constancia este trabajo no lo hubiese logrado. Sus consejos fueron siempre útiles para obtener lo que hoy he logrado. Usted formó parte importante de esta historia con sus aportes profesionales que lo caracterizan. Muchas gracias por sus orientaciones

A los docentes

Sus palabras fueron sabias, sus conocimientos rigurosos y precisos, a ustedes mis profesores, les debo mis conocimientos. Donde quiera que vaya, los llevaré conmigo en mí transitar profesional.

A mis compañeros

Mis amigos y compañeros de viaje hoy culminan esta maravillosa aventura y no puedo dejar de recordar cuantas tardes y horas nos juntamos a lo largo de nuestra formación. Hoy nos toca cerrar un capítulo maravilloso en esta historia de vida y no puedo dejar de agradecerles por su apoyo y constancia en todo este proceso.

Resumen

Las empresas de la actualidad deben fomentar una cultura de cambio en sus procesos, la volatilidad de las mejoras tecnológicas y los métodos administrativos y de trabajo generan cada día más competitividad en el mercado con la premisa de mantenerse y sobresalir.

En ese enfoque las empresas se acogen a las herramientas comprobadas y disponibles en el mercado para la mejora continua, entre las herramientas más destacadas tenemos la metodología Lean Manufacturing, que como su nombre lo indica persigue como objetivo mantener o desarrollar una producción esbelta o manufactura esbelta es decir sin obstáculos de relevancia que impidan la consecución de los resultados.

Este trabajo tiene como objetivo reducir o eliminar la generación de mermas o scrap en la línea de producción que en términos de kilos expone un promedio de 40k kilos anuales en pérdidas.

En el análisis las pérdidas se determinan que son causadas por una falta de control en varios eslabones del proceso que incluyen la materia prima y el proceso de transformación inclusive.

Al aplicar la metodología se logró reducir los desperdicios en la línea de producción, controlar las materias primas para que eviten ingresar productos no aptos para la producción y a nivel del recurso humano se los empoderó, haciéndolos más participativos en las acciones y rumbos trazados en para obtener mejoras continuas en los procesos.

Palabras claves: Lean Manufacturing, Kaizen, Mejora continua, Scrap.

Abstract

The enterprises in actuality should promote change culture in your processes, the volatility in the improvement technological and the administrative and work methods generate every day more market competitive with premise of keep and standing out.

In that approach the enterprises take in tools verifies and available in the market to continuous improvements, Among the most outstanding tools we have the Lean Manufacturing methodology, which, as its name indicates, pursues the objective of maintaining or developing lean production or lean manufacturing, that is, without significant obstacles that prevent the achievement of results.

The objective of this work is to reduce or eliminate the generation of losses or scrap in the production line, which in terms of kilos exposes an average of 40k kilos per year in losses.

In the analysis, the losses are determined to be caused by a lack of control in various links of the process, including the raw material and the transformation process.

By applying the methodology, it was possible to reduce waste in the production line, control the raw materials so that they avoid entering products that are not suitable for production, and at the level of human resources, they are empowered, making them more participatory in the actions and directions traced in order to obtain continuous improvements in processes.

Keywords: Lean Manufacturing, Kaizen, Continuous improvement, Scrap

1.1.1. Tabla de contenido

1.1.1. Tabla de contenido.....	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	4
1. EL PROBLEMA.....	4
1.1. Antecedentes	4
1.2. Justificación.....	5
1.2.1. Justificación teórica.....	5
1.2.2. Justificación económica.....	5
1.2.3. Justificación práctica.....	5
1.3. Importancia y alcance.....	5
1.4. Delimitación.....	6
1.4.1. Delimitación geográfica.....	6
1.4.2. Delimitación temporal	7
1.5. Problema de investigación	7
1.5.1. Formulación del problema general	7
1.6. Objetivos.....	7
1.6.1. Objetivo general.....	7
1.6.2. Objetivos específicos	7
1.7. Beneficiarios	7
CAPÍTULO II.....	9
2. MARCO TEÓRICO	9
2.1. Marco Conceptual.....	9
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Metodología Lean	11
2.2.2. Herramientas Lean	12
2.2.3. Ciclo de Deming	14
CAPÍTULO III.....	15
3. MARCO METODOLÓGICO	15
3.1. Método de investigación.....	15
3.1.1. Método cualitativo.....	15
3.1.2. Método Cuantitativo.....	15
3.1.3. Revisión de información.....	15
3.2. Metodología de la investigación.....	15

3.2.1.	Esquema de la empresa.....	16
3.2.2.	Flujo de proceso.....	16
3.2.3.	Impactos generados.....	17
3.2.4.	Análisis del problema - Metodología Kaizen-.....	19
3.2.5.	Diagrama de Ishikawa.....	19
3.2.6.	Herramienta lluvia de ideas.	20
3.2.7.	Planteamiento de propuestas.....	20
3.2.1.	Aplicación de herramienta Lean Manufacturing	21
3.2.2.	Plan Excelencia Operacional.	21
3.2.3.	Plan Clima Laboral.	27
CAPÍTULO IV.....		29
4.	RESULTADOS	29
4.1.	Diagnóstico de los procesos.....	29
4.2.	Análisis de la reducción de la materia prima.	29
4.3.	Reducción de costos.....	30
5.	CONCLUSIONES.....	32
6.	RECOMENDACIONES	33
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		34

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Scrap - 3 últimos años, fuente: empresa de plásticos	18
Tabla 2 Costos asociados, fuente empresa de plásticos	18
Tabla 3 Lluvias de ideas	20
Tabla 4 Acciones de Mejora	21
Tabla 5 Check List de inspección	22
Tabla 6 Criterios de Aceptación de calidad	24
Tabla 7 Generación de Scrap actual.....	29
Tabla 8 Costos asociados	30

LISTA DE ILUSTRACIONES.

Ilustración 1 Esquema de la metodología.	16
Ilustración 2 Departamentos de la empresa	16
Ilustración 3 Diagrama de flujo del proceso de soplado.....	17
Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa Tema: Scrap	19
Ilustración 5 Diagrama de flujo propuesto.....	26
Ilustración 6 Pizarra de control Visual.....	27
Ilustración 7 Cuadro de producción vs devoluciones	30
Ilustración 8 Costo asociados por año.	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1; Ubicación empresa de Plásticos.	6
Figura 2 Las 7 Mudadas de OHNO	9
Figura 3 Diagrama de Flujo	13
Figura 5 Ciclo de Deming.....	14

INTRODUCCIÓN

El mercado global demanda mantenerse competitivo sea en la generación de un bien o servicio a ello las empresas definen el crear una estrategia que los catapulte al crecimiento o por lo menos mantenerse, en este camino buscan como parte de esta estrategia la reducción de costos en sus procesos que al final se vean reflejados en los clientes o la diferenciación de su producto o servicio que los posicione en un lugar privilegiado por un tiempo sea que de preferencia lo requieran a largo plazo.

En esta senda entienden los conocedores que para reducir costos el método más acertado es la aplicación de metodologías o herramientas de mejora continua, para esto existen varias metodologías como las teorías de las limitaciones o (TOC), que evocan el análisis de la cadena determinando el eslabón con menos capacidad de reacción al cual se debe aplicar toda la atención brindándole los soportes para que se incremente su capacidad de producción o resolución logrando un mejor desempeño de la cadena productiva, incrementando sus flujos al tener como base que lo importante es el mantener un retorno más efectivo de los flujos por cada operación realizada, a nivel mundial se tiene empresas como 3M Corporation, AT&T, Delta Airlines, Ford Electronic, United States Air Force, entre otros (Héctor Aranzueque, 2004).

Otras de las metodologías son las 6 sigmas (6 σ), cuyo enfoque lo veremos con detalles en el capítulo de la metodología, más su enfoque es más determinado a la calidad del producto partiendo que la premisa es obtener 3 defectos por cada millón de evento o de oportunidad, aplicando seguimiento por cada procesos de forma estadística, con valores cuantificables analizados en una campana de distribución normal (método estadístico) y observando mediante los datos los desvíos del proceso con sus implicaciones determinada por las variables de análisis.

En el mercado internacional empresas como Intel, Kimberley-Clark, Caterpillar, John Deere, Ford han aplicado en sus procesos las metodologías Lean Manufacturing, aportándole grandes beneficios como en el caso de Intel, quien obtuvo la reducción de tiempo de 14 semanas a 10 días en la introducción de nuevos chips (Daniel, 2020).

La pionera en desarrollo de metodologías y herramientas de administración de la producción y operaciones para las empresas Toyota, desarrollo el sistema de producción Toyota (*Toyota Production System* TPS) que son las bases y filosofía del sistema Lean, vinculando a ello otros sistemas como el *Just in time* (JIT) o justo a tiempo, que aporta en la mejora de la productividad, las 5S como parte de la identificación y eliminación de los desperdicios en los procesos, mejorando ergonomía y el ambiente laboral en las áreas de trabajo (Corporation, 2022).

Posterior a ello adoptada en el mercado norteamericano entre los años 1976 al 1980, por las fábricas de la época que también se dedicadas al mismo rubro de la manufactura de vehículos como son la empresa Ford, posterior a ello aplicando técnicas de seguimiento y control estadístico enfocadas al máximo de la calidad dando forma a las llamadas 6 sigmas por la empresa Motorola en el año 1988 por el Ing. Bill Smith (Vázquez, 2005).

En Ecuador, las empresas de los diferentes ramos de producto o servicios se encuentran en la constante búsqueda de la optimización de sus recursos en los diferentes departamentos que

componen la organización, en esta búsqueda emplean la colaboración de profesionales o entidades con experiencia en el análisis y la aplicación de las metodologías o herramientas de mejora, en esa vía se puede nombrar varios casos de éxitos en la aplicación de una o alguna de las herramientas, entre ellas tenemos:

Empresas como la Difare, dedicada al sector farmacéutico con más de 30 años de operaciones en distribución, desarrollo de farmacia y representaciones de productos varios, determino que se presentaban reclamos continuos por errores logísticos, por lo que en la búsqueda se soluciones aplicaron una de las herramientas de lean Manufacturing como es las 6 sigmas, la cual a través de la cuantificación y seguimiento estadístico de los errores se obtuvo una mejora del 0,89% sobre las ventas proyectadas, en las operaciones acortando las ordenes retrasadas (back order) produciendo ahorros económicos sobre el millón de dólares (TBL, 2018).

Otro caso mejora continua aplicada es de la empresa Cervecería Nacional, empresa líder en el mercado en bebidas de moderación, subsidiaria de la multinacional SAB Miller, determino un exceso de inventario lo cual generaba pérdidas económicas en las operaciones financieras, como parte de la solución y la implementación de la metodología 6 sigma, lograron bajar los inventarios en un 23,46% con respecto a la valoración de las existencias en los ítems utilizados como pruebas pilotos, obteniendo una liberación de capital operacional (TBL, 2018).

Como tercer caso tenemos la empresa Pronaca, productora y distribuidora de productos alimenticios, en su análisis de problemas determino que el procesado de pavos al particionarlos o hacerlos presas en el denominado corte primario y por ser un proceso manual se mantenía un desperdicio del 15%, con la aplicación de la mejora continua utilizando 6 sigma, lograron reducir el 0,5% en los desperdicios convirtiéndose esto en un aumento de la rentabilidad en esta unidad de negocio (TBL, 2018).

Con las anteriores referencias podemos entender que parte de un proceso de desarrollo y visión de las empresas deben ser la mejora continua en cada etapa del crecimiento de una organización, obteniendo como resultado mejora del flujo del proceso, reducción de mermas, incremento de la calidad del producto o servicio y como adicional y no menos importante se ve reflejada en la rentabilidad de la empresa.

En la empresa de plásticos también promueve el mantenerse con mejoras en sus áreas por lo que considera una de las estrategias es aplicar técnicas que le proporcionen estos resultados esperados, partiendo de ello pretenden desarrollar técnicas como Kaizen y Lean Manufacturing, con el fin de determinar sus principales problemas y plantear las mejoras en los procesos a analizar y generar ahorros en la parte financiera de la organización.

En el desarrollo del método de mejora continua en la empresa de plásticos estará compuesto de cinco capítulos en los cuales se mostrará la presentación de la empresa, sus problemas presentados, la herramientas o técnicas a usar y la aplicación de las misma, así como el desarrollo de la resolución del problema planteado y las debidas conclusiones que se deben exponer para asegurar el éxito de los resultados.

Está compuesto de los siguientes capítulos:

Capítulo I, en esta etapa se analizará el problema de los desperdicios y el impacto que generan en las organizaciones a nivel organizacional, operativo y económico, este tipo de impactos se presentan en empresas a nivel mundial valores que podremos observar mediante cuadros e informes, este impacto provocado por la generación de mermas o scrap en los procesos de inyección, así como el impacto económico por la pérdida de materia prima, tiempo de proceso, mano de obra y recursos varios utilizados en el proceso de manufactura de los envases.

Así como las justificaciones y delimitaciones existentes durante el planteamiento y/o desarrollo, como la importancia y alcance del proyecto y sus debidos objetivos que enfocan la dirección a conseguir y los posibles beneficiados.

Capítulo II, como parte del marco teórico se debe plantear los conceptos, teorías y herramientas disponibles a usar durante el planteamiento, análisis y resolución del problema a despejar en el proyecto, además de actividades específicas de las cuales debemos tener el conocimiento básico de lo que denota la expresión sea como un proceso o procedimiento y/o recurso.

Capítulo III, dentro de este ítem se detalla la metodología a aplicar en la resolución del problema presente con sus debidos pasos, técnicas y herramientas para el desarrollo en cada etapa, además del tipo de información que se utilizará y como se la procesará de tal forma que nos pueda servir como guía en la toma de decisiones durante la aplicación de la mejora, además de la profundización de la metodología Lean Manufacturing y Kaizen las mismas que aplicaremos con sus herramientas recomendadas.

Capítulo IV, en este apartado expondremos la situación inicial de la empresa con sus inconvenientes determinados mediante el uso de la técnica más adecuada aplicada, y sus resultados en términos numérico a nivel de ahorros de tiempos, procesos como económicos, y los resultados en términos de procedimientos requeridos a implementar para una sostenibilidad de los resultados en función del tiempo.

Capítulo V, explica en términos monetarios mediante gráficos y resultados de los procesos, las eficiencias con sus ventajas de la aplicación del método de mejora continua, así como la rentabilidad en términos monetarios que se generan una vez superado el problema presentado durante el análisis.

Capítulo VI, en estos párrafos expresaremos las recomendaciones a bien consideradas durante la aplicación de la mejora, así como para tratar de mantener en el tiempo las adecuaciones presentadas.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. Antecedentes

A nivel mundial el proceso de reutilización de desperdicios se lo genera de diferentes formas, de ello podemos nombrar según los informes anuales del año 2018 de Cicloplast, empresa que realiza recolección de todo tipos de desechos y comprometida con el ambiente de origen española, el 42% de desechos plásticos de reciclaje y el 39% al vertedero y la diferencia se los considera como valoración energética (proceso de compresión para reducir su volumen en los botaderos, cabe indicar que se mantiene una tendencia al crecimiento de generación de desechos, con resultados de 3,5% con respecto al año anterior (2017), más con un 7% de incremento de reciclado con respecto al año anterior, llegando a un millón de toneladas.

Para el 2019 indican haber crecido en un 9,6 % en temas de reciclaje de envases plásticos, así como el índice de reciclaje de plástico por habitante de la EPRO (*European Plastic Recycling and Recovery Organits*), llegando España el segundo lugar con un 11,2 kg/hab., superados por países del primer mundo como Italia, Reino Unido y Francia (CICLOPLAST, 2019).

En Ecuador según el instituto nacional de estadísticas y censo (INEC), en el año 2018 se generó un total de 12739,01 Toneladas de basura diaria y de estas el 11.43% eran pasticos, eso es aproximadamente 531461 toneladas al año de plástico remarcado en la región sierra que generan más desechos con un 6,44% siendo de esta zona la provincias de Imbabura con un aporte del 12,82% de desechos plásticos de un solo uso, En el cuarto año, las fundas deben tener un 60% de material reciclado; los recipientes de espuma flex, un 18%; los vasos y tarrinas, un 30%; los cubiertos, un 30%; y las botellas PET, un 30%.

Estos valores se generan al estar presente el desarrollo de la creación de una cultura de clasificación de desechos en origen, desechos plásticos (37,50%), Orgánicos (33,20%), papel/ cartón (32,00%), vidrio (17,60%) y por primera vez en el 2018, ingresan las categorías de metal (15,00%) (INEC, 2019).

Como parte del proceso de disminuir el consumo de plástico en ciertas ciudades del país se desarrolló campañas para que las empresas en conjunto con el municipio estableciera fechas de plazo de la fabricación limites y que estos envases procesados sean colocados como últimos de esas características y logren ser consumidos en los diferentes lugares de ventas de expendios comestibles que utilicen utensilios de plástico, estas medidas dieron como resultado el índice de consumo per-cápita por año de 406,8 Kg, al 2012, lo que representa la mitad de los residuos generados por parte de Estados Unidos (828 Kg/per cápita/año), tomando en consideración el tamaño geográfico a comparar entre Ecuador y EEUU. Ahora, esa cifra está en 313,9 Kg. Simples, sin embargo, comparando con la región Andina, Ecuador se encuentra antes de Chile, Brasil, Perú y Colombia, dando a evidenciar que los países de América latina son los que más generan desechos plásticos al medioambiente, esto según dice el informe que cita un estudio del INEC del 2014 (PlanV, 2020).

1.2. Justificación.

El siguiente trabajo se lo considera justificar bajo los rumbos teóricos, económicos y prácticos.

1.2.1. Justificación teórica.

La generación de scrap en los procesos productivos son operaciones que se pueden minimizar y/o controlar para lo que se debe revisar su origen y los factores que la generan, estos pueden ser desde los procesos, maquinarias y/o humana para posterior a esto desarrollar planes de mejora impactando directamente a la causa raíz del problema.

Generando un plan de mejora eficiente y eficaz se podrá minimizar los consumos adicionales de materias primas, horas extras para completar lo programado e inclusive la pérdida de tiempo por paradas de maquinaria.

Para alcanzar las eficiencias requeridas es menester desarrollar un plan de mejora que defina y re defina los procesos y operaciones con sus respectivas limitantes que aseguren la producción adecuada.

1.2.2. Justificación económica.

La optimización de procesos, aplicación de metodologías y demás uso de herramientas de administración de procesos aporta de forma directa a los resultados económicos, debido a que la reducción de mermas y/o desperdicios de materias primas, tiempo de reproceso, mano de obra directa, representan valores monetarios positivos para la empresa.

1.2.3. Justificación práctica.

Aplicando las herramientas de mejora continua como Lean Manufacturing y Kaizen podremos optimizar en todas las fases y áreas e los procesos es decir desde el factor humano, maquina y entorno, siendo estas aplicaciones medibles y cuantificables, mejorando a nivel económico y en calidad del producto final al igual que al cliente final, minimizando los reclamos, dándole un mejor fin a los productos retenidos por las diferentes razones de calidad que tengan.

Posterior a la aplicación se deben dar seguimiento a través de los indicadores establecidos en cada proceso y las debidas reuniones que orienten a seguir con la aplicación de la mejora en la fábrica de plásticos a nivel operativos.

A nivel organizacional se aspira desarrollar un ambiente laboral adecuado evitando la inestabilidad en los puestos de responsabilidad y operativos, promoviendo un cambio cultural en toda la empresa generando sensibilización y empoderamiento en los colaboradores, desarrollando un eficiente equipo de trabajo.

1.3. Importancia y alcance.

Con la aplicación de la mejora continua se logrará que en la empresa de Plásticos, bajar la excesiva generación de scrap en los proceso productivos de inyección, disminuyendo los

consumos actuales de materia prima en cada lote de producción, así como esto se observara reflejado en la baja de los costos de producción de este proceso, y el enfoque más a la calidad del producto, esto debido a que en el proceso los colaboradores estarán más dispuestos a determinar acciones prontas y efectivas durante las corridas de producción con decisiones acertadas que evitaren generación de productos con fallas, promoviendo un nivel diferente de compromiso en cada sitio de trabajo.

El proyecto tocará todos los inmersos en el proceso productivo, lo cual desarrollará una mayor armonía en el ambiente de trabajo, más compromiso de las áreas de apoyo y de los directivos del departamento, logrando que se obtenga un resultado favorable para la organización y por ende a los colaboradores.

1.4. Delimitación

Las delimitaciones presentadas en este proyecto están en función del área geográfica y del tiempo a desarrollar el mismo, destallados en los párrafos siguientes:

1.4.1. Delimitación geográfica

En este aspecto encontraremos que al ser una empresa de un solo sitio se procederá a aplicar el proyecto en sus instalaciones ubicadas en la ciudad de Guayaquil, av. Domingo Comín y calle 8ava., sector La Pradera.



Figura 1; Ubicación empresa de Plásticos.
Referencia: Google Maps.

1.4.2. Delimitación temporal

Para el desarrollo del proyecto se ha determinado un tiempo de 6 meses, este planificado en etapas, durante el cual se realizará el levantamiento de información, análisis de la situación inicial y la implementación de la metodología.

1.5. Problema de investigación

El scrap nombre técnico asignado a los desperdicios generados en los procesos productivos, es el primer detonante de controlar en las fábricas.

En la empresa de plásticos se presentan a diario los reportes de Scrap generados en las diferentes etapas de fabricación, mismos que se reflejan al final de las operaciones como pérdidas económicas.

Estos Scrap se presentan por varios motivos dentro de los cuales tenemos, el material, la mano de obra, maquinarias y equipos, que de forma directa e indirecta fomentan las pérdidas en cada proceso, los costos asociados en cada una de las etapas varían dependiendo de la interacción de a materia prima con los diferentes actores en el proceso de transformación.

Para ello se ha considerado que la aplicación de métodos de lean Manufacturing, pueden aportar con el control de merma en los procesos productivos para para bajarlos o eliminarlos de ser posible, para ello se concluye en realizar la siguiente pregunta:

1.5.1. Formulación del problema general

¿Cómo aplicar la herramienta Lean Manufacturing – Kaizen en los procesos de producción de plásticos?

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Proponer un plan de mejoramiento basado en Lean Manufacturing - Kaizen en los procesos de producción de plástico.

1.6.2. Objetivos específicos

- Determinar los procesos involucrados objeto de generación de scrap.
- Determinar el costo de pérdida que se genera por acumulación de scrap.
- Desarrollar el plan de mejora aplicando las herramientas de Lean Manufacturing-Kaizen, en cada uno de los procesos.

1.7. Beneficiarios

La institución educativa Universitaria Salesiana obtendrá un beneficio, ya que con la puesta en práctica el estudiante desarrolla actitudes, técnicas y toma de decisiones estratégicas, mejorado así sustancialmente sus habilidades y destrezas, retroalimentándose la institución en las

debilidades que pueda observar durante el desarrollo del proyecto, aportando en la mejora continua de la institución, la retroalimentación y a la imagen de la misma.

Los estudiantes de la carrera Ingeniera Industrial, quienes pueden optar por tener como medio de investigación este proyecto, dándole una claridad del cómo se aplica las nuevas tendencias de mejora continua de los procesos en las empresas manufacturera en especial la de plástico.

La información desarrollada en este proyecto quedará como referente para las empresas que deseen aplicar nuevas técnicas de mejora continua en sus procesos productivos.

La empresa de plásticos, que al aplicar en sus procesos la metodología de lean Manufacturing, obtendrá beneficios de rentabilidad económicas.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

Para tener una referencia conceptual de las herramientas técnicas, teóricas como los términos propios del proceso de producción de plástico se detalla a continuación los conceptos de los términos y demás utilizados en este proyecto.

2.1. Marco Conceptual

Scrap: De acuerdo con la referencia del lugar donde se produce la merma o desperdicio, (SCRAP como palabra inglesa adoptada local) es un producto generado luego de un proceso industrial en todas sus formas, materiales y tipos de ejecuciones de métodos industriales, o toda actividad complementaria que tenga como fin un material denominado desperdicio al no formar parte del producto final inicial procesado.

En segundo término, define al residuo industrial como a cualquier elemento, sustancia u objeto en estado sólido, semisólido, líquido o gaseoso, obtenido como resultado de un proceso industrial, que no genera valor a la materia prima inicial y/o al producto final (Barruto, 2021).

Uno de los precursores de la eliminación de desperdicios es el Ing. Taiichi Ohno, un ejecutivo de Toyota y autor del conocido libro “*Just in time*” el Sistema de producción de Toyota, en el cual describe la filosofía de trabajo Justo a tiempo “JIT”, orientada a producir eficientemente los artículos, teniendo siempre como premisa “se debe fabricar en el momento requerido y en la cantidad exacta, todo lo demás es desperdicio” (Norma ISO 9001:2015, 2020) Ohno, determino que estas 7 muda (termino Japones) o desperdicios afectaban directamente al proceso (Figura 2).



Figura 2 Las 7 Mudras de OHNO

Es una acción necesaria para las organizaciones porque representa la posibilidad de sobrevivir un contexto global competitivo (Unir, 2021).

Metodología Lean Manufacturing: O manufactura esbelta la cual aplica el análisis de estas mudas para modificar y lograr el mejor óptimo de un proceso en fábricas, y elevar el análisis, a un estudio integral de cualquier proceso operacional (comercial, ventas, administración, compras, etc.).

Durante la implementación de la filosofía “Lean”, se aplica un conjunto de principios, herramientas y metodologías, con el objetivo de evaluar el flujo de valor de todos los procesos e identificar y eliminar el desperdicio. Este flujo de valor se entiende como la serie de pasos en cada proceso que agregan valor para el cliente (Norma ISO 9001:2015, 2020).

Muda: Termino acogido por la metodología lean, que define a toda actividad que no agrega valor al proceso.

Procesados: Productos retenidos por diferentes causas y en cualquier fase del proceso productivo.

Costos de No Calidad (CNC): Son costos atribuidos al proceso por deficiencia de la calidad del producto, es decir costos que no son directos del proceso pero que influyen en los análisis económicos.

Ingeniería de Procesos: es la disciplina técnica encargada de diseñar, planificar y tomar las decisiones correctas para que cualquier proyecto industrial funcione y se ejecute siguiendo las directrices establecidas.

Los procesos son ejecutados por los diferentes responsables de cada una de las fases del proyecto, ocupándose de la gestión y la puesta en marcha de un proyecto (TANDEM, 2020).

Gestión Visual: Es el medio comunicación basados en gráficos, esquemas y colores, publicados para exponer las acciones materializadas o por materializar. La simple utilización de colores o el uso de un *post-it* para recordar fácilmente algo son las formas de gestión visual más utilizadas (Sage, 2021).

Árbol de pérdidas: Es la herramienta utilizada para disminuir al máximo toda pérdida, ya que en la misma se demuestra los resultados de los indicadores de planta en dinero, para dimensionar el costo de las pérdidas. El tronco del árbol es el problema central. Las raíces son las causas (PREZI, 2020).

Diagrama de Ishikawa: El diagrama causa-efecto es una herramienta de análisis que a través de la visualización nos permite determinar el origen de un problema o su efecto (Complutense, 2017).

“...el primer paso en el control de calidad es conocer los requisitos de los consumidores, otro paso es saber que compraran los consumidores, no se puede definir calidad sin saber el costo. Proveer los posibles defectos t reclamos. Pensar siempre en tomar las medidas apropiadas. El centro de calidad llega a su estado ideal cuando ya no requiere vigilancia (inspección)” ... (Ishikawa, 1986).

Lluvia de ideas: Herramienta creada en 1953 por Alex Osborn, técnica más conocida y utilizada cuyo nombre es cambiado con pequeñas variantes con el mismo enfoque, para ello se requiere reunir un grupo de personas con la misma afinidad con respecto al problema presentado y analizado, estos participantes proponen posibles soluciones desde su perspectiva y enfoque.

Estas son analizadas y sometidas a elección valoradas con una puntuación que determinan el peso de la idea, considerada a dar solución al problema, posterior a la elección se deberá realizar el seguimiento de la misma para confirmar su efectividad o realizar los cambios requeridos para alcanzar el óptimo requerido.

Procesos de mejora continua: Es la ejecución constante de acciones que mejoran los procesos en una organización, minimizando al máximo el margen de error y de pérdidas.

Gestión de procesos como actividad imprescindible en las empresas, aplicando modelos eficientes de gestión en recursos que aporten con ventajas competitivas en el mercado y ofrecer servicios rápidos y contar con expeditos canales de comunicación (Orellana, 2020).

2.2. Bases teóricas.

Esta investigación está basada en la aplicación de herramientas de mejora continua como Lean Manufacturing y Kaizen.

2.2.1. Metodología Lean

El lean Manufacturing, también conocida como *lean management* o *lean production*, es una filosofía para la gestión empresarial. La aplicabilidad de esta metodología es en todos los aspectos de una organización con el fin de buscar la mejora de resultados a través de la detección y eliminación de toda actividad que no agregan valor en el proceso.

Dicho termino expuesto en un libro de los autores James Womack y Daniel Jones, quienes, realizaron el estudio del sistema de producción de Toyota y publicaron sus hallazgos en “*Lean Thinking: Cómo utilizar el Pensamiento Lean para eliminar los despilfarros y crear valor en la empresa*”.

En consecuencia, Lean es maximizar el valor agregado esto implica hacer siempre bien las cosas, buscando continuamente la perfección dándonos varias herramientas para lograrlo, partiendo que en todo proceso indiferente del tipo que sea existen actividades que no agregan valor y se deben eliminar, trastocando de forma positiva en los resultados tanto financieros como operativos (Industrial, 2021).

Lean Manufacturing determina tres tipos de desperdicios que se deben analizar que son:

Muda, enfocándose a toda actividad sin valor en el proceso.

Muri, enfocado a toda pérdida generada por sobrecarga de equipo y/o recursos.

Mura, enfocado a las pérdidas generadas por la variabilidad de los procesos en la cadena de valor.

2.2.2. Herramientas Lean

Para aplicar las mejoras Lean Manufacturing nos aporta con varias herramientas aplicables según sea la problemática existente en la empresa, de ellas tenemos:

Kaizen: Como filosofía de mejora continua Lean, Kaizen se basa en hacer pequeños cambios sistemáticamente buscando un objetivo común que transformándose en un hábito por la concurrencia de aplicación se transforme en un gran cambio con resultados permanentes.

Para planificar de una forma orientada las actividades hacia estas prácticas de gestión se puede utilizar el ciclo PDCA (Planificar, Hacer, Verificar, Actuar) o como se lo conoce el ciclo de Deming, desarrollando cada etapa lograremos cambios en los procesos sustanciales.

De tener variaciones o resultados no esperados se debe replantear la planificación para iniciar el ciclo desde otras perspectivas, esto se lo debe realizar cuantas veces se lo requiera.

Just in Time: Esta filosofía trabaja en los flujos de los procesos, donde solo se debe fabricar lo estrictamente necesario cuando y donde se lo requiera, enfocado siempre en lo que el cliente está dispuesto a pagar, para ello se debe entender que es menester mantener ciertos criterios.

Para Just in time, es necesario tener la flexibilidad y versatilidad de los procesos y los colaboradores y en sus procesos aplicar el sistema de producción *PULL* (tirada o requerida), que es básicamente tirar o halar del puesto próximo al puesto anterior, esto por consecuencia detalla la inexistencia de stock es decir stock cero, promoviendo a la tolerancia cero en errores.

Adoptar la aplicación de la metodología 5S (orden y limpieza en cada zona de trabajo), *SMED* (mínimo de tiempos por cambios de matrices y/o modelos) y *TPM* (cultura de mantenimiento preventivo en cada maquinaria y/o equipo), estas son herramientas del Lean que también se promueven dentro de otras herramientas como el Just in time para lograr un objetivo mayor en los cambios o mejoras de los procesos.

Metodología 5S: Las 5S son 5 palabras de origen japonés que empiezan por la letra S y son: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke*, cuya traducción más filosófica al español son: despejar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina, cada una de estas palabras se las debe aplicar en el orden detallado en un área determinada logrando así un orden completo con limpieza y manteniendo una visión clara de cada espacio.

Kanban: Es otra de las herramientas del *lean manufacturing* enfocadas en mejorar el flujo, el significado de esta palabra Japonesa, que podría traducirse como «tarjeta de señalización» que mediante la misma se permite conocer rápidamente el origen, destino y requerimiento de partes y materiales a lo largo de todo el sistema, esto ubicados en contenedores con la cantidad requerida para un lote de producción exacto, la cantidad de contenedores dependerá del tamaño del lote, los tiempos de reposición (*lead time*).

SMED: El cambio rápido de matrices o moldes (*SMED = single minute Exchange of die*) es una técnica de planificación de operaciones que busca reducir al máximo los tiempos de parada de línea ocasionados por *setups*, configuraciones o recambios. Además de ser una piedra angular del *lean manufacturing*, también es una actividad ampliamente ejercida por ingenieros

industriales al tener que aplicar técnicas de análisis de tiempos y movimientos (aplicando diagramas de flujos de las operaciones), por medio de videos y repetición de la observación.

Diagrama Num: 3		Resumen			
Maquina: BA16		Actividad	Actual	Propuesta	
Actividad: <i>Cambio de Molde</i>		Operación	4,71		
Método: Actual		Transporte	0,55		
Lugar:		Espera	0,57		
Operario (s): Pin - Gamboa		Inspección	0,24		
Fecha: 15abr		Almacenamiento	0,14		
Fecha:		Distancia (m)	83,17		
Compuesto por:		Tiempo (min-hombre)	6,21		
Aprobado por:		Costo			
		- Mano de obra			
		- Material			
		Total			
Descripción	Cantidad	Tiempo	Distancia	Símbolo	Observaciones
16 Limpieza de placa fija		18,3		●	Se convierte a interna
17 Limpieza de placa móvil		17,3		●	Se convierte a interna
# Montaje de mangueras hidráulicas		13,5		●	Actividad Interna
# Limpieza de cavidad		3,6		●	Se convierte a interna
# Retirar mangueras de agua		8,4		●	Actividad Interna
# Ajuste de pernos, en espacio reducido		7,4		●	Actividad Externa
# Retirar mangueras hidráulicas de aceite		7,1		●	Actividad Interna
10 Traslado de expulsores		6,4	6,32	●	Se convierte a interna
# Traslado de accesorios de molde anterior		6,3	6,32	●	Se convierte a interna
# Traslado de molde a montar		6,2	7,14	●	Se convierte a interna
10 Buscar accesorios de molde		5,2	4,3	●	Se elimina
2 Buscar cajón porta molde		4,2	5,2	●	Se elimina
13 Buscar expulsores y acoples		3,5	5,4	●	Se elimina
# Ajuste de mangueras		1,4		●	Se elimina
4 Buscar cajón porta herramienta		1,4		●	Se elimina
18 Desmontar molde anterior		27,3		●	Actividad Interna
# Desmontaje de placa de enfriamiento		13,6		●	Actividad Interna
# Colocar racores de agua de chiller		12,5		●	Actividad Interna
# Calibración de parámetros		3,2		●	Actividad Interna

Figura 3 Diagrama de Flujo

Herramienta útil para determinar que operaciones durante el proceso de deben mantener como externa e internas.

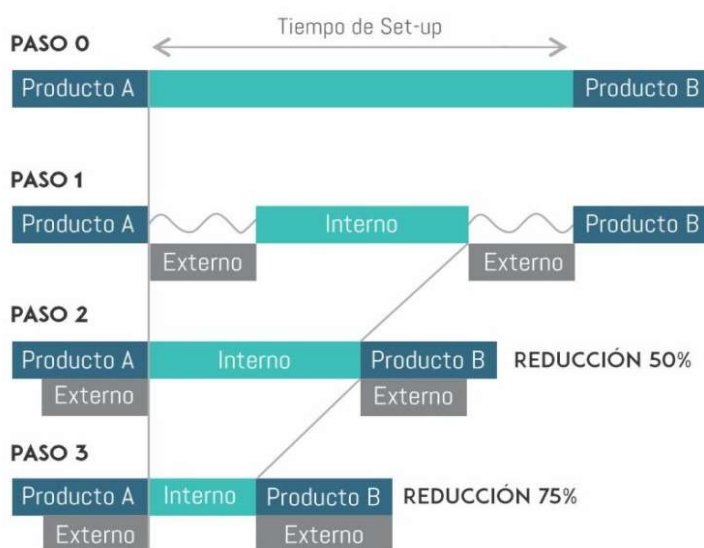


Figura 4 Reducción de tiempos del Set-up

La técnica consiste en realizar un análisis inicial de los tiempos y procesos que se realizan durante el cambio de una matriz o molde, determinar cuáles son las operaciones internas y externas que se puedan realizar aun con la maquina en movimiento, estas operaciones externas normarlas logrando reducir los tiempos de ejecución de los cambios, y posterior a esto mantener y optimizar los tiempos internos, para esto podemos utilizar la herramienta de análisis del ciclo de Deming (PDCA).

2.2.3. Ciclo de Deming

Creada durante la década de 1920 por W. Shewart, más fue divulgado y expuesto por Edwards Deming, a quien se debe su nombre, consiste en planificar, hacer, verificar y actuar en el desarrollo de todos los procesos.



Figura 4 Ciclo de Deming

Planificar, previo análisis determinar cuál es el problema existente al que se le propone un plan de acciones para mejorarlo.

Hacer (*Do*, en inglés), aplicar la acción propuesta dando seguimiento con los responsables y con sus fechas determinadas.

Verificar (*Check*, en inglés), posterior a la aplicación del plan se debe verificar su eficiencia del mismo y sus resultados medibles que sean los esperados (Deming, 1997).

Actuar, de obtener los resultados propuestos en el plan se debe formalizar de forma asentada dichos cambios para poder replicar en otras áreas y/o procesos (Industrial, 2021).

La Mejora Continua no es un eslogan; es una filosofía, un estilo de vida. Implica no conformarse nunca, siempre buscar superarse.

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Método de investigación.

Se utilizo el método de investigación cualitativa y cuantitativa, aplicada a los datos históricos de los eventos durante los años anteriores en los procesos de producción y calidad a nivel de consideraciones económicas presentadas en la generación de las mudas en cada operación llamándole a esto una revisión de la información.

3.1.1. *Método cualitativo.*

Este se caracteriza por revisar varias variables numéricas y de esta forma poder expresar el problema de análisis, normalmente indican cantidad, conocido también por ser un método objetivo al generar datos fríos y planos donde los puntos de vistas no o interpretaciones no son válidas, más demuestran las cifras directamente sean estas positivas o negativas para el tema a tratar.

Dentro de la investigación cualitativa se tienen 3 tipos: - Descriptiva, analítica y experimental. La descriptiva evoca un enfoque mediante la observación, análisis y de mostración, utilizada para investigaciones científicas.

La investigación analítica determina a través del análisis mediante la comparación de grupos bajo control, estos resultados son revisados y con ellos son aprobadas o desmentidas las posibles hipótesis de un tema en referencia (Enciclopedia, 2022).

3.1.2. *Método Cuantitativo.*

Este método aplica técnicas de interpretación por resultados obtenidos a través de encuestas o entrevistas, es decir temas que pueden ser cuestionados y discursivos. (Enciclopedia, 2022).

3.1.3. *Revisión de información*

Consiste en revisar y elevar a importante a toda información relevante que aporte en el análisis de las causas y/o soluciones de un problema presentado, esta información puede ser generada por medios propios del investigador o proporcionada por la entidad a ser analizada, el aporte de esta información es de vital soporte en el proceso debido a la solides de la información y el historial presentado que retroalimenta al investigador desde el contexto de retrospección de los eventos a revisar.

3.2. Metodología de la investigación.

El levantamiento de la información para el análisis contendrá los siguientes pasos:

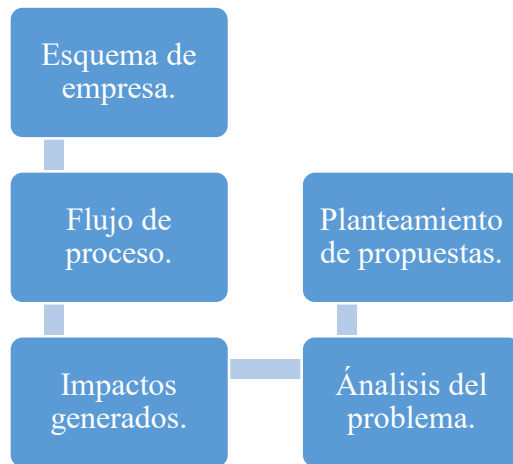


Ilustración 1 Esquema de la metodología.

3.2.1. Esquema de la empresa.

La empresa de producción de envases plásticos cuenta de las siguientes áreas:

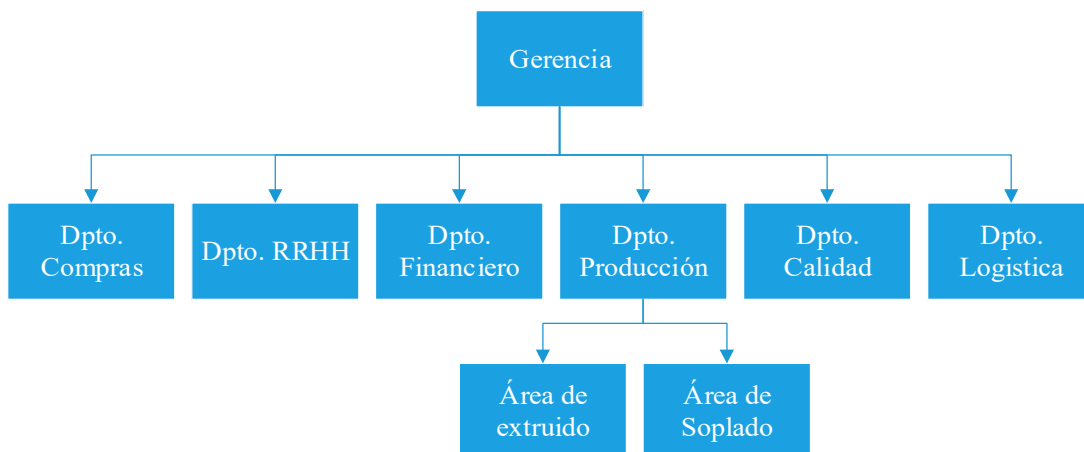


Ilustración 2 Departamentos de la empresa

El área de producción tenemos los procesos de extruido y soplado, para nuestro análisis nos enfocaremos en el área de soplado.

3.2.2. Flujo de proceso

Los flujos de proceso nos demuestran la ruta que se toma para poder generar un bien o servicio y de forma visual poder entender las posibles falencias en el proceso.

Para esto se detalla el diagrama de flujo actual del proceso de soplado que nos podrá dar una visión sobre los pasos generados durante la corrida de un lote de producción.

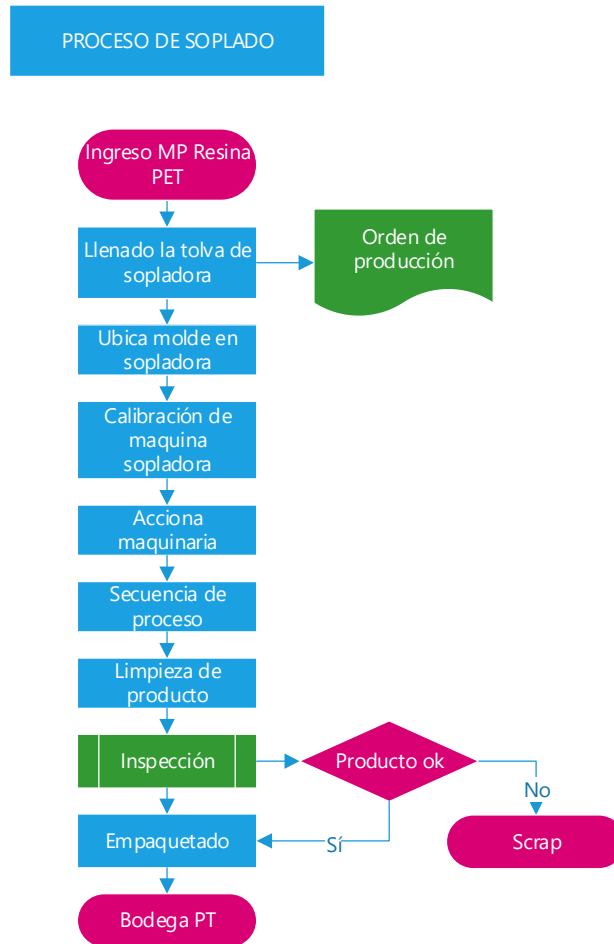


Ilustración 3 Diagrama de flujo del proceso de soplado

De acuerdo al diagrama se observa que durante todo el flujo no se denota controles que determinen la viabilidad del proceso productivo, más solo se genera una revisión a la salida de la sopladora.

3.2.3. Impactos generados.

Posterior a la revisión del flujo del proceso se procede a revisar la información proporcionada por la empresa que expone los excesos de desperdicios generados en la línea de producción datos que concuerdan en el flujo que expresa una revisión final y un apartado del desperdicio generado, estos desperdicios pasan también a convertirse en rubros económicos los cuales también se exponen a continuación.

3.2.3.1. Desperdicios generados.

Según los reportes del departamento de calidad, indican que se presentan grandes volúmenes de producto rechazado formado por los reclamos, estos se suman con los volúmenes generados en el proceso diario de fabricación convirtiéndose en un gran total de desperdicios o scrap, de los datos histórico del departamento podemos obtener el siguiente cuadro que proporcionan valores de los tres años anteriores.

Reclamos - Scrap			
	2019	2020	2021
Producción anual (kg)	3690225,564	3773125	4042380,95
N° Reclamos	35	32	28
Und devueltas	2029870	299851	165500
Kg afectados	10100	4054,2	3758
Scrap Desperdicio KG	49080	30185	25467
TOTAL, Kg	59180	34240	29225
% Scrap Desperdicio	1,33%	0,80%	0,63%

Tabla 1 Scrap - 3 últimos años, fuente: empresa de plásticos

En la tabla 1, Se puede observar que promedian los 40k de kilos de material declarado como desperdicio por año, aunque la tendencia es a la baja debido a variaciones de los niveles de producción y las diferentes alternativas realizadas para apalear estos índices de desperdicios, aún no se logran mitigar.

Estos kilogramos de desperdicios tienen un impacto económico que como en toda empresa al mantenerse anualmente se promueven a ser un problema con mayores dimensiones.

3.2.3.2. Costos asociados.

Al entender que la pérdida económica en una empresa es un problema de mayores dimensiones se procederá a exponer los costos asociados por las perdidas declaradas en el área de soplado por la generación de Scrap.

Costos asociados			
	2019	2020	2021
Reclamos	\$15.170	\$12.539	\$8.569
Bajas de Inventario	\$80.741	\$12.887	\$303.846
CNC Procesados (CNCP)	\$39.006	\$17.670	\$8.769
CNC Cargado al costo de venta	\$102.657	\$122.232	\$8.929
Cargos Directos (CD)	\$181.679	\$103.432	\$51.450
Totales	\$421.273,51	\$270.779,99	\$383.583,61

Tabla 2 Costos asociados, fuente empresa de plásticos

Dentro de los costos asociados tendremos valores como los “CNC” o costos de no calidad que se atribuyen por generarse en cada etapa de la postproducción (embalaje, almacenaje o distribución).

Estos costos afectan directamente a las consideraciones económicas y en el caso de la empresa de plásticos tiene un promedio de USD 358k anuales, valor de dimensiones considerables para las operaciones de la empresa.

3.2.4. Análisis del problema - Metodología Kaizen-

Para realizar el análisis del problema utilizaremos la metodología Kaizen, que nos ayuda a determinar problemas con las herramientas que ayuden a tener un panorama claro del origen que genera este efecto a ello utilizaremos el diagrama de *Ishikawa*, también llamada causa – efecto o espina de pescado por la figura que se forma para realizar el análisis, posterior a esta se utilizará el otra herramienta denominada lluvia de ideas que nos aportará con una valoración a enfocarnos en las causas de peso, esto determinado con el equipo de mejora continua que lo conforman cada líder de las áreas comprometidas en el proceso.

3.2.5. Diagrama de Ishikawa.

Con esta herramienta analizaremos seis puntos los cuales son: Mano de obra, maquinaria, medio ambiente, material, método de trabajo y procesos productivos que interactúan directamente con la causa del problema a revisar.

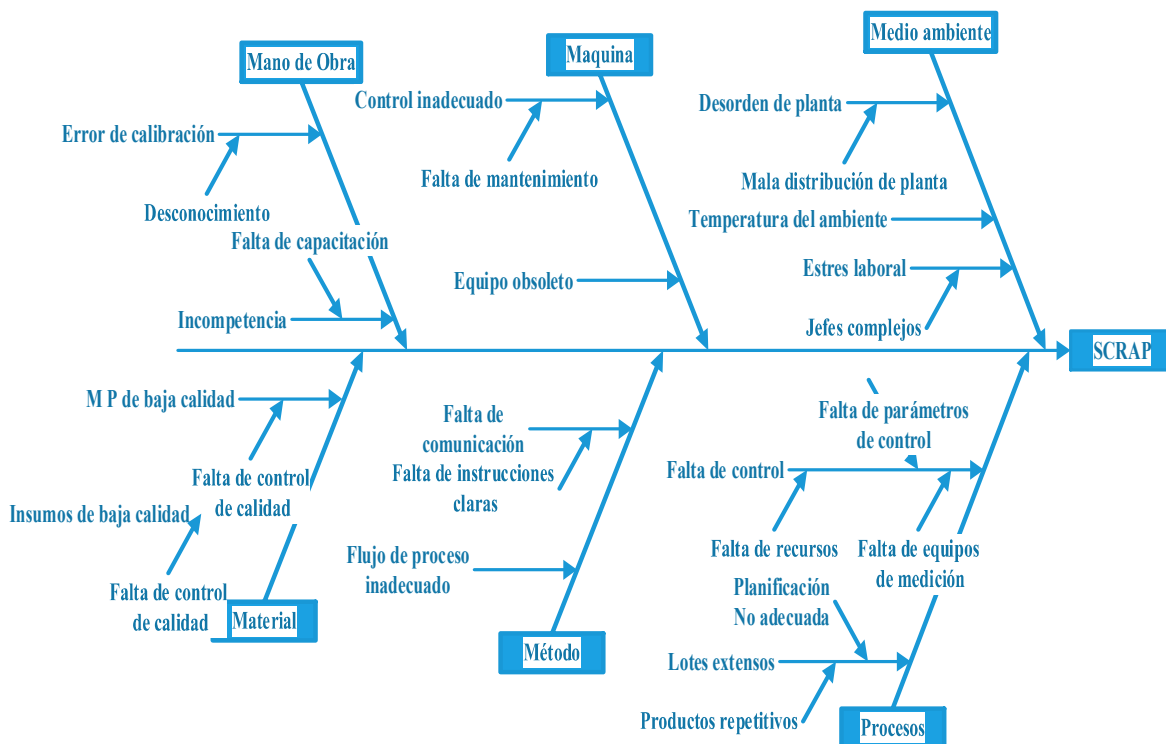


Ilustración 4 Diagrama de Ishikawa Tema: Scrap

En el diagrama de Ishikawa nos muestra las posibles causas del efecto presentado en el proceso, para examinar cada una de las posibles causas aplicaremos la herramienta de lluvias de ideas, que nos aportaran con un enfoque direccionado en cada una de las opciones expuestas en el desarrollo del diagrama.

3.2.6. Herramienta lluvia de ideas.

Esta herramienta analiza con perspectivas diferentes las causas encontradas en el diagrama de Ishikawa, detonando la posibles causa raíz del problema presentado.

Efecto	Causa	Sub-causas	Posibles soluciones	Calidad	Producción	RRHH	Gerencia	Total
Generación de desperdicios o SCRAP	Error de calibración	Desconocimiento Falta de capacitación Alta rotación del personal	Evaluación de desempeño	2	3	2	1	2
			Método de selección de personal	1	1	3	3	2
			Plan de capacitaciones direccionado	3	4	3	3	3
	Estrés laboral	Jefes complejos	Clima laboral	4	4	4	5	4
	Falta de comunicación	Error en las instrucciones Desconocimiento del proceso. Fatiga laboral	Clima laboral	4	4	4	5	4
	Control inadecuado	Falta de revisión de mantenimiento Mantenimientos correctivos	Plan de mantenimiento correctivo y preventivo	3	4	2	2	3
	Equipo Obsoleto	Para de maquinas por averías Productos defectuosos	Check list de maquinaria pre-operación	4	5	3	3	4
	Desorden de planta	Mala distribución de línea Exceso de transportes	Reingeniería de proceso	2	1	4	1	2
	Altas temperatura en ambiente laboral	Inadecuada ventilación Fatiga Deshidratación	Revisión de la ergonomía de trabajo	2	2	1	3	2
	Flujo de proceso inadecuado	falta de análisis de métodos	Revisión del flujo de proceso y modificación	3	5	2	4	4
	MP de baja calidad	Falta de control de calidad Proveedores no calificados Abastecimiento a destiempo	Tablas de criterios de aceptación de mp	5	5	4	5	5
			Desarrollo de proveedores calificados y cualificados	5	5	3	4	4
	Falta de control	Sin Parámetros de control Falta de recursos personal Fata de equipos de medición Poca orientación a resultados	Definir parámetros de control en el proceso	5	5	4	5	5
			Implementar el autocontrol o calidad en sitio	4	5	4	4	4
			Revisión de procesos de calidad	5	4	4	3	4
Lotes extensos	Productos repetitivos	Revisión de planes de producción	3	3	2	1	2	

Tabla 3 Lluvias de ideas

En la tabla #3 podemos observar las posibles soluciones aplicadas a cada una de las causas detectadas en el diagrama de Ishikawa, para ello se las agrupo por afinidad en la aplicación de la solución, y la valoración se la obtuvo con un equipo calificador que estaba organizado por los lideres de cada departamento implicado.

3.2.7. Planteamiento de propuestas.

De la tabla # 3 podemos obtener las acciones con mayor relevancia en función de su valoración mismas que se deberán aplicar y designar el departamento responsable según su característica.

A continuación, observaremos la tabla con la designación y acción a realizar:

Acción	Departamento
<i>Mantenimiento Productivo total (Check list maquinaria)</i>	Mantenimiento / Calidad
Parámetros de control en el proceso	Calidad
Revisión de procesos de calidad (Herramienta 5S)	Calidad
Revisión del flujo de proceso y modificación (Herramienta 5S)	Planta - Ingeniería
Tablas de criterios de aceptación de MP	Calidad
Desarrollo de proveedores calificados y cualificados	Calidad
Implementar el autocontrol o calidad en sitio (Herramienta Kanban)	Calidad - RRHH
Clima laboral	RR - HH

Tabla 4 Acciones de Mejora

En la tabla # 4, se puede observar que la mayor parte de las acciones están enfocadas en temas de calidad y recurso humano.

3.2.1. Aplicación de herramienta Lean Manufacturing

La versatilidad de la herramienta de lean nos ayudara con la aplicación de métodos acordes con cada una de las acciones a tomar previamente determinadas para cada área.

Para esto de determino llamar al plan “Excelencia Operacional”, de parte de las áreas implicadas como son ingeniería y calidad, en el que incluye aplicar el plan de mantenimiento productivo total o TPM por sus siglas en inglés, ingeniería de procesos con la aplicación de las 5S y para control de piso y gestión visual los tableros Kanban.

A nivel de Recurso Humano se aplicará el plan “Clima Laboral”, que abordará la integración laboral.

3.2.2. Plan Excelencia Operacional.

3.2.2.1.1. Mantenimiento productivo total.

Dentro de mantenimiento productivo total tenemos la aplicación de una lista de chequeo previo al arranque de las operaciones, esto aportará con parámetro específicos y necesarios en el arranque de la maquinaria, obteniendo validaciones desde la fuente, detectando fallas y/o averías lográndolas repararlas antes de una producción, así evitan daños de material, pérdida de tiempo y costos implicados.

Previo a la nueva responsabilidad del colaborador, se emite una capacitación de parte de los ingenieros de mantenimiento en los aspectos básicos y de control primario de la maquinaria y equipos, esto implica en los procedimientos del operador y las acciones de parte del departamento de recurso humano en los nuevos colaboradores operativos.

Este formato desarrollado por el departamento de mantenimiento, revisado por el departamento de calidad y producción, el documento será lleno por el colaborador en el inicio de cada jornada y posterior en cada arranque de proceso.

Las novedades de realce se deberán comunicar inmediatamente al jefe inmediato para coordinar con el departamento de mantenimiento y producción su reparación y reprogramación de la producción respectivamente.

CHECKLIST DE ACTIVIDADES

Proceso			
CHECK	ACTIVIDAD	FECHA	RESPONSABLE
<input checked="" type="checkbox"/>	Fuentes Electricas		
<input checked="" type="checkbox"/>	Panel de control		
<input checked="" type="checkbox"/>	Matrices		
<input type="checkbox"/>	Línea de aire		
<input type="checkbox"/>	Zona de dosificación		
<input type="checkbox"/>	Sistema de ventilación		
<input type="checkbox"/>	Control de temperatura		
<input type="checkbox"/>	Unidad de transmisión de fuerza		
<input type="checkbox"/>	Otras: Describa		
<input checked="" type="checkbox"/>	Observaciones		

Tabla 5 Check List de inspección

En la ilustración se puede observar que al llenar se puede ver el avance en porcentaje de lo requerido de hacerlo en un equipo digital, de hacerlo en físico se llena y se indica las observaciones.

3.2.2.1.2. Criterios de aceptación de calidad.

En el proceso de calificación de la materia prima es menester utilizar tablas de criterios de calidad que podamos comparar con las compras realizadas, estos frenarían la existencia de materias primas no calificadas para el proceso, las determinantes se las enmarco en una tabla de aceptación de criterios de calidad.

CRITERIOS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD MATERIA PRIMA

Actividad	Responsable	Descripción																
1. Determinar NCA o AQL	Inspector de Calidad	<p>1.1 Determinar el valor de NCA “nivel de calidad aceptable” (AQL). Se ha establecido para aplicación en los siguientes NCA o AQL, Estos son referenciales para calificación de reclamos externos y de materia prima, para aplicación en el proceso cada caso que no supere los AQL será analizado y definido con la supervisión de calidad y/o la gerencia de calidad.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Planta en general (PT, PP, MP, MF)</th> <th>Productos inspeccionados con cámaras de vídeo</th> <th>Tapas Corona</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Críticos</td> <td>0.4</td> <td>0.25</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>Mayores</td> <td>1.0</td> <td>0.65</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>Menores</td> <td>2.5</td> <td>1.5</td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>*(Excepciones a tabla anterior según acuerdos con clientes, proveedores o disposiciones específicas)</p> <p>1.2 Determinar el tamaño de lote (N)</p>		Planta en general (PT, PP, MP, MF)	Productos inspeccionados con cámaras de vídeo	Tapas Corona	Críticos	0.4	0.25	0.25	Mayores	1.0	0.65	0.4	Menores	2.5	1.5	1.0
	Planta en general (PT, PP, MP, MF)	Productos inspeccionados con cámaras de vídeo	Tapas Corona															
Críticos	0.4	0.25	0.25															
Mayores	1.0	0.65	0.4															
Menores	2.5	1.5	1.0															
2. Tipo de muestreo y nivel de inspección	Inspector de Calidad	<p>2.1 Determinar el tipo de muestreo y nivel de inspección.</p> <p>Se ha establecido como norma en los siguientes tipos y niveles:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Planta en general</th> <th>Áreas en Autocontrol</th> <th>Productos de reproceso</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Tipo de muestreo</td> <td>Simple</td> <td>Simple</td> <td>Simple</td> </tr> <tr> <td>Nivel de inspección</td> <td>II (normal)</td> <td>Según Guía de Inspección</td> <td>III (riguroso)</td> </tr> </tbody> </table>		Planta en general	Áreas en Autocontrol	Productos de reproceso	Tipo de muestreo	Simple	Simple	Simple	Nivel de inspección	II (normal)	Según Guía de Inspección	III (riguroso)				
	Planta en general	Áreas en Autocontrol	Productos de reproceso															
Tipo de muestreo	Simple	Simple	Simple															
Nivel de inspección	II (normal)	Según Guía de Inspección	III (riguroso)															

		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>Devoluciones negociadas de clientes</td> <td>Materias Primas</td> <td>Productos de reproceso</td> </tr> <tr> <td>Tipo de muestreo</td> <td>Simple</td> <td>Simple</td> <td>Simple</td> </tr> <tr> <td>Nivel de inspección</td> <td>I (reducido)</td> <td>II (normal)</td> <td>I (reducido)</td> </tr> </table> <p>** (Excepciones a las tablas anteriores según acuerdos con clientes, proveedores o disposiciones específicas)</p>		Devoluciones negociadas de clientes	Materias Primas	Productos de reproceso	Tipo de muestreo	Simple	Simple	Simple	Nivel de inspección	I (reducido)	II (normal)	I (reducido)																																																									
	Devoluciones negociadas de clientes	Materias Primas	Productos de reproceso																																																																				
Tipo de muestreo	Simple	Simple	Simple																																																																				
Nivel de inspección	I (reducido)	II (normal)	I (reducido)																																																																				
3. Código del tamaño de muestra	Inspector de Calidad	<p>3.1 Obtener la letra código del tamaño de muestra (ver tablas Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN- ISO 2859-1, o MIL-STD-105E, tabla I),</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3" rowspan="2">Tamaño del lote</th> <th colspan="3">Niveles de inspección general</th> </tr> <tr> <th>I (Reducido)</th> <th>II (Normal)</th> <th>III (Pigroso)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 a 8</td> <td>A</td> <td>A</td> <td>B</td> </tr> <tr> <td>9 a 15</td> <td>A</td> <td>B</td> <td>C</td> </tr> <tr> <td>16 a 25</td> <td>B</td> <td>C</td> <td>D</td> </tr> <tr> <td>26 a 50</td> <td>C</td> <td>D</td> <td>E</td> </tr> <tr> <td>51 a 90</td> <td>C</td> <td>E</td> <td>F</td> </tr> <tr> <td>91 a 150</td> <td>D</td> <td>F</td> <td>G</td> </tr> <tr> <td>151 a 280</td> <td>E</td> <td>G</td> <td>H</td> </tr> <tr> <td>281 a 500</td> <td>F</td> <td>H</td> <td>J</td> </tr> <tr> <td>501 a 1200</td> <td>G</td> <td>J</td> <td>K</td> </tr> <tr> <td>1201 a 3200</td> <td>H</td> <td>K</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>3201 a 10000</td> <td>J</td> <td>L</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>10001 a 35000</td> <td>K</td> <td>M</td> <td>N</td> </tr> <tr> <td>35001 a 150000</td> <td>L</td> <td>N</td> <td>P</td> </tr> <tr> <td>150001 a 500000</td> <td>M</td> <td>P</td> <td>O</td> </tr> <tr> <td>500001 o más</td> <td>N</td> <td>O</td> <td>R</td> </tr> </tbody> </table> <p>En función del tamaño de lote y el nivel de inspección establecido se determina la letra clave del tamaño de muestra</p> <p>LETRAS CLAVES</p>	Tamaño del lote			Niveles de inspección general			I (Reducido)	II (Normal)	III (Pigroso)	2 a 8	A	A	B	9 a 15	A	B	C	16 a 25	B	C	D	26 a 50	C	D	E	51 a 90	C	E	F	91 a 150	D	F	G	151 a 280	E	G	H	281 a 500	F	H	J	501 a 1200	G	J	K	1201 a 3200	H	K	L	3201 a 10000	J	L	M	10001 a 35000	K	M	N	35001 a 150000	L	N	P	150001 a 500000	M	P	O	500001 o más	N	O	R
Tamaño del lote						Niveles de inspección general																																																																	
			I (Reducido)	II (Normal)	III (Pigroso)																																																																		
2 a 8	A	A	B																																																																				
9 a 15	A	B	C																																																																				
16 a 25	B	C	D																																																																				
26 a 50	C	D	E																																																																				
51 a 90	C	E	F																																																																				
91 a 150	D	F	G																																																																				
151 a 280	E	G	H																																																																				
281 a 500	F	H	J																																																																				
501 a 1200	G	J	K																																																																				
1201 a 3200	H	K	L																																																																				
3201 a 10000	J	L	M																																																																				
10001 a 35000	K	M	N																																																																				
35001 a 150000	L	N	P																																																																				
150001 a 500000	M	P	O																																																																				
500001 o más	N	O	R																																																																				

Tabla 6 Criterios de Aceptación de calidad

3.2.2.2. Herramienta de mejora continua 5S y diagrama de flujo.

Para mejorar el flujo de la operación se implementa la herramienta de 5S, que se desarrolla aplicando cada una de las Seiri (utilización/clasificación), Seiton (ordenar), Seiso (limpiar e inspeccionar), Seiketu (estandarizar), Shisuke (disciplina), en el proceso.

- a) *Seiri* - clasificación: En la línea de producción se revisó la utilización de la maquinaria y los equipos de los cuales se procedió a definir la real utilización productiva de cada uno y dejando en la línea los requeridos como recipientes para la ubicación del producto terminado, y materias primas con cantidades específicas para realizar producción por lotes pequeños, disminuir o eliminar recipientes de almacenamiento de scrap posterior a la implementación de las mejoras.

Durante las paras de proceso para cambios de moldes o nuevas órdenes de producción el operador deberá realizar el check list de la maquinaria.

- b) *Seiton* – ordenar: Se procederá a demarcar la ubicación inamovible de cada cosa para que permanezca como sitio específico, logrando así un orden de cada cosa y equipo dentro de la línea de producción.
- c) *Seiso* – limpieza: en este proceso definiremos horarios de limpiezas de los equipos como del espacio físico de trabajo, que se dará en 3 ocasiones durante el día, esto es al inicio de la jornada, a la hora del almuerzo y posterior al término de la jornada.
- d) *Seiketsu* – estandarización: durante este proceso se procede a definir un flujo de operaciones acorde con lo establecido y definiendo los lugares de inspecciones propuesto como parte de la mejora del control y la detección a tiempo de las posibles fallas.

Diagrama de flujo nuevo:

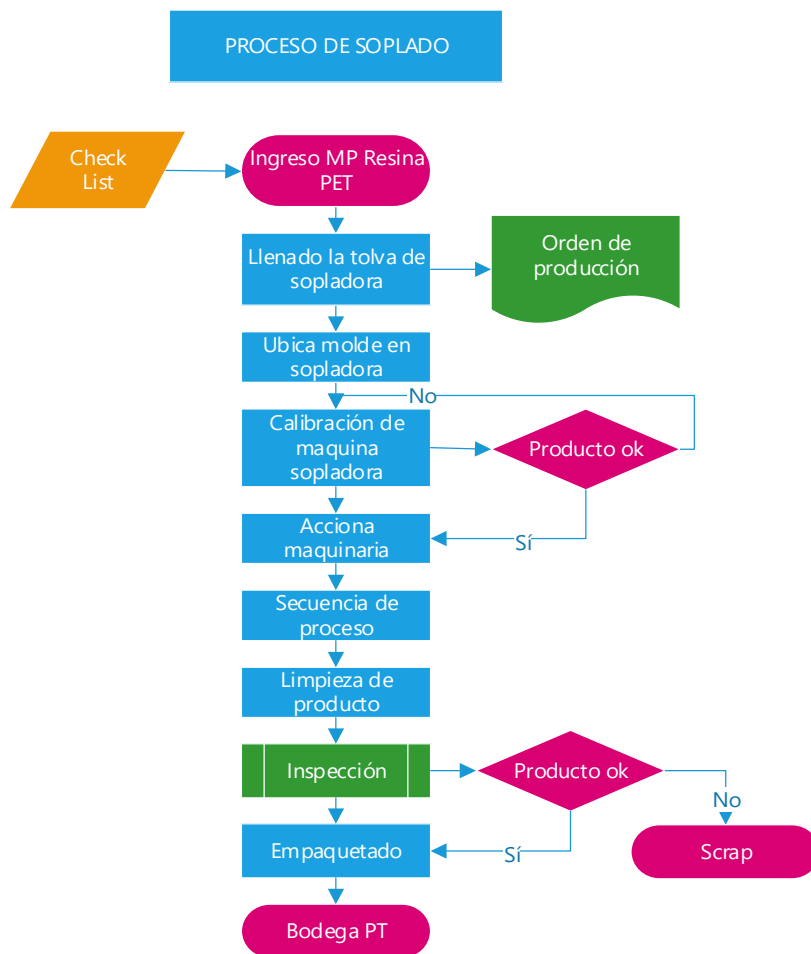


Ilustración 5 Diagrama de flujo propuesto

En la ilustración 5, podemos observar el incremento de las operaciones en el flujo, esto es una nueva inspección una vez obtenido el envase.

e) *Shitsuke* – disciplina: para mantener la disciplina y crearlo como un habito durante el proceso de producción se destalla en los procedimientos nuevos por parte del departamento de recurso humano las siguientes normativas tipo disciplinas.

- 1.- Mantener el orden y limpieza en el área de trabajo
- 2.- Realizar los check list del equipo y maquinaria.
- 3.- Realizar recorridos de las áreas de parte de los directivos de las áreas.
- 4.- Realizar evaluación de mantención de las 5S aplicadas en la línea de producción.
- 5.- Utilizar los tableros informativos como ayuda visual del proceso.

3.2.2.3. Gestión visual – Kanban.

Como herramienta Kanban es una forma eficiente de mantener un control visual en las operaciones, esto debido a que el tablero aporta con información actualizada durante cada turno de trabajo en la planta de producción, así como información relevante con respecto a temas de calidad.

Este se realiza a través de pizarras ubicadas en los ingresos de los procesos exponiendo datos relevantes para las áreas de producción, talento humano y mantenimiento, el proceso de llenado es a diario con los valores generados en el proceso, determinando niveles de producción con su cumplimiento, niveles de Scrap generados, la asistencia del personal y razones de no presencia y temas referentes al mantenimiento del equipo que se enlazarían con los check list realizado en el proceso de arranque.

PIZARRA DE CONTROL EMPRESA DE PLASTICOS													
TURNNO				FECHA				LOTE					
PRODUCCIÓN - CALIDAD				TALENTO HUMANO				MANTENIMIENTO					
PRODUCCIÓN (kg)	Plan	KG	6000	Cumplimiento	97%	RAZONES					RAZONES		
	Real	KG	5800			Operadores	Asistencia	Falta	Permiso	Vacaciones	Maquinaria / Equipo	Funciona	Mantenimiento
SCRAP (kg)	Scrap	KG	200	% Generado	3,4%	Carlos				Soplado	x		
	Producción	KG	5800			José				Fuentes eléctricas	x		
						Francisco				Líneas de aire	x		
						Pedro				Temperaturas	x		

Ilustración 6 Pizarra de control Visual

En la ilustración 6, podemos observar el modelo de pizarra a aplicar en los procesos de control visual.

3.2.3. Plan Clima Laboral.

3.2.3.1. Integración laboral.

La integración laboral es desarrollada a través de la participación de los colaboradores en todos los niveles y áreas en los programas de capacitación planteados por la empresa, estos programas son:

- 1.- Grupos focalizados de trabajo: La función de estos grupos es aportar con nuevas ideas innovadoras de ser posibles para la ejecución de las tareas cotidianas donde ellos se desempeñan, como aporte se desarrolla un plan de incentivos por las mejores ideas o con mayor aporte en los resultados de las operaciones.
- 2.- Comunicación efectiva: Esta como parte de la fluidez de la comunicación entre los colaboradores de los distintos niveles se complementará con capacitaciones para desarrollar las habilidades comunicativas y feedback en cada tema tratado.

3.- Sentido de pertenencia: En las empresas es recomendable que los colaboradores desarrollen el sentido de la pertenencia en cada una de sus labores e inclusive con la misma empresa, esto se logrará con la creación de los incentivos y brindando confianza.

Cada una de estos planes aportaran en la mejora del clima laboral y a través de esto se proyecta un resultado favorable en la disminución o eliminación del proceso de generación de Scrap en las líneas de producción.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1. Diagnóstico de los procesos

En el desarrollo del análisis hemos podido identificar que la generación de scrap en la línea de producción de inyección se deriva en la parte operativa como la administrativa, donde la falta de control y sentido de pertenencia en la posición laboral el operador no aportaba con proactividad en su posición de trabajo, y como parte del área administrativa podemos observar la falta de seguimiento y controles para poder tomar decisiones antes de lo que pueda ocurrir.

Por ello se involucro a todos los departamentos tales como: producción, calidad, mantenimiento y recurso humano más la alta dirección con su aporte en la aprobación de los recursos necesario para obtener los resultados requeridos.

4.2. Análisis de la reducción de la materia prima.

Al mejorar el control del flujo del proceso se logró bajar los reclamos asociados a fallas del producto al igual que la cantidad de scrap generada en el proceso y reproceso, esto dando como ahorro a la materia prima.

Esto lo podremos apreciar en el siguiente cuadro:

	Reclamos - Scrap				
	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22
Producción anual (kg)	319603,65	373936,27	303623,47	351564,02	335583,84
No Reclamos	1	3	0	2	2
Unid. devueltas	17	3401	0	150	4056
Kg afectados	0,39	232,94	0	9,63	27,11
Scrap Desperdicio KG	2,49	1481,62	0	61,25	0
TOTAL, Kg	2,88	1714,56	0	70,88	27,11
% Scrap Desperdicio	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%

Tabla 7 Generación de Scrap actual

Durante el primer trimestre de aplicación del proyecto de mejora por temas de exceso de desperdicios, se connota una tendencia a la baja con los reclamos promediados en 1,6 por mes, y los kilogramos en una baja de desperdicios logrando en el último mes 27,11kg, valor que en porcentuales tienden a ser muy pequeños o poco apreciables en una gráfica.

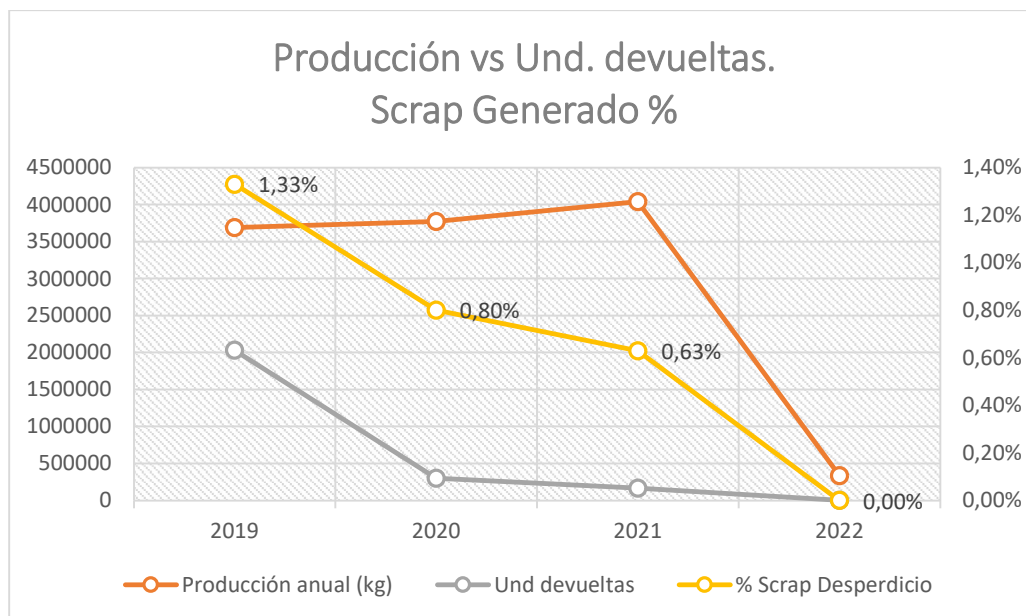


Ilustración 7 Cuadro de producción vs devoluciones

En la ilustración 7 podemos observar la tendencia a la baja que presentan la generación de scrap en los primeros 6 meses de producción con las mejoras aplicadas, al nivel que el scrap llegan a niveles de 0%.

4.3. Reducción de costos

En los rubros como reclamos, bajas de inventarios por defectos, productos procesados como los cargos asociados a las ventas más los directos propios del proceso, se ven reflejados con una tendencia a la baja logrando en unos meses con cero costos, cambiando esto a números en saldos positivos.

Presentados en la siguiente tabla:

	Costos asociados				
	ene-22	feb-22	mar-22	abr-22	may-22
Reclamos	\$0	\$0	\$0	\$0	\$0
Bajas de Inventario	\$431	\$58	\$0	\$1.289	\$0
CNC Procesados (CNCP)	\$1.925	\$186	\$1.051	\$49	\$929
CNC Cargado al costo de venta	\$440	\$370	\$809	\$809	-
Cargos Directos (CD)	\$2.724	\$2.682	\$2.806	\$1.601	\$434
Totales	\$5.519,34	\$3.297,00	\$4.665,49	\$3.747,09	\$1.363,57

Tabla 8 Costos asociados

Como podemos observar en la tabla 6 se han presentado hasta el momento un en considerable la eliminación de las pérdidas presentadas en años anteriores, transformándose en valores positivos para los estados financiero que sumados en el primer semestre del año tenemos USD 18592,49 dólares por concepto de recuperación de Scrap.

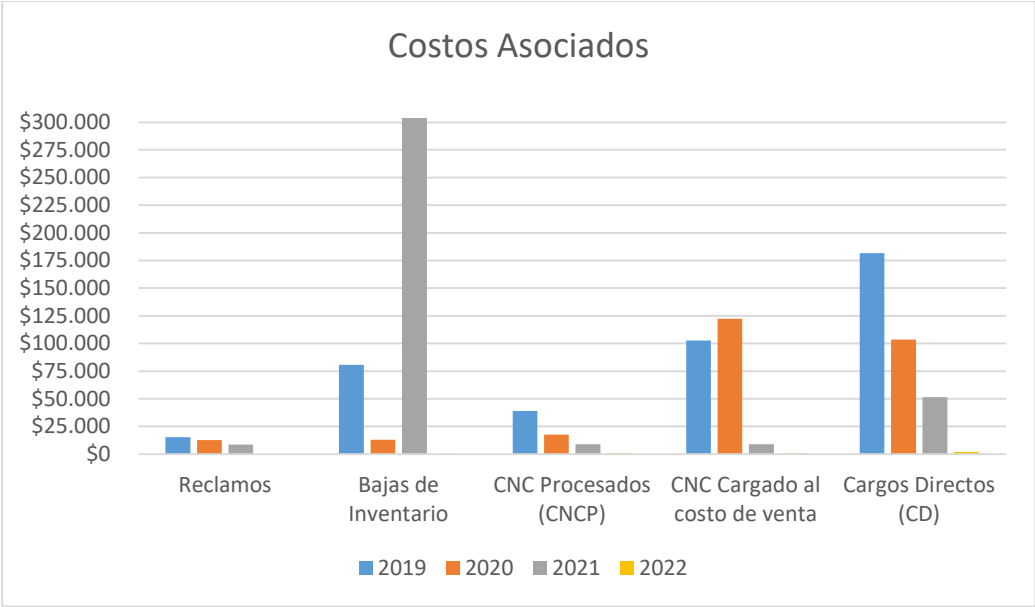


Ilustración 8 Costo asociados por año.

En la ilustración 8, podemos observar que por tener tendencia a la baja los indicadores del año 2022, no se pueden observar en la gráfica.

5. CONCLUSIONES

La generación de Scrap en las empresas de producción es uno de los elementos de mayor control que se deben tener indiferente del tipo de proceso que se tenga, como se revisó en el diagnóstico los niveles de pérdidas por temas de reclamos, procesos y reprocesos impactaban en la parte financiera con pérdidas en promedio de 40k kilos de Scrap al año ascendiendo un monto en dólares promedio los \$358k anuales.

Además de esto se suman los gastos asociados por reclamos y los directos por gestión de tiempo del personal en tareas que no aportan valor al proceso.

En la implementación de las mejoras para ganar la excelencia operacional como plan de ataque, se pudo mejorar desde el flujo del proceso, aportando controles desde la fuente, minimizando o eliminando según sea el caso, con ello evitamos futuros rechazos y Scrap en el proceso.

Como plan de mejora en temas de control se implementaron inspecciones en la línea de producción generada por el operador durante la calibración de la máquina para evitar la producción de elementos con defectos, en la recepción de materia prima se aplicó una tabla de control que define los parámetros aceptables de la misma que no impacten en el proceso ni la calidad del producto final.

Uno de los enfoques de la metodología Lean Manufacturing es la disponibilidad de la información en tiempo real y cercana, para lograr el control de las operaciones a ello se aplicó controles visuales posteados en pizarras detallando niveles de producción, niveles de generación de Scrap, para las áreas del recurso humano se puede obtener los observar la presencia o no del ausentismo que en este caso de análisis se lo omitió por no considerarse relevante durante el proceso de estudio.

Para la mejora del clima laboral se aplicó incentivos de parte del departamento de recurso humano en compensación por la aportación de las mejoras propuestas por el personal, esto se lo propone exponer a través de los grupos focales que se crearon para formar una cultura de cambio en el clima laboral, valiéndose de la unión, confianza y credibilidad que se generan en el desarrollo de los trabajos en equipo.

Con este enfoque también se apunta al sentido de pertenencia que se requiere desarrollar en los colaboradores.

6. RECOMENDACIONES

Con el fin de mantenerse en una mejora continua constante es menester realizar seguimientos oportunos y validar los resultados en lo largo del tiempo.

Se recomienda realizar cada tres meses evaluaciones del sistema y redefinir de ser necesario las acciones a bien tomadas durante el proceso de mejora aplicado en este estudio en la empresa de plásticos.

Las capacitaciones continuas deben mantenerse siempre, se recomienda desarrollar planes de capacitación partiendo de evaluaciones de desempeño, definiendo la directriz de las mismas con objetivos claros que aporten en todo momento a la mejora continua.

Las compensaciones o incentivos deben mantenerse a lo largo del tiempo y mejorarse según sea la factibilidad económica de la empresa, esto aportara con mejores colaboradores, siempre prestos a dar ideas de mejoras manteniendo su sentido de pertenencia y satisfacción de laborar en la empresa de plásticos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, R. C. (2021). Artículo presentado en la Conferencia Globelics. *Financing Gaps, Innovation Gaps*.
- ANAFAB. (2021). *Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas*.
<https://anfab.com/>
- Barruto, M. (2021). Residuos, Rezagos y Scraps de productos. *Scrap residuos y rezagos*, 15-25.
- Cadena, P. P. (2017). La innovación y su incidencia en el crecimiento y desarrollo de las empresas del sector alimentos y bebidas del Distrito Metropolitano de Quito (Ecuador) durante el 2017. *Espacios*.
- Cadena, P. P. (2020). *ESPACIOS*.
- CFN. (2017). Sector Manufacturero. *CFN*.
- CICLOPLAST. (1 de 6 de 2019). *CICLOPLAST*. <https://www.cicloplast.com>
- Complutense, U. (2017). *Departamento de Organización de Empresas y Marketing*. Madrid: Departamento.
- Corporation, T. M. (15 de 01 de 2022). www.Global.toyota.com.
<https://global.toyota/en/company/vision-and-philosophy/production-system/>
- Daniel, D. (20 de 04 de 2020). *TechTarget*.
<https://www.techtarget.com/searcherp/definition/lean-production#>
- Deming, E. (1997). *La Calidad en el servicio*. EEUU: ISEF.
- Díaz, Zamora. (2019). La innovación como factor de competitividad de. *Revista Investigación y Negocios*.
- Ekos. (2018). *Industria de alimentos y bebidas: la mayor industria del país*.
<https://www.ekosnegocios.com/articulo/industria-de-alimentos-y-bebidas-la-mayor-industria-del-pais>
- Enciclopedia, C. (20 de 01 de 2022). *Concepto*. <https://concepto.de/metodo-cuantitativo/>
- Flores, M. (2015). La innovación como cultura organizacional sustentada en procesos humanos.
- Fluideco. (2021). *¿Qué aportan los sistemas de dosificación a la industria alimentaria?*
<https://fluideco.com/que-aportan-los-sistemas-de-dosificacion-a-la-industria-alimentaria/>
- FOOD NEWS LATAM. (2020). *Industria láctea*. <https://www.lacteoslatam.com/sectores/36-leches/4064-industria-l%C3%A1ctea-clave-para-reactivaci%C3%B3n-econ%C3%B3mica-en-ecuador.html>

Héctor Aranzueque, R. (5 de 01 de 2004). *http://www.emb.cl/gerencia/*.
<http://www.emb.cl/gerencia/articulo.mvc?xid=2842#:~:text=%C2%BFQui%C3%A9n%20usa%20TOC%3F,y%20Lockeed%20Mart%C3%ADn%2C%20entre%20otros.>

Industrial, I. (11 de 06 de 2021). *Ingenieria Industrial.com*. www.ingenieriaindustrial.com

INEC. (10 de 12 de 2019). *Ecuador en cifras*. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/>

Iotsens. (2019). *Industry 4.0*. <https://www.iotsens.com/que-es-la-industria-4-0-y-que-aporta-a-mi-empresa/>

Ishikawa. (15 de 2 de 1986).

Leche Pascual. (2021). *Blog ¿Qué diferencias hay entre leche pasteurizada y UHT?*
<https://lechepascual.es/articulos/nutricion/diferencias-entre-leche-pasteurizada-y-uht/>

Leche Pascual. (2021). *Blog Homogeneización de la leche*.
<https://lechepascual.es/articulos/nutricion/homogeneizacion-de-la-leche/>

Lidefer. (2019). *Línea de producción: características, organización, balance, ejemplo*.
<https://www.lifeder.com/linea-de-produccion/>

Norma ISO 9001:2015. (19 de 05 de 2020). www.nueva-iso-9001-2015.com:
<https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2020/05/10-desperdicios-tipicos-de-la-calidad/>

OECD. (2018). *Oslo Manual 2018*. <https://www.oecd.org/science/oslo-manual-2018-9789264304604-en.htm>

Onésimo Alvarez-Moro. (2021). <https://www.elblogsalmon.com/conceptos-de-economia/que-es-la-productividad>. *productividad*

Orellana. (2020). *Economipedia*. <https://economipedia.com/definiciones/proceso-de-mejora-continua.html>

Perusquia. (2016). *Inteligencia de negocios*.
http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0186-10422016000100127

PlanV. (10 de 11 de 2020). *PLAN V.COM*. <https://www.planv.com.ec/>

PREZI. (10 de 05 de 2020). *Prezi.com*. www.prezi.com

Quiroga-Parra, Hernández, Torrent-Sellens y Ramírez. (2014). *CENDES*.

Sage. (21 de 9 de 2021). *SAGE*. <https://www.sage.com/>

Salazar Bryan. (2021). *Eficiencia Global de los Equipos (OEE)*.
<https://www.ingenieriaindustrialonline.com/gestion-de-mantenimiento/eficiencia-global-de-los-equipos-oeef/>

TANDEM. (10 de 01 de 2020). *TandemSHE*. <https://tandemsl.com/ingenieria-hse/ingenieria-de-procesos/>

TBL. (04 de 12 de 2018). *Caso de Exitos: Difare*. Guayaquil, Guayas, Ecuador.

Tonicorp. (2021). <http://www.tonicorp.com/toni.html>

Unir. (2021). *La Universidad en Internet*. <https://mexico.unir.net/vive-unir/innovacion-cuarta-revolucion-industrial/>

Vázquez, E. (2005). *Seis Sigma Metodología y Técnicas*. Limusa - Mexico.

Ynzunza, C., & Izar, J. (2017).

<https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/html/index.html>