

**APLICACIÓN DE UN MODELO DE MEJORAMIENTO A LA PRODUCTIVIDAD
LABORAL BASADO EN LA METODOLOGIA DMAIC EN UNA EMPRESA
FABRICANTE DE ALIMENTOS**



Carlos Andrés Castaño Franco, Diego Fernando Sánchez Ramírez
Agosto/2021

Universidad Antonio Nariño
Valle del Cauca

**APLICACIÓN DE UN MODELO DE MEJORAMIENTO A LA PRODUCTIVIDAD
LABORAL BASADO EN LA METODOLOGIA DMAIC EN UNA EMPRESA
FABRICANTE DE ALIMENTOS**

Carlos Andrés Castaño Franco, Diego Fernando Sánchez Ramírez
Agosto/2021

Universidad Antonio Nariño
Valle del Cauca

Notas del autor

Carlos Andrés Castaño Franco, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Roldanillo.

Diego Fernando Sánchez Ramírez, Facultad de Ingeniería Industrial,
Universidad Antonio Nariño, Roldanillo.

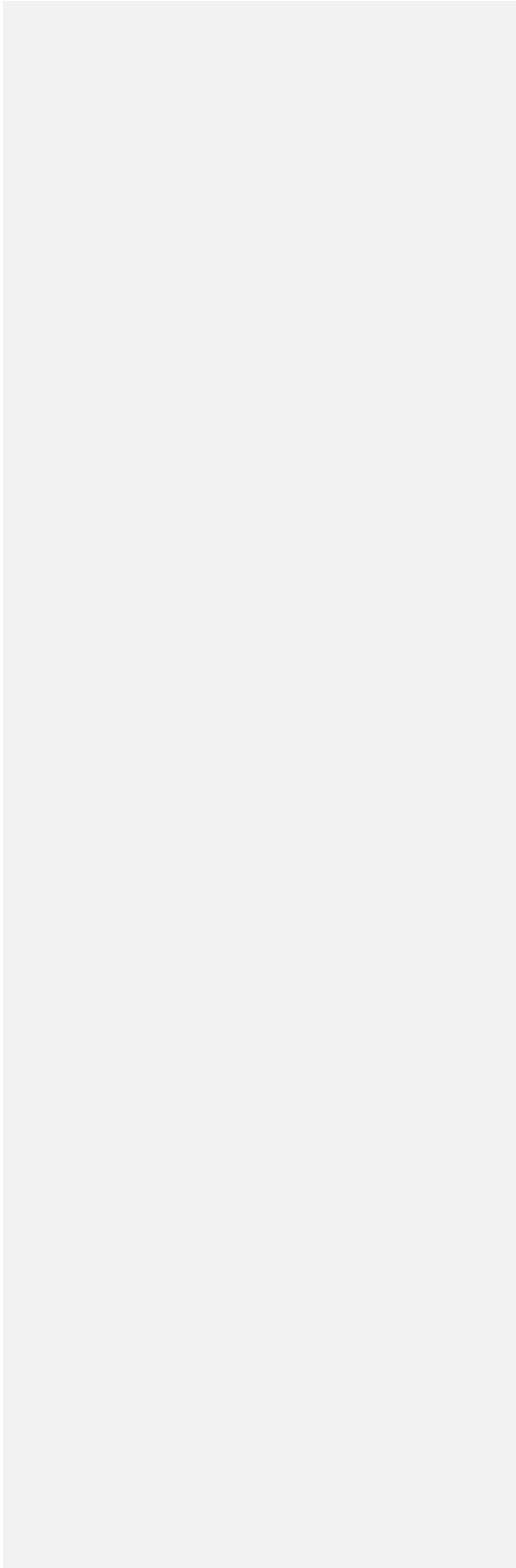
Nota de Aceptación

Nombre y firma jurado 1

Nombre y firma jurado 2

Nombre y firma presidente

Nombre y firma secretario



Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestra familia, quien siempre ha estado apoyándonos en este proceso., acompañándonos en cada etapa y situación desarrollada en el transcurso de este camino.

Agradecimientos

A los nuestros maestros, quienes han sido nuestras guías en este largo camino, con sus consejos y conocimientos.

Resumen

La fábrica dedicada al sector alimenticio, la cual consta de varias plantas en su interior y de la cual se va hacer énfasis al estudio de aplicación de la metodología seis sigmas es la línea de envase y empaque de productos a base de chocolates, por esta razón la fábrica está comprometida con la mejora continua, en cuanto a Six Sigma, esta es una de las principales estrategias adoptadas por varias empresas líderes en el mundo durante más de una década, y debido a su exitosa aplicación, han generado ganancias millonarias, el presente proyecto de grado aborda una de estas prácticas, con el diseño del sistema DMAIC en el proceso de envase y empaque, orientado a la reducción del costo de mano de obra por cartón producido, siguiendo esta metodología se hizo un análisis de mejora para encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos de la línea de envase y empaque , enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para la organización, diseñado e impulsado por la alta dirección de la organización para desarrollar proyectos en diferentes áreas de la empresa para lograr mejoras.

Palabras Clave: Metodología, Mejora continua, DAMIC

Abstract

The factory dedicated to the food sector, which consists of several plants inside and from which the study of the application of the six sigma's methodology will be emphasized, is the packaging line for chocolate-based products, for this reason The factory is committed to continuous improvement, in terms of Six Sigma, this is one of the main strategies that several of the world's leading companies have used for more than a decade, and thanks to its successful application they have generated millionaire profits, This degree project addresses one of these practices, with the design of the DMAIC system in the packaging and packaging process, aimed at reducing the cost of labor per cardboard produced, following this methodology an improvement analysis was made to find and eliminate the causes of errors, defects and delays in the processes of the packaging and packaging line, focusing on those aspects that are critical for the organization, d designed and promoted by the senior management of the organization, in which projects are developed in the different areas of the company with the aim of achieving improvements

Keywords: Methodology, Continuous improvement, DAMIC

Contenido

Introducción	12
Planteamiento del Problema.....	14
Formulación del problema	16
Justificación.....	17
Objetivos	19
Objetivo general	19
Objetivos específicos.....	19
Marco Referencial	20
Antecedentes	20
Herramientas para el mejoramiento de la calidad	22
Marco Teórico	23
Productividad	¡Error! Marcador no definido.
Trabajo estandarizado	¡Error! Marcador no definido.
Definición DMAIC	¡Error! Marcador no definido.
Pasos para la metodología DMAIC.....	¡Error! Marcador no definido.
Objetivos de la metodología DMAIC	¡Error! Marcador no definido.
Mantenimiento Productivo Total (TPM).....	¡Error! Marcador no definido.
Just in time	¡Error! Marcador no definido.
Características del JIT	¡Error! Marcador no definido.
Kanban	¡Error! Marcador no definido.
Marco Conceptual	53
Marco Legal	56
Diseño Metodológico	58
Recolección y Análisis de Datos	58
Tipo de investigación	59
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA LÍNEA DE ENVASE Y EMPAQUE PARA EL MEJOREAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL.....	60
DEFINIR	60
Evaluación de impacto financiero	61
Definición de equipo	62
MEDIR	62
Plan de recolección de datos.	63
Resultados- Plan de recolección de datos	66

ANALIZAR 71
Bibliografía..... **¡Error! Marcador no definido.**

Lista de tablas

Tabla 1: marco legal.....	56
Tabla 2. Identificación del problema.....	60
Tabla 3: Produccion total en Kilogramos linea de envase y empaque con una tripulacion de 9 personas.....	66
Tabla 4: Produccion total en cantidades, linea de envase y empaque 2020-2021 con una tripulacion de 9 personas.	68
Tabla 5: costo de mano de obra por cartón 2020-2021.....	69
Tabla 6: análisis causas-raices	¡Error! Marcador no definido.
Tabla 7: análisis de situacion actual.....	77

Lista de figuras

Figura 1: diagrama de causa- efecto ;**Error! Marcador no definido.**

Figura 2: registro fotográfico de causas-raíces ;**Error! Marcador no definido.**

Figura 3: ilustracion del proceso de envase y empaque..... ;**Error! Marcador no definido.**

Introducción

Las pequeñas y medianas empresas generalmente no administran adecuadamente sus recursos. Este hecho generalmente conduce a un aumento de los costos de fabricación y una reducción significativa de la utilidad, como: servicios frecuentes de horas extra, líneas de producción desequilibradas, tiempo de inactividad excesivo de la fábrica, defectos de calidad, reclamos de clientes y pérdida de La reputación es parte del trabajo diario de dichas organizaciones. En este sentido, el objetivo principal de los proyectos de mejora de la productividad es eliminar o reducir actividades y recursos de alta calidad, lo que constituye una excelente oportunidad para que el proceso de desarrollo promueva mejores resultados operativos, asegurando así su competitividad y sostenibilidad.

El siguiente trabajo se basa en la aplicación de técnicas y herramientas de gestión de operaciones, como la manufactura esbelta, el concepto de mejora está orientado a eliminar el desperdicio y 6 sigma, y su propósito es reducir los cambios en el proceso, y la optimización en la mano de obra directa, esto con el fin de mejorar los indicadores de desempeño al interior de la organización, maximizando con ello los beneficios obtenidos por la compañía, además de reducir los costos asociados a la producción relacionados con el personal encargado de dichas tareas. De acuerdo con los objetivos del proyecto, su desarrollo responde a la implementación del método DMAIC (definición, medición, análisis, mejora y control) para la mejora de la productividad en las empresas productoras de alimentos, que se lleva a cabo de las siguientes formas:

La primera etapa, **definir**: a partir del desarrollo del diagnóstico situacional de la empresa y sus procesos, se busca dar respuesta a las siguientes preguntas, ¿cómo se desarrolla el proceso productivo? ¿Qué pasa en el proceso? ¿Cuáles son los principales problemas que afectan a la

empresa o sus procesos? ¿Dónde surgió el problema? ¿Cuál es su impacto? De esta manera, el alcance y los objetivos del proyecto se pueden determinar de acuerdo con las expectativas de la visión de gestión.

La segunda etapa, **medición**: En esta etapa se caracteriza cada proceso productivo, se identifican las variables del proceso y se recolecta información estadística importante para establecer sus capacidades, y finalmente, se puede determinar cuál es la condición operativa de la empresa y sus indicadores operativos. En esta etapa, se utilizan técnicas que describen los procesos y herramientas de recopilación y clasificación de datos.

La tercera etapa, **análisis**: en esta etapa se identifican y evalúan las posibles causas del mal desempeño del proceso productivo, estas causas están directamente relacionadas con el problema de baja productividad, para lo cual se utilizan técnicas de identificación de razones y análisis de procesos. Investigación de clasificación y correlación de información.

La cuarta etapa, **mejora**: En esta etapa se desarrolla un plan de acción para reducir los defectos encontrados en el proceso y diseñar una estrategia de mejora. Por esta razón, se recomienda utilizar herramientas para mejorar y controlar los procesos de un entorno típico lean y 6 sigma.

Finalmente, en la quinta etapa, **control**, se definen las herramientas de control diseñadas para asegurar la sostenibilidad de las mejoras propuestas, para ello se recomienda implementar mecanismos que permitan un adecuado control del proceso y la calidad del producto. Para actuar antes de que ocurra el problema, se recomienda utilizar una tabla de control para registrar información en la empresa, establecer procedimientos de la misma manera y definir claramente cada paso y procedimiento para el operador. Proceso para promover su comprensión, análisis, intervención, predicción y control.

Planteamiento del Problema

En todo nuestro país, en una época extremadamente competitiva, los riesgos de quedarse o desaparecer son cada vez mayores, por ello, con el presente estudio, se podrá optimizar de manera eficiente y eficaz los recursos con los que cuenta una empresa, esto mediante un control oportuno en el departamento de producción que se realiza durante el proceso productivo.

La búsqueda constante de ventajas competitivas y la respuesta a las demandas del mercado han llevado a las organizaciones a aplicar herramientas de mejora cada vez más rigurosas, métodos de mejora Six Sigma aplicados a través del proceso lógico de resolución de problemas DMAIC.

Mediante el uso de datos y verificación de hechos, y apoyado en un exigente trabajo en equipo, incluyendo líderes y capacitaciones intensivas.

La compañía dedicada al sector alimenticio la cual ha tenido siempre como objetivo darle al consumidor final productos de la más alta calidad y ha generado a la región oportunidad de empleo y desarrollo.

Actualmente, la organización ubicada en el norte del Valle, cuenta con varias áreas de producción, en donde cada día surgen problemas que afecta la productividad, específicamente en el área de chocolatería, la cual cuenta con dos máquinas termoformadoras de envase y empaque 1 y 2, de origen Europeo, las cuales fueron diseñadas para producir y envasar el producto a base de crema de chocolate, más exactamente en la maquina Bencopack # 1, la cual se conforma con una tripulación de 9 personas las cuales envasan 10560 plegadizas por turno, el cual equivale a 440 cartones de "PT" (Producto terminado), con un costo de mano de obra de \$3221 por cartón. Actualmente la presentación del producto es compleja ya que se debe armar de forma manual una plegadiza y adicionar dos puntos de goma, alimentar cucharas, envasar 2 capas de navcillas con crema de chocolate, las cuales salen en bloques de 6 unidades individuales en forma ordenada y

cerrar nuevamente la plegadiza, todo este proceso se realiza en una banda transportadora en movimiento continuo y actualmente esta tripulación de este equipo tiene contratación directa con la compañía.

Se recomienda utilizar el método DMAIC como herramienta de mejora continua, entre sus objetivos se encuentran la mejora continua de la productividad laboral, la implementación de indicadores de medición y productividad, los procesos de análisis y control, y la mejora de la productividad y sostenibilidad y mayor competitividad, en la última década, debido a la necesidad de mejorar la competitividad, el interés en implementar prácticas Lean Six Sigma en Colombia ha aumentado dramáticamente. Si bien este concepto es bien conocido y aceptado por gerentes e ingenieros de producción, su implementación es muy limitada y se relaciona principalmente con empresas multinacionales.

La productividad es una medida de nuestra eficiencia. En otras palabras, mide la producción que obtenemos usando los factores de producción que estamos usando. Es un indicador para medir el desempeño de los factores de producción. La productividad es muy importante porque podemos usar los mismos recursos para aumentar la producción para satisfacer más demanda, o podemos obtener el mismo producto, pero usar menos recursos (por ejemplo, trabajar menos tiempo). Podemos hacerlo de 3 maneras.

- **Invertir en capital humano.** Si los trabajadores tienen mejor formación serán capaces de producir mejor y más rápido. En este sentido, el gasto en educación de un país y los cursos de formación a los trabajadores permiten que sus ciudadanos sean más productivos.
- **Invertir capital físico (máquinas).** Acumulación de capital. Si los trabajadores tienen mejores máquinas y herramientas, sin duda podrán producir más rápido, aumentando

así la productividad. Así, por ejemplo, los tractores permiten a los agricultores producir en una hora lo que solían tardar semanas en completar.

- **Investigación de inversiones.** Otra forma de aumentar la productividad es mediante la mejora de la tecnología. Por eso, como hemos visto, el gasto en I + D es clave. La investigación es la clave, porque permite el desarrollo de la ingeniería y la mejora o creación de máquinas que nos permitan producir mejor o más rápido.

Formulación del problema

Con todo esto, a lo largo de este trabajo se pretende dar respuesta al siguiente interrogante. ¿Qué beneficios trae la Aplicación del modelo de mejora de procesos basado en la metodología DMAIC en una empresa de fabricación de alimentos de la línea de producción a base de crema de chocolate permitirá mejorar el costo de la productividad?

Justificación

Dado que es muy importante para la empresa reducir los costos de producción sin cambiar la calidad del producto final, el enfoque de esta investigación es minimizar el costo de mano de obra por pieza de cartón, productos terminados o defectuosos y tiempo de no producción. coste incurrido, con el fin de mejorar la eficiencia del proceso y reducir los costos de producción. Con la realización de esta investigación, es posible describir el estado actual de la línea de producción y determinar cada causa de los diferentes cambios, y su impacto en el proceso y los productos, lo que permite soluciones alternativas a generar, minimizarlas, aumentando así la eficiencia del proceso, satisfaciendo las demandas del mercado y mejorando la estrategia competitiva de la empresa, utilizando herramientas de ingeniería industrial y desarrollando la capacidad de resolución de problemas. En la introducción de la empresa, una vez identificado el producto con un alto costo en mano de obra el cual impacta En el indicador HEADCOUNT (MDO), de acuerdo con las necesidades de optimización de la mano de obra del proceso, se recomienda diseñar planes de mejora para reducir sus cambios.

El proyecto beneficiará a la empresa, permitiéndole ejecutar y controlar mejor sus procesos, para continuar entregando sus productos y tener un impacto positivo en sí misma, los empleados y la sociedad. Por lo tanto, se necesitan investigación y soluciones para mejorar su competitividad y productividad.

Desarrollar el proyecto con la metodología estadística DMAIC, mejor conocida como seis sigmas, en la línea de producción de envase y empaque del producto cremoso a base de chocolate, se buscará resolver el problema desde la causa raíz para que se pueda eliminar mediante las acciones pertinentes que se requieran, al tiempo que se formulará una forma y un tiempo para dar seguimiento a las acciones establecidas.

La metodología DMAIC se basa en dos conceptos de trabajo mutuamente inclusivos: manufactura esbelta y 6 sigma. La manufactura esbelta es el proceso sistemático de identificación y eliminación de actividades que no agregan valor a los productos y / o servicios que brinda la empresa (Salazar, 2016). 6 sigma es un proceso sistemático de resolución de problemas que se enfoca en reducir los cambios en los resultados del proceso de producción de una empresa (Escalante, 2014). El denominador común de los dos conceptos de trabajo es la mejora continua de procesos, la reducción de residuos y la satisfacción del cliente. Aplicar la metodología DMAIC para obtener la calidad del proceso, es decir, en la entrada material del proceso, el proceso en sí y la salida del producto terminado, e identificar oportunidades de mejora, y hacer un mejor uso de todos los recursos, incluido el material. y recursos humanos, que se pueden transformar para los beneficios de la empresa.

Aplicar la metodología en la línea de envase y empaque, ayuda a la optimización, por lo tanto, mejorar el costo de la mano de obra por cartón, haciendo que la empresa sea más productiva e incremente sus utilidades, reduciendo las inversiones en futuras compras de maquinaria.

Desde la practica este proyecto de investigación nos brindara las herramientas y elementos de juicio necesarios para aplicar todos los conocimientos adquiridos a través del desarrollo del programa de Ingeniería industrial y contrastar aspectos teóricos como: Método y tiempos, control de calidad entre otros, adquiridos en la universidad con la practica real de una compañía y lograr así fortalecer los vínculos entre el mundo académico con el empresarial.

Objetivos

Objetivo general

Aplicar un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas Lean Six Sigma para una fábrica de productos de chocolate, maximizando los resultados por parte de la fuerza laboral.

Objetivos específicos

- Realizar un diagnóstico del estado actual del sistema productivo de la empresa fabricante de alimentos a base de crema de chocolate a través de las herramientas de la filosofía Six sigma
- Describir las actividades que se realizan para el proceso de envase y empaque de la línea de producción
- Identificar las oportunidades de mejora en las actividades dentro de la línea de envase y empaque de la línea de crema de chocolate
- Analizar la relación costo beneficio de la implementación de la metodología DMAIC en la línea de envase y empaque

Marco Referencial

Antecedentes

El método SIX SIGMA fue desarrollado por Motorola en la década de 1980.

Posteriormente, en 1991, se implementó el método SIX SIGMA en Allied Signal. Esta implementación fue seguida por muchas iniciativas, como las de Texas Instruments, aunque no fue hasta que Jack Welch implementó el método en General Electric que se lograron resultados impresionantes y el poder del método 6 SIGMA se extendió internacionalmente.

En la década de 1990, muchas empresas lanzaron esta novela, pero al mismo tiempo también experimentaron tecnología en sus organizaciones, como Sony y Toshiba. Su objetivo es enfocarse en lograr un índice DPMO (defectos por millón de oportunidades) de no más de 3.4 defectos, entendiendo por defecto todos los elementos de un producto o servicio que provocan la insatisfacción del cliente.

El enemigo de SIX SIGMA es la variabilidad, definida como la desviación del nivel objetivo. Con este fin, SEIS SIGMA requiere un uso extensivo de herramientas estadísticas para eliminar las causas de la variabilidad del proceso y lograr los defectos más pequeños posibles, reduciendo así en gran medida los costos de no calidad y logrando la máxima satisfacción del cliente.

El interés en 6 Sigma ha crecido sorprendentemente. Al menos el 25% de las empresas de Fortuna 200 afirman tener planes tan serios, incluidos Ford Motor, Bank of América, Eastman Kodak y DuPont. En junio de 2001, en una reunión de mejora del rendimiento, se preguntó a los participantes sobre el uso de 6 Sigma en su empresa. De los 65 encuestados, 40 están aplicando el método y casi todos los encuestados restantes planean comenzar pronto. Los esfuerzos de estas empresas no son pequeños. Por ejemplo, Ford ha capacitado a 2.500 cinturones negros y casi

2.000 proyectos están en curso. Six Sigma es una metodología que involucra a toda la organización y utiliza herramientas y métodos estadísticos y no estadísticos y se basa en la mejora continua o el círculo de Deming para:

- Definir los problemas y situaciones a mejorar.
- Medir para obtener información y datos.
- Analiza la información recopilada.
- Combinar y mejorar uno o más procesos.
- Controlar o rediseñar los procesos o productos existentes para llegar a la etapa óptima, creando así un ciclo de mejora continua.

Según la investigación tecnológica Six Sigma publicada en el Journal of Industrial Engineering. (Montañez et al., 2014), que muestra cómo una empresa dedicada a la fabricación de equipos electrónicos logró reducir los residuos en un 65%, ahorrando con ello cerca de \$ 5,300. De esta manera, la estandarización de procesos y la optimización de procesos redujeron los tiempos de inactividad e identificaron las máquinas en mal funcionamiento. que dificultan y ralentizan las operaciones.

De la misma forma, los autores Beltrán y Enciso 2016 en su trabajo “Sugerencias de mejora del proceso de decoración de la empresa Adrenalina SAS, basado en el método DMAIC y el uso de herramientas lean Six sigma estrategia de mejora del área de decoración” con el fin de reducir el tiempo de ciclo del operación y análisis estadístico El motivo de la duración del tiempo de ciclo es la caracterización del proceso en la primera fase del método. En la segunda fase se mide el tiempo estándar. En la tercera fase se identifican las variables del proceso e intervienen para evaluar el impacto en el tiempo del ciclo En la cuarta fase, en la etapa, se plantean sugerencias de

mejora, con foco en las necesidades globales de la región y de la empresa, finalmente cada herramienta diseñada es controlada y aplicada al proceso.

De la misma forma, los autores Beltrán y Enciso 2016 en su trabajo “Sugerencias de mejora del proceso de decoración de la empresa Adrenalina SAS, basado en el método DMAIC y el uso de herramientas lean Six sigma estrategia de mejora del área de decoración” con el fin de reducir el tiempo de ciclo del operación y análisis estadístico El motivo de la duración del tiempo de ciclo es la caracterización del proceso en la primera fase del método. En la segunda fase se mide el tiempo estándar. En la tercera fase se identifican las variables del proceso e intervienen para evaluar el impacto en el tiempo del ciclo En la cuarta fase, en la etapa, se plantean sugerencias de mejora, con foco en las necesidades globales de la región y de la empresa, finalmente cada herramienta diseñada es controlada y aplicada al proceso.

Herramientas para el mejoramiento de la calidad

Dependiendo de la preparación del equipo de trabajo y de la dificultad del problema, el mecanismo para mejorar la calidad del 6 sigma y los fabricantes de alimentos puede ser necesario o realizado, sin embargo, como lo menciona López (2014), el método 6 sigma utiliza principalmente estadísticas herramientas Para mejorar la calidad, estas permiten comprender las deficiencias del departamento de producción y comprender las causas de los defectos. Al mismo tiempo, las herramientas de manufactura esbelta conducirán a la detección y posterior eliminación de desperdicios después de la aplicación, y al mismo tiempo lograrán varios objetivos y principios establecidos.

A medida que más y más empresas en todo el mundo continúan cambiando de 6 Sigma y Lean al uso de una combinación de los dos, esto brinda espacio para un nuevo enfoque llamado Lean 6 Sigma (que combina los recursos de los dos métodos). La siguiente sección describe las herramientas utilizadas en este método.

Marco Teórico

Esta sección revisará brevemente la manufactura esbelta como muestra de la gestión, enfocándose en la cadena de valor y Six Sigma como procedimientos de optimización de procesos; en los dos casos, los orígenes, procedimientos de trabajo, utilidades de aplicación y procesos en curso en la organización, Se revisará el seguimiento del contenido y su implementación.

Lean Manufacturing

A principios del siglo XX, las empresas estuvieron sujetas por la producción en masa promovida por la industria mecánica, sin embargo, a finales de los años 60, la productividad empezó a declinar. En aquel instante, Toichi Ohno, un ingeniero que trabajaba para Toyota Motor Corporation, planteó que la tecnología de producción debe ser distinto a los procedimientos conocidos. Este método se denomina "Toyota Production System". El proceso y la aplicación de dichos conceptos posibilita a Toyota recuperarse más veloz que otras empresas estadounidenses.

Toyota Producción System" TPS se basa en la búsqueda de mejorar la responsabilidad de los operarios para reducir los desperfectos y el inventario, este nuevo modelo de manufactura es acogido por algunas empresas. Cabrera (2012) afirma que la manufactura esbelta es una filosofía que representa el concepto de TPS americanizado, y J. Womack es uno de sus impulsores. Entendemos a través de la manufactura esbelta (manufactura esbelta y / o producción esbelta) que "mejorar el sistema de manufactura eliminando desperdicios. Son todos pagos que no agregan valor al producto y no están dispuestos a los clientes". (Rajadel y Sánchez, 2010, pág.2 páginas). Este modelo de gestión se enfoca en reorganizar el desperdicio y minimizar los costos de producción. Se han propuesto muchas herramientas y técnicas en el contexto del modelo de

gestión. Si bien este modelo se considera una estrategia comercial, solo unos pocos analistas se enfocan en verificar su correlación efectiva con el desempeño corporativo (Vinoth Dino y Joy, 2012).

Ventajas de Lean Manufacturing

La manufactura esbelta se dirige en brindar productos más baratos y de mayor excelencia con un ciclo de transferencia más corto; eliminando desperdicios, mejorando los procesos y confiando en la sinergia de talentos cuando se trabaja en equipo (Cabrera, 2012, p. 7).

Este enfoque tiene como objetivo producir resultados positivos en la organización, tales como:

- Continuar reduciendo el desperdicio, el costo, el inventario, el tiempo de espera y los cambios de ensamblaje.
- Mejorar la inocuidad de los procesos.
- Elevado grado de compromiso por parte de los empleados.
- Mejorar el agrado del comprador.
- Impulsar la optimización.
- Aumentar los ingresos anuales
- Mida completamente los procesos clave y los empleados respondan de inmediato.

Para qué sirve, objetivos, que se optimiza y donde se aplica

Los enfoques del sistema lean se basa en “la eliminación sistemática de los residuos existentes en la organización, la mejora rápida y continua del sistema productivo” (Torrubiano, 2007, p. 13). Los propositos de este método son:

- Describir el valor del cliente.
- Determinar unas de las operaciones oportunas para realizar el producto a partir de su inicio de producción hasta el lanzamiento, desde el pedido hasta la entrega, desde la materia prima hasta la llegada al consumidor.

- Excluir cualquier comportamiento que no agregue calidad.
- Considerar los objetivos alcanzados y reiniciar el proceso de valoración.
- Una nueva y mejorada cultura basada en la información y el trabajo en equipo.

Los sistemas de manufactura esbelta implican elegir la producción de flujo continuo, fabricar con un inventario mínimo y eliminar las existencias intermedias o de seguridad. Por tanto, el proceso de producción debe estar perfectamente coordinado y debe establecerse un mecanismo para eliminar los errores.

Según Torrubiano (2007), los objetivos principales de una filosofía lean es mejorar la eficacia del sistema de producción, lo cual se logra a través de tres métodos de acción:

- Aplicación de un método y conceptos de trabajo basados en TPS.
- Variación en la cultura, a través de los resultados obtenidos después de la implementación para aclarar el rumbo de la acción.
- Cambio organizacional, donde todos en la organización están involucrados, usando su energía para mejorar el sistema, mejorar las habilidades de los empleados y proporcionarles nuevas capacidades.

Siempre que esté dispuesto a afrontar cambios organizativos, las metodologías lean se puede adaptar a cualquier empresa de manufactura. Esta transición significa una alteración en la visión y cultura de la organización, lo que requiere un liderazgo significativo de la alta gerencia y una responsabilidad en el incesante cambio en todos los niveles de la empresa.

Estrategias Lean

Una vez que buscas llevar a cabo procedimientos de trabajo en tu organización, debes examinar el ámbito de la organización, decidir los componentes clave para el triunfo de la

utilización y desarrollar una secuencia de tácticas para poder hacer fines usuales. Algunos de ellos son:

- **Identificar desperdicios:** Por medio de la utilización de tecnología que se demostrará más adelante, todo el plantel debe estar implicado en detectar qué ocupaciones añaden valor desde la visión del cliente y cuáles no, intentando encontrar este último eliminarlas o reducirlas.
- **Estandarización de procesos:** es un método de trabajo que aporta una ventaja competitiva a la organización. Al registrar procesos, secuencias, ritmos, materiales, estándares y procedimientos, el objetivo es eliminar los cambios que puedan ocurrir en la ejecución de las tareas diarias, de manera de mejorar los procesos que benefician a la organización en términos de tiempo y productividad.
- **Flujo continuo:** esta tecnología se considera que la puesta en marcha del flujo de producción continuo, comenzando por eliminar el inventario de trabajo en proceso (WIP) para lograr una producción eficiente. “Busca reducir los ciclos y costos operativos y acortar los tiempos de entrega” (Cabrera, 2012, p. 8).
- **Producción Pull:** se basa en los productos que se planea enviar a los clientes se fabrican "pieza por pieza" y se entregan en el momento preciso necesario, eliminando las transferencias y reduciendo el inventario.
- **Calidad de la fuente:** Tiene como objetivo detectar problemas en el proceso de producción y la realiza el mismo operador en la fábrica como parte de su función. Esto evita que los productos defectuosos ingresen al siguiente proceso y deséchelos de inmediato.
- **Mejora continua:** Otra característica de la manufactura esbelta es buscar la optimización continua de productos y procesos (Auckland, 1993). Este proceso necesita un elevado

nivel de la colaboración y responsabilidad de todo el personal de la organización, desde la alta dirección hasta los empleados de producción. Por esto, es requisito producir y conformar "equipos de optimización" para lograr realizar sugerencias e implementarlas por medio de novedades cotidianas.

- **Versatilidad:** el objetivo de Lean es capacitar a trabajadores con múltiples talentos con suficiencia y destrezas en más de un campo o en múltiples máquinas (Cabrera, 2012).
- **Trabajo en equipo:** Se debe solicitar a los operadores que participen en capacitaciones permanentes en tecnología, maquinaria y procesos para ayudarlos a la ejecución de sus cargos de forma efectiva. Boyer (1996) afirma que en base a un estudio de 200 compañías radicadas en estadosunidos que las compañías de manufactura ajustada invirtieron en capacitar a los empleados y mejorar la infraestructura para su funcionamiento.

Principios básicos

Womack y Jones (1996) “creen que los pensamientos lean posibilita a las organizaciones “especificar costo, ajustar la construcción de costo en un mejor orden y hacer siempre estas ocupaciones con más eficiencia”. Estas declaraciones nos conducen a los 5 principios del pensamiento lean:

- **Definir valor desde la perspectiva del consumidor:** el costo es el punto de inicio clave del pensamiento lean y debería ser determinado por el comprador. Al dar al costo conveniente en el instante conveniente, la atención debería centrarse en la satisfacción del comprador (soluciones).
- **Determinar los pasos de la cadena de valor:** se define "desde el concepto hasta la liberación, desde las materias primas hasta los pedidos de entrega en manos de los clientes, un conjunto de actividades específicas requeridas para el diseño, pedido y

entrega de productos específicos ". Cualquier cosa en equipos, materiales Cosas que no se necesitan en, espacio, etc. La creación de valor para los clientes se considera un desperdicio o una estupidez y debe eliminarse o reducirse tanto como sea posible.

- **Crear proceso:** Convierta todo el proceso en un proceso y agregue valor en cada actividad o labor desde el criterio del producto, el pedido de la materia prima hasta la distribución del resultado definitivo a los clientes. Hay que buscar un desarrollo continuo sin interrupciones, desperdicios o reprocesos, y hay que dejar la iniciativa de "producción en cola".

- **Permitir que los clientes "tiren" de la producción (sistema de extracción):** Womack y Jones (1996) definieron el cuarto inicio esbelto como un sistema de producción en cascada, que tiene dentro normas de distribución de aguas abajo a aguas arriba, donde no hay que producir nada, hasta el cliente final (aguas abajo) sugiere que lo requieren. En contraste con los sistemas push basados en pronósticos de ventas a la larga, los sistemas push tienen la posibilidad de crear un inventario juntado insignificante.

Búsqueda de la mejora: A partir de haber finalizado los pasos previos, se debe reiniciar la transformación para lograr un ciclo de producción más corto. El principio cree que la búsqueda de la metodología es un proceso sin fin, porque siempre habrá algunas actividades en la cadena de valor que se consideran silenciosas, y la eliminación completa del cambio es más como un estado final ideal, en lugar de una meta verdaderamente alcanzable. Conocidos y nivel de carga de trabajo” (Toledano, Manes y Julián, 2009, p. 114).

Figura 1: Casa lean



Fuente: www.leansolutions.es

Estructura lean

El sistema de producción de Toyota se representa como una estructura con un techo, 2 pilares, una base y un corazón; esta representación se denomina Lean House. Para lograr edificar esta vivienda es necesario una base que la realice "obtener seguridad desde una cultura empresarial dirigida a un extenso plazo. La administración implica a todos los empleados que cuentan con la información idónea, los procesos competentes y los ejecutan según los estándares".

Estos dos pilares representan todos los puntos organizativos y técnicos de la operación de un sistema de producción de manufactura esbelta, como Just-In-Time (JIT) y Jidoka. Estos dos pilares están conectados por medio del deber y la colaboración de los individuos en la organización. Jidoka tiene dentro una continua vinculación de tecnologías para ubicar y corregir defectos de producción, que tienen la posibilidad de evadir que los productos o piezas

defectuosos avancen durante el proceso de producción. Otro pilar de los sistemas Just-in-time consiste en producir las piezas necesarias en la cantidad correcta y en el tiempo necesario.

El núcleo de Lean House es el personal y los equipos de autogestión que se enfocan en la mejora continua, que trabajan juntos para reducir el desperdicio o la ineficiencia.

El resultado del trabajo conjunto se refleja en el techo de la casa, como por ejemplo brindar la mejor calidad y la máxima seguridad al menor costo y en un menor tiempo de entrega.

Eliminación del despilfarro

Se define como residuo “todo aquello que no aporta valor al producto o no es necesario para la fabricación del producto” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 19). Por lo tanto, el sistema de producción ajustada se logra identificar y eliminar sistemáticamente el desperdicio. Según Likert (2014), dentro de algunos de los procesos de negocio son aproximadamente el 90% de residuos y un 10% de trabajo.

El origen de residuos es en gran parte interactúan: al separar un residuo, normalmente se eliminan o reducen otros residuos adicionales.

Según Torrubiano (2007), casi todos los residuos / residuos se pueden reducir significativamente implementando una o más de las siguientes acciones:

- Reducir el tiempo de entrega (el tiempo entre recibir un pedido y entregarlo).
- Reducir el tiempo de transición al reducir el tiempo de inactividad de la producción al reparar o preparar máquinas
- Ajustar el proceso para evitar errores, para no perder tiempo y recursos.
- Implementar mantenimiento de producción total (TPM).
- La capacidad de optimizar máquinas y procesos para asegurar la culminación de los requisitos de producción.

Tipos de despilfarros o mudas

Ohno Toichi define siete tipos de muda y se clasifican de la siguiente manera:

- **Sobreproducción:** Comprende la producción de equipos que exceden los requerimientos del cliente o la capacidad de inversión y diseño excede los equipos necesarios; sobreproducción significa pérdida de tiempo y recursos en materias primas, mano de obra, maquinaria, energía, etc. Al hacer productos no deseados. Este residuo supone la coexistencia de otros residuos.

- **Inventario:** Es el impacto negativo del excedente de materias primas, productos en proceso o productos terminados y su almacenamiento a largo plazo en la empresa, que se transforma en el costo de almacenamiento, transporte, procesamiento y desguace. Daños potenciales, errores de calidad ocultos, etc.

El desperdicio de inventario se debe a que el inventario excede la cantidad necesaria para compensar la demanda inmediata, por lo que, si hay acumulación de material antes y luego del desarrollo, sugiere que el desarrollo de producción no es continuo. Por esto, las ocupaciones intermedias tienen que ser monitoreadas para solucionar inconvenientes (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 27).

- **Movimiento innecesario:** se describe al movimiento innecesario de individuos o equipos en el espacio de trabajo. Esto se debe a que los diseños mal diseñados obligan a los trabajadores a realizar ejercicios normales forzados o ejercicios con una postura incorrecta, lo que pone en peligro la salud de los trabajadores y crea un entorno ineficaz. “Debemos encontrar formas de reorganizar equipos, estaciones de trabajo y personal para lograr una mejor distribución y optimizar el espacio y el movimiento” (Cabrera, 2012, p. 1).

• **Transporte:** La transferencia innecesaria de materias primas, equipos, maquinaria y personal no agregará valor al producto. Estas distancias innecesarias deben eliminarse porque incurrirán en costos, aumentarán el tiempo de entrega y el riesgo de daños.

• **Espera:** “Este es el tiempo perdido por orden de trabajo o proceso ineficiente” (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 23). Las causas frecuentes son el desequilibrio del desarrollo (un desarrollo es más acelerado que el siguiente), la falta de disponibilidad de materias primas, el tiempo de preparación de la máquina (configuración), fallas, cambios de formato, etc.

• **Procesamiento excesivo:** Es el resultado de un procesamiento innecesario del producto, que no crea valor para el cliente y no está preparado a pagar por él. Este es uno de los cambios más complicados de hallar porque las personas que lo ejecutan no se dan cuenta de que están haciendo una ocupación extra. El objetivo del proceso de producción debe ser lograr que el producto sin dedicar más tiempo y esfuerzo del pedido (Sánchez y Rajadell, 2010, p. 26).

• **Defectos:** la manufactura que exceden las necesidades del cliente y por lo dicho no agregarán cuantía al cliente. Esto significa una gran merma de productividad porque contiene trabajo extra debido a una ejecución incorrecta del proceso. Incurren costos continuos de no calidad, derroche de materia prima, mano de obra, reprocesamiento e inconformidad del cliente.

Además, desperdiciar talento, es decir, no utilizar las capacidades de los empleados para satisfacer las necesidades del trabajo o las mejoras de los procesos. Las ideas de los miembros de la organización deben utilizarse en la mayor medida posible para detectar posibles cambios La no participación del personal generará emociones negativas, derroche de recursos y desconfianza en la mejora del sistema.

Herramientas simples de un sistema productivo

Durante los años, se han creado muchas utilidades y técnicas para asegurar los conceptos lean. Para abarcar y clasificar las utilidades lean, es requisito tener en cuenta la relación entre estas utilidades y tecnologías y los elementos de la organización, los inconvenientes que están intentando de solucionar, los tipos de desperdicios que resuelven y los bienes que se necesitan para su utilización. (Pavnaskar, Gershenson y Jambekar, 2003, página No. 3078). Las primordiales utilidades que se tienen la posibilidad de llevar a cabo de manera individual o conjunta son:

Mapa de fluido de valor: Antes de empezar el desarrollo de la filosofía lean, debe abarcar la circunstancia de hoy y mostrar el fluido de materiales e información. Por este motivo, es considerable acordarse que la cadena de valor es "el grupo concreto de operaciones requeridas en la actualidad para pasar el producto por los primordiales procesos básicos (como el desarrollo de producción y el desarrollo de diseño)" (Rother y Shook, 1999, p. 3 páginas). Value Stream Mapping (VSM) es una tecnología que contribuye a capturar todas las actividades actuales de fabricación de productos de una manera simple e intuitiva para identificar la cadena de valor. "Esta es una visión empresarial que demuestra el flujo de materiales e información de proveedor a cliente" (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 34). Usando una representación gráfica del proceso actual, rediseñe el proceso para aplicar principios lean y comience a identificar oportunidades de optimización para remover el desperdicio que existe y incrementar la eficacia del sistema.

5S: Es un sistema de perspectiva para limpieza, organización y organización, pensado para hacer mejor la eficacia, seguridad y calidad. Esta es una manera de que todos los empleados concurran y contribuyan al cambio cultural. Es la base de la autodisciplina en el trabajo, un mejor ámbito laboral y superiores productos. (García-Alcaraz, Maldonado Macías y Cortes-Robles, 2014, p. 8).

Es considerada la base primordial para lograr desarrollar otras utilidades que conforman un sistema lean. Las utilidades 5S están “asociadas con la orientación a la calidad que nació en Japón bajo la perspectiva de Deming, y se tienen dentro en la optimización o optimización continua” (González, 2007, p. 93). La utilización de las 5S sigue un desarrollo predeterminado por cinco etapas, y su avance significa la asignación de elementos.

Adáptese a la educación de la empresa y considere los factores humanos. Las cinco etapas son:
Seiri: Separe todos los materiales útiles de los materiales inútiles en el área de trabajo. Deseche todas las cosas innecesarias.

Seiton: Clasifique los elementos necesarios y ubíquelos para que sean fáciles de usar, acceder y reemplazar. "Un lugar para poner todo, todo está en su lugar".

Seiso: Limpieza capaz del área de trabajo, agregado el diseño de filosofías que permitan detectar el origen de la basura, dando por seguro que todo esté en perfectas condiciones.

Seiketsu: Esto es limpieza estandarizada, por ende, el establecimiento de reglas simples y visibles que no pueden distinguir entre el comportamiento correcto y el comportamiento anormal. Estos estándares deben recordar a los trabajadores cómo administrar su zona de trabajo y cómo mantenerla.

Shitsuke: Significa evadir métodos no conformes establecidos y sostener y cumplir todos los días los estándares y condiciones antes establecidos. Es el lote habitual entre las 5S y la optimización continua.

Mantenimiento Productivo Total (Total Productive Maintenance TPM): Es un criterio japonés revolucionario introducido por Seiichi Nakajima, quien se considera un pionero de TPM. El cuidado total de la producción es “un procedimiento conformado por una secuencia de ocupaciones organizadas, que paralelamente asiste para aumentar la competitividad de la organización” (Maldonado, 2008, p. 58). TPM es responsable de garantizar que las máquinas y

equipos estén en perfectas condiciones cuando sea primordial, y que los productos se fabriquen según los estándares de calidad día tras día en un período bastante, enfocándose en cero accidentes, cero defectos, cero pérdidas, cero fallas y cero tiempos de inmovilidad. . En el procedimiento TPM, hay procesos básicos catalogados 8 pilares (ver Figura 2), que sirven como sustento para la utilización del modelo. Sobre esta base, es necesario analizar las causas de las pérdidas del sistema e implementar planes de mantenimiento autónomo y preventivo, así como planes de capacitación de operadores para identificar los equipos y su desempeño, como soporte para la implementación del modelo.

Figura 2: Casa TPM Mantenimiento Productivo Total



Fuente: www.cdiconsultoria.es

Kanban: Es un sistema japonés de programación de control y producción síncrona basado en tarjetas o cualquier otra señal visual, "incluyendo cada proceso borra la colección que necesita del proceso anterior, y solo inicia la producción cuando aparecen las piezas y subconjuntos. Y el ensamblaje, tienen retirado, sincronizando el flujo de material desde el proveedor hasta el montaje final" (Rajadell y Sánchez, 2010, p. 96).

Según Gross y Mcinnis (2003), la finalidad del método es examinar y a partir de allí reducir los costos de existencias de material, aumentar el recurso de material y eliminar las interrupciones de producción debido a la falta de materiales necesarios.

Registra la producción mediante la integración de procesos basados en un sistema de extracción y transmite los pedidos de los clientes finales a través de los usuarios internos localizados aguas abajo. La optimización del desarrollo Kanban se refleja en la reducción del desperdicio, la organización de las superficies de trabajo, evadiendo la sobreproducción y reduciendo el inventario al vigilar de un desarrollo a otro, reduciendo de esta forma de manera significativa el WIP (Cabrera, 2012, p. 225)

Single Minute Exchange of Die (SMED): de la Fuente et al. (2006) El sistema SMED surgió como un grupo de conceptos y tecnologías, con el propósito de acortar el tiempo de elaboración / reposición a menos de 10 minutos. SMED disminuye mayormente el tiempo de transformación (configuración) e impide la necesidad de producción en masa. Se sabe por tiempo de transformación el tiempo entre el último producto A elaborado y el primer producto B elaborado. La optimización que acorta el tiempo brinda a la compañía una virtud competitiva porque incrementa la aptitud de amoldación a los cambios en la demanda y la reducción de inventarios (Maldonado, 2008, p. 42).

Despliegue de la Función de Calidad (Quality Function Deployment – QFD): Es un método para ayudar a eliminar desperdicios o "cambios en la etapa de concepto y diseño del producto, tomando en cuenta la voz del cliente y transformándola en características de diseño y operación que satisfagan las expectativas del mercado". QFD persigue tres objetivos, como priorizar las necesidades del cliente, transformar estos requisitos en informaciones y funcionalidades del producto y, en más reciente instancia, crear, producir y dar productos o servicios de alta definición que se centren en la agrado del cliente. Con la aplicación de QFD, se eliminan costosas

rectificaciones y ediciones continuas de productos y procesos antes de la puesta en servicio, reduciendo de esta forma el valor y tiempo invertido en las etapas de interfaz y avance (Torrubiano, 2007, p. 36). Jidoka: Este se encuentra dentro de los principios básicos del sistema de producción de Toyota. Jidoka “significa utilizar en el instante un enfoque humanitario a los inconvenientes de construcción cuando se detectan” (García-Alcaraz et al., 2014, p. 9). Como se dijo previamente, el triunfo de la utilización del procedimiento Lean radica en la descentralización del poder a los operadores para que logren tomar la idea cuando hallen inconvenientes en la línea de producción. Entonces, Jidoka se usa para capacitar a algún operador para parar la línea de ensamblaje cuando se descubre un inconveniente. Cuando esto pasa, el operario presiona un enlace para interrumpir la producción y activa una luz para acordarse a los colegas del departamento que se aproximan al sector de trabajo para que logren solucionar el inconveniente juntos y evadir que el inconveniente se propague en el desarrollo posterior.

Varios de los resultados a llevar a cabo Jidoka son incrementar la seguridad y la participación de los operarios, mejorar la información entre ellos, entablar advertencias de emergencia para arreglar inconvenientes, detectar el origen del inconveniente, "A extenso período, disminuye accidentes, costos y vuelve a construir el cliente. seguridad "(Bodek, 2011).

Heijunka: Esta es una palabra oriental que en nuestro idioma sería "producción balanceada". Tiene dentro planificar la producción de lotes chicos de otros modelos en un corto lapso de espacio en la misma línea para amortiguar los cambios en la demanda de los usuarios. “Al equilibrar la producción, comenzamos con una línea de producción dedicada a la producción de un solo producto, y establecimos una línea de producción flexible capaz de producir múltiples productos” (Cabrera, 2012, p. 318).

Esta tecnología conecta toda la cadena de valor desde el proveedor hasta el cliente, y se acerca a la velocidad a la que se deben fabricar los productos para satisfacer las necesidades del cliente, lo que se denomina tiempo de tacto (Torrubiano, 2007, p. 29).

Como indicó Cabrera (2012), para usar Heijunka hay que fomentar la estandarización para no reiterar el mismo inconveniente, por lo que otras tecnologías como SMED, TPM, Kanban, Poka Yoke, Personal Multi-Skill y formación continua tiene que ser mejorado, si estas herramientas no están disponibles, la caja Heijunka no se puede implementar correctamente para la mezcla de productos en la producción ajustada de varios productos.

Trabajo estandarizado: Es un grupo de operaciones de trabajo que establecen el más destacable trámite y secuencia para cada desarrollo, para eso, hay una hoja de trabajo estandarizada, “Es un método de trabajo que siempre pone la seguridad y la satisfacción del cliente en primer lugar a través de operaciones más fáciles, rápidas y de menor costo, eliminando así cambios, desperdicios y desequilibrios. Clientes” (González, 2007, pág.103).

Las modificaciones a los procedimientos de trabajo estandarizados existentes deben registrarse en función de las mejoras realizadas. La participación del operador es clave para desarrollar conceptos de optimización y saber procedimientos de trabajo más efectivos, alcanzando consensos en todos los puntos para asegurar la calidad, seguridad y agrado del cliente (Cabrera, 2012).

Justo a tiempo: JIT tiene muchas definiciones, que van desde la producción rigurosamente a tiempo hasta el criterio de administración de agrado a los usuarios y conseguir una virtud competitiva en el mercado (Chang y Lee, 1996). Singh y Garg (2011) propusieron que el sistema de construcción JIT se apoya en la iniciativa de remover el desperdicio, y su iniciativa central es mostrar los inconvenientes y usar la aptitud de cada trabajador para maximizar los provecho. JIT busca “fabricar los productos necesarios en las proporciones requeridas en el instante preciso”

(Rajadell y Sánchez, 2010, p. 15). Numerosas investigaciones demostraron que la utilización exitosa del JIT tiene el potencial de mejorar la eficiencia y efectividad organizacional (García-Alcaraz et al., 2014, p. 208).

Varios de los beneficios de su implementación son mejorar la calidad del producto, reducir el trabajo en progreso y el desperdicio en cada etapa del proceso, reducir los costos unitarios de fabricación y el tiempo de preparación de la máquina, y tirar del sistema para establecer contactos con clientes y proveedores, logrando así Producción más ágil y mejora la fiabilidad del tiempo de entrega.

Indicadores

Luego de comprobar las distintas utilidades lean que se tienen la posibilidad de llevar a cabo, un aspecto sustancial es abarcar cómo estas actualizaciones incluidas tienen la posibilidad de favorecer a la compañía. Para medir su desarrollo y eficacia, es requisito usar indicadores que traduzcan en números las acciones tomadas.

Según Rajadell y Sánchez (2010), la manera más óptima de que la gente contribuyan a la utilización de la tecnología lean es que logren medir sus esfuerzos en las ocupaciones de optimización. Creen que la medición es la clave para un cambio exitoso y sostenible, y que la precisa utilización del sistema medible y su revisión son componentes destacables para la optimización continua. Entonces, la recolección de datos debe ser fácil, creíble y oportuna. Hay incontables indicadores lean, pero hay que elegir el indicio más correcto en funcionalidad de las utilidades usadas y las propiedades de cada desarrollo en la organización. Los frecuentes se enumeran a continuación:

- **Eficiencia general del equipo (OEE):** este es un indicio clave de la optimización de la eficacia. OEE compara la cantidad de piezas que se pueden producir a la velocidad nominal y sin fallas con la cantidad de unidades realmente producidas.

- **Primer paso (FTT):** este indicio nos enseña la calidad de un desarrollo. Calcula "el porcentaje de piezas que se hacen bien por primera vez sin re trabajar. Además, puede comprender la efectividad de la estandarización del trabajo" (Martín, 2013, p. 64)
- **Tiempo de inactividad de cada línea de producción (tiempo de no producción-NPH):** Toma en cuenta el número total de minutos de inactividad del operador que ocurrieron en la línea de producción.
- **Plazo de entrega interno (Dock to Dock-DTD):** Es el tiempo que sucede desde la descarga de la materia prima desde la fábrica hasta el envío de los productos finalizados para su envío. Con ello, se busca que el tiempo total de construcción interna sea lo verdaderamente corto viable porque contribuye virtudes como "mayor elasticidad, más grande aptitud de respuesta, reducción de costos, inventario y tiempo de entrega" (Martín, 2013, pág. 73).
- **Tiempo por unidad (TPU):** El tiempo requerido para producir una unidad de producto, solo se consideran en el cálculo los operadores de la línea de producción.
- **Tiempo de sustitución del producto:** el tiempo necesario para cambiar de un producto a otro. B. Medido con un cronómetro, el tiempo ahorrado representa una reducción del tiempo de suplencia.
- **Pedidos entrega a tiempo (Entrega a tiempo-OTD):** "Miden el nivel de entrega de los pedidos completados en una fecha o plazo pactado con el cliente" (Martín, 2013, p. 77). El propósito de la entrega del pedido a tiempo es superar siempre la tasa de cumplimiento del 95%.
- **Rotación de Inventario:** Es un indicador que se utiliza para la gestión y control de las funciones logísticas de la empresa, intenta realizar una rotación rápida del inventario para

recibir los pagos de los productos antes de pagar las materias primas. Indica la cantidad de veces que se ha reabastecido el inventario en una fase de tiempo.

- **Defectos por unidad:** Mida el nivel de desperfectos en el proceso y vincule la cifra de unidades de producción con uno o más defectos al número total de unidades producidas.

Six Sigma

En la actualidad, las compañías se están enfocando en desarrollar diferentes tácticas y procedimientos que les permitan hacer mejor la calidad de productos, procesos y servicios y achicar costos para agradar las pretenciones de los usuarios. Uno de los procedimientos que integran al desarrollo es Six Sigma, y “muchas compañías han adoptado este enfoque para achicar cambios en sus procesos y productos” (García-Alcaraz et al., 2014, p. 88). 6 Sigma es “un procedimiento de optimización riguroso creado por Motorola en los 80s, cuyo primordial foco es el cliente” (Mantilla y Sánchez, 2012, p. 27).

Algunos autores como Harry, Schroeder y Linsenmann (1999) definen la SS como un desarrollo empresarial que facilita a las compañías crear y monitorear cada actividad para reducir el desperdicio y los elementos, al tiempo que incrementa el agrado del cliente para aumentar sustancialmente las ganancias.

Objetivo Six Sigma

Como se dijo antes, Six Sigma es una medida del desarrollo del desarrollo y la calidad del producto. Sigma es una letra del alfabeto griego utilizado por los estadísticos para medir la alteración (desviación estándar). El propósito concreto de este procedimiento es lograr el punto crítico de calidad, propiedades del producto y desarrollo, y achicar la variabilidad entre los parámetros de especificación (García-Alcaraz et al., 2014, p. 89). Six Sigma se enfoca en tres superficies primordiales, como hacer mejor la agrado del cliente, acortar el tiempo de período y

achicar los defectos (Mantilla y Sánchez, 2012, p. 28). SS se apoya en el criterio de calidad de detallar misiones alcanzables a corto período y enfocarse en misiones a extenso plazo; su propósito es crear e llevar a cabo un desarrollo más robusto donde los defectos se miden en partes por millón. La perspectiva es achicar los defectos a menos de 3 defectos por millón de oportunidades. Según Gómez, Vilar y Tejero (2002), este enfoque revela la consideración de achicar cambios, defectos y fallos en todos los procesos de una organización para incrementar la participación de mercado, reducir costos y incrementar la rentabilidad.

Metodología DMAIC

El método Six Sigma se caracteriza por cinco etapas específicas, a saber, definición, medición, análisis y control (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar). Cada etapa se enfoca en obtener los mejores resultados, y mediante el uso de múltiples pasos y herramientas que cada etapa puede utilizar según el tipo de proyecto a enfrentar, se minimiza la posibilidad de errores. A continuación, se da una breve descripción de cada etapa:

- **Definir:** Esta es la etapa inicial, donde se identifican los probables proyectos Six Sigma. Un examen integral de la información de la compañía, incluidos los insumos y cambiantes del desarrollo de producción, indicadores clave de desarrollo medibles, comentarios de los usuarios, empleados, tasas de defectos, habilidades del desarrollo, etc., para saber el desarrollo de hoy (García-Alcaraz et al., 2014, p. Página 101). Una vez elegido el emprendimiento, se seleccionará el equipo más idóneo para ejecutarlo y se le asignará la prioridad necesaria. En esta etapa, se deben utilizar las herramientas adecuadas (una de las cuales es el diagrama de Pareto) para determinar la calidad del proceso de intervención. Los resultados obtenidos se grafican en un gráfico para mostrar qué factores tienen mayor impacto en el problema de calidad. Para ello se utiliza el diagrama de Ishikawa y

finalmente se utiliza el diagrama de correlación para comprobar si existe una relación entre las características de calidad (Valderrey, 2010, pág.19). 31)

- **Medición:** el siguiente paso es establecer el desempeño actual del proceso y medir la línea de base del desempeño antes de intentar detectar novedades. En esta etapa, se definen los defectos, se recopila información elemental sobre el producto o desarrollo y se buscan las misiones de optimización. El objetivo es detectar y registrar los parámetros del desarrollo para comprobar el desarrollo y las propiedades de los productos de interés para los clientes. A medida que avanza el proyecto, los datos se actualizan y el equipo planea recopilar información para la siguiente fase (análisis) con el fin de verificar posteriormente el sistema de medición y el proceso y las capacidades (De Feo y Barnard, 2004, p. 223).
- **Análisis:** en esta etapa, se analizarán los datos de desarrollo de hoy y pasados para crear una lista de preferencias de fuentes de mutación. Desarrollar y probar hipótesis sobre la posible causalidad. En esta etapa, los determinantes del desempeño del proceso se determinan separando algunas variables importantes (responsables de la variación) de muchas variables, herramientas como el histograma, diagramas de caja, exámen de multivalencia, correlación y regresión, pruebas de conjetura, tablas de contingencia y exámen de varianza (ANOVA).
- **Mejora:** "Intentar determinar la relación causal (la relación matemática entre la variable de entrada y la variable de respuesta de interés) para predecir, mejorar y optimizar el funcionamiento del proceso" (Valderrey, 2010, p. 199). Aquí, se prueba la solución a pequeña escala en un entorno empresarial real. El equipo puede utilizar técnicas como superficies de respuesta y métodos operativos evolutivos para optimizar el rendimiento del proceso.

- **Control:** El propósito de la fase de control es diseñar y documentar las medidas de control necesarias para asegurar que los beneficios de las mejoras de Six Sigma se mantengan después de la implementación de los cambios. “Requiere estandarización de los métodos de trabajo y seguimiento continuo de las operaciones” (García-Alcaraz et al., 2014, p. 109).

Revise herramientas como gráficos de control de atributos y variables, pruebas de error, procedimientos estándar (SOP) e instrucciones de trabajo. Además, actualice los documentos del proceso y desarrolle planes de control del proceso. La implementación y el desempeño actual del proceso deben monitorearse durante un período de tiempo para garantizar que se mantengan los beneficios.

Estructura humana en el Seis Sigma

Para desarrollar de forma eficaz el procedimiento Six Sigma, se necesita una composición humana estable, y todos juegan un papel sustancial en el progreso del emprendimiento y en la búsqueda de la optimización continua. En esta composición organizacional, la utilización triunfadora de SS tiene 4 roles muy importantes:

Los campeones (Champions): El campeón suele ser un miembro de la junta directiva o un ejecutivo o gerente clave, que es responsable de permitir que el equipo multifuncional se concentre en el desarrollo del proyecto. Es la persona quien decide el proyecto de mejora que cumple con el objetivo estratégico. Son responsables de identificar y seleccionar cinturones negros competentes y miembros del equipo, difundirán el conocimiento de 6 Sigma en toda la empresa y coordinarán múltiples proyectos. Establecer un cierto grado de confianza puede superar la resistencia psicológica más profunda”(Gómez et al., 2002, p. 112). En pocas palabras:

orientar, apoyar, defender, proteger, trabajar duro, mantener, mantener y apoyar los esfuerzos Six Sigma.

Los cinturones negros máster (Master Black Belt): Actúan como entrenadores, mentores o consultores cinturón negro. Han recibido capacitación y coordinación del cinturón negro y, por lo general, dominan las herramientas de análisis de seis sigmas. Como entrenador el trabajo del maestro cinturón negro es asegurar de que el cinturón negro y su equipo estén enfocados en el proyecto. Desempeñan un papel importante para mantener vivo el proceso de cambio, ahorrar costos y mejorar la experiencia del cliente. También brindan apoyo y asesoramiento a los defensores y la dirección ejecutiva.

Los cinturones negros (Black Belts): "Son expertos en la implementación de SS y tienen la capacidad de desarrollar, coordinar y liderar equipos de mejora de procesos multifuncionales" (De Feo y Barnard, 2004, p. 241).

La selección del cinturón negro debe basarse en la experiencia, las estadísticas y el conocimiento de las herramientas de SS en el área a mejorar. Debe ser un líder dinámico y natural, dispuesto a realizar cambios, capaz de organizar, adquirir proyectos y coordinar equipos multifuncionales.

Los cinturones negros pasan el 100% de su tiempo en el software Six Sigma porque recibieron una formación estricta y riguroso y tienen que conseguir certificaciones prácticas. No obstante, se cree que son el papel más crítico en Six Sigma.

Los cinturones verdes (Green Belts): Son personal a tiempo parcial especializado en proyectos Six Sigma en la organización. El Green Belt aplica sus conocimientos a las actividades diarias de la empresa y obtiene un menor nivel de especialización en SS. Comparado con el Black Belt, tiene métodos más técnicos y menos instructivos. Su tarea principal es ayudar a los cinturones negros a recopilar datos y liderar pequeños proyectos de optimización en sus respectivas áreas de actividad.

HERRAMIENTAS SEIS SIGMA

Hay muchas herramientas Six Sigma respectivas con el progreso de la calidad, así como con las indagaciones de datos cuantitativos y estadísticos, así como con el control posterior al proceso y la mejora continua. Para una mayor comprensión, se clasificarán de acuerdo con cada una de las seis etapas sigma.

Definir

- **Diagrama de Ishikawa o causa-efecto:** También conocido como diagrama de ishikawa, se crea para ser utilizada para los análisis de calidad. “Se utiliza para representar de forma gráfica, clara y precisa los factores que inciden en los problemas de calidad” (Valderrey, 2010, p. 45).

Se puede usar para crear los resultados de las sesiones de lluvia de ideas para ubicar las causas y secuelas de los inconvenientes en el desarrollo, de esta forma como clasificar las causas y usar las categorías primordiales para contribuir a que surja la imaginación de la gente. Este diagrama se utiliza para solucionar inconvenientes de calidad, pero además se puede utilizar para solucionar alguna actividad.

- **Diagrama de Pareto o análisis ABC:** “Incluye clasificar los elementos o factores del proceso de intervención en orden de importancia, para que uno de ellos pueda ser manejado de diferentes formas según su peso específico ” (Valderrey, 2010, p. 32). El gráfico se apoya en el inicio de Pareto, donde el 80% de los inconvenientes surgen del 20% de las causas. Aunque el porcentaje no en todos los casos es precisamente 80/20, la

relación acostumbra satisfacerse entre "unos pocos e destacables y varios y triviales"

(Gómez et al., 2002, p. 227)

- **Gráfico de correlación:** es una herramienta para investigar si existe relación entre ámbas propiedades de calidad X e Y del desarrollo. Úselo luego de la sesión de lluvia de ideas para determinar si la causa y el resultado están relacionados, o si dos resultados tienen la misma causa, parecen estar relacionados.

Medir

- **Histogramas:** son representaciones gráficas de diferentes tipos de datos estadísticos. La utilidad de los histogramas está relacionada con la posibilidad de crear todos los datos estadísticos que pueden resultar difíciles de entender de forma intuitiva, ordenada y fácil de entender. Hay muchos tipos de histogramas, cada uno de los cuales se ajusta de acuerdo con diferentes necesidades y diferentes tipos de información.
- **Gráfico de tendencias:** Según Valderrey (2010) en el procedimiento Six Sigma, una sección sustancial de la evolución de una secuencia de datos con propiedades cualitativas en el tiempo es la inclinación o movimiento de extenso período de la serie.
- **Fiabilidad:** en estadística, la fiabilidad es un criterio que establece la exactitud de la medición. Entonces, la confiabilidad estadística establece si el ensayo es repetible. En exámenes de confiabilidad se sabe por escala cualquier clase de herramienta de medición, como cuestionarios, pruebas de desempeño, encuestas de opinión, etc. Por lo tanto, cuando la regla se aplica al mismo objeto en diferentes condiciones, se deben obtener los mismos resultados de medición.

Analizar

- **Prueba de hipótesis:** una hipótesis estadística es una afirmación de una o más propiedades de la población. Generalmente, para las dichas pruebas de propiedades de calidad, las visualizaciones se comparan con una muestra aleatoria fácil de la población, porque esta más reciente tiende a ser muy grande.
- **Análisis del proceso:** es una herramienta importante en algún programa de control de calidad. Se usa para considerar si las propiedades de control del producto o desarrollo cumplen con los requisitos. El propósito primordial de esta herramienta es "saber el cambio natural del desarrollo cuando se minimiza la predominación de todos los componentes externos que no requieren al desarrollo" (Valderrey, 2010, p. 187).

Mejorar

- **Diseño y análisis experimental:** Es una herramienta que radica en una o una secuencia de pruebas en las que se causan cambios intencionales en el input del desarrollo de exploración para que se logre ver el efecto sobre los resultados que se consiguieron (Gómez et al, 2002, p 351 página). Cuando se determinan los cambios indispensables que afectan la salida del desarrollo, por lo general es requisito modelar la relación entre las cambiantes de entrada y las propiedades de calidad de la salida. Para desarrollar estos modelos se tienen dentro técnicas de estadísticas como el análisis de regresión y las series de tiempo, que aceptan hallar funcionalidades con cierto error medible. La preferible forma de evadir inconvenientes de calidad más adelante es usar el diseño y análisis en fase de prueba al inicio del período del producto.

Controlar

- **Gráficos de control por atributos y / o variables:** El propósito final es vigilar el desarrollo mejorado identificando los valores establecidos de los parámetros de control del desarrollo, los gráficos de control permiten tomar medidas para detectar causas especiales de cambios en el proceso. Los gráficos de la variable de control se utilizan para comparar características cuantitativas de calidad, lograr procedimientos de control más efectivos y ofrecer más información acerca de el desempeño del proceso. Además, los gráficos de control de atributos se usan para contrastar propiedades de calidad cualitativas que no tienen la posibilidad de representar como corresponde con números y, en la mayoría de los casos, se clasifican como conformes / no conformes o no defectuosos o defectuosos. se clasifican como conformes / no conformes o no defectuosos o defectuosos.

Lean Six Sigma

Qué es Lean Six Sigma

George (2002) señaló en su libro "Lean Sigma: Combining 6 Sigma Quality and Lean Production Speed" que LSS es un método que logra el agrado del cliente, el valor, la calidad, la agilidad, el desarrollo y la inversión de capital. Superiores proporciones maximizan el valor de partes con intereses. Por consiguiente, la incorporación de Lean y Six Sigma es elemental porque: Lean no puede poner el desarrollo bajo control estadístico. El SS por sí solo no puede incrementar de manera significativa la agilidad del desarrollo y achicar la inversión de capital. Varios autores coinciden en que estos dos procedimientos tienen dentro una sucesión de herramientas y técnicas complementarias y mejoradas, y en varios proyectos, la unión de Lean y Six Sigma puede proveer increíbles resultados y transformarse en la construcción de valor más

sostenible hoy en día. Aunque todavía son dos prácticas y conceptos muy diferentes, la integración de Lean y Six Sigma ha creado un enfoque más flexible y aplicable a los desafíos comerciales. (Shaffie y Shahbazi, 2012).

Según Jugulum y Samuel (2008), la adopción y mezcla de estos dos métodos no está exenta de problemas. Por un lado, la calidad o el costo pueden verse afectados. Por otro lado, reducir los defectos y mejorar la calidad puede aumentar los costos, ralentizar los procesos o dañar el medio ambiente. La clave para integrar estos dos métodos en un solo método para hacer el trabajo más rápido, mejor, más barato, más seguro y más respetuoso con el medio ambiente.

Integración Lean Seis Sigma

Lean manufacturing y Six Sigma son dos formas que se enfocan en las pretenciones del cliente, Lean se apoya en el Toyota Production System (TPS) y su herramienta se refleja en la supresión sistemática del desperdicio. Por su lado, Six Sigma busca optimizar los cambios en los procesos y disminuir las fallas de los productos. No obstante, ¿cuál es la consideración de integrar estos dos procedimientos? Según Anthony (2003), cuando se aplica 6 Sigma solo, nada puede hacer mejor la variabilidad del desarrollo, y una de las pretenciones del cliente (como el tiempo de entrega) puede no verse favorecida. De manera similar, dado que no existe un marco de infraestructura cultural 6 Sigma, el uso de la mejora lean propuesta puede ser limitado. La siguiente tabla propuesta por Pyzdek (2003) muestra que estos dos métodos pueden considerar complementarios.

Tabla 1: Sinergia de Lean y Six Sigma

Lean	Six sigma
Metodología establecida para mejoras Centrado en la cadena de valor hacia el cliente	Despliegue de una metodología de políticas Medición de requerimientos del cliente y gestión de funciones cruzadas
Aplicación basada en proyectos	Habilidades de administración de proyectos
Entender las condiciones actuales	Descubrimiento del conocimiento
Diseño actual y flujo de documentos	Mapeo de procesos y diagramas de flujo
Medir el tiempo del proceso	Herramientas y técnicas de recolección de datos y control estadístico de procesos (CEP)
Calcular la capacidad del proceso y el Takt time	Plan de control de procesos
Crear hojas de combinación de estándares de proceso	Diagrama causa- efecto, Análisis de Modo y Efecto de fallas (FMEA)
Evaluar opciones	Habilidades de trabajo en equipo
Planificar nuevos diseños	Métodos estadísticos para la comparación válida
Poner a prueba para confirmar la mejora	
Reducir tiempos de ciclo, defectos de productos, tiempos de recambio, fallos de equipo, etc.	Siete herramientas estadísticas, siete herramientas de control de calidad, diseño de experimentos

Fuente: The Six Sigma Handbook (Pyzdek, 2003)

Tabla 2: Diferencia entre Lean y Six Sigma

Características	Seis Sigma	Lean Manufacturing
Enfoque hacia el cliente	No	Sí
Enfoque en crear un área de gestión visual	No	Sí
Creación de hojas de estándares de trabajo	No	Sí
Ataque al inventario de trabajo en proceso	No	Sí
Buen mantenimiento del lugar de trabajo	No	Sí
Planeación y monitoreo de control de procesos	Sí	No
Reducir variación y lograr salidas del proceso uniformes	Sí	No
Fuerte aplicación de herramientas y técnicas estadísticas	Sí	No
Emplea metodología de solución de problemas estructurada, rigurosa y bien planeada	Sí	No
Emplea metodología de solución de problemas estructurada, rigurosa y bien planeada	No	Sí

Fuente: Anthony (2003).

En la tabla 2. muestra un resumen de la iniciativa por Anthony (2003) las diferencias esenciales entre ambas formas, de esta forma como la complementariedad de las mismas.

Tabla 3: Razones por las que Lean y Seis Sigma se complementan

Lean necesita Six Sigma por que	Six Sigma necesita Lean por que
Lean no prescribe explícitamente los roles para alcanzar los resultados sustentables.	Se identifica el desperdicio. Six Sigma sub optimiza procesos
Provee una serie de herramientas para entender problemas y fuentes de variación.	Mejora el tiempo de ciclo y la velocidad de los procesos.
Lean no reconoce el impacto de la variación.	Incluye métodos de rápida acción (KAIZAEN).
Lean no es tan fuerte en las fases de medición y análisis como el DMAIC.	Six Sigma se hace más rápido si con Lean se elimina los pasos que no agregan valor.

Fuente: George (2003).

La Tabla 3. muestra la complementariedad de las dos metodologías, aunque las herramientas y técnicas utilizadas por Lean y Six Sigma son diferentes, pueden lograr mejoras en la búsqueda de la optimización con mayor flexibilidad.

Marco Conceptual

El marco conceptual nos ayuda a explicar por qué ejecutamos un proyecto de determinada manera. A través de esta herramienta, comprenderemos y utilizaremos las ideas de otras personas que han realizado un trabajo similar. Podemos utilizar marcos conceptuales como mapas de viaje. Estos conceptos nos indicarán la distancia real entre diferentes puntos para que podamos entender cuánto tiempo lleva moverse de un lugar a otro. Los factores que inciden en este estudio son los siguientes:

Lean

Puede definirse como un proceso o actividad ágil o flexible que puede adaptarse a los requerimientos del cliente (Sánchez García y Rajadell Carreras, 2010).

Control estadístico

Son herramientas estadísticas que permiten analizar la capacidad, estabilidad y cambio del proceso (Orlandoni Merli, 2012).

Análisis de Pareto

Tecnología exploratoria para detectar y medir elementos de interés en una escala habitual y ordenarlos en orden ascendente para hacer una organización acumulativa; en la mayoría de los casos, el 20% de los elementos son causantes del 80% o bastante más de la actividad total, lo que sugiere una opción a la 80-20 gobiernan el concepto. (Nibel y Freivalds, 2009)

Calidad

Aquellas características del producto que responden a las necesidades del cliente. Valía, excelencia de una cosa. (Munch Galindo, 2006)

Calidad total

El procedimiento de administración japonés cubre la calidad de todos los puntos de la compañía (proceso, materiales, personal, medio ambiente) por medio de un desarrollo de optimización continua. (Nibel y Freivalds, 2009)

Círculos de calidad

Un grupo de 2 a 5 trabajadores se reúne de forma voluntaria y continua para analizar y resolver problemas de calidad y eficiencia en su área de trabajo; implementar soluciones, proponer innovaciones y hacer efectivas sugerencias y mejoras. (Monk Galindo, 2006).

Control del proceso

Evaluación sistemática del comportamiento de un proceso y la ejecución de acciones correctoras en el caso de no conformidad. (Munch Galindo, 2006).

Diagrama

Representación gráfica de hechos, situaciones, relaciones o cualquier fenómeno mediante el uso de símbolos. (Monk Galindo, 2006).

Diagrama de flujo

Representación gráfica de la secuencia o relación lógica de los pasos correspondientes del proceso. (Sangüesa Sánchez, Mateo Dueñas e Ilzarbe Izquierdo, 2006).

Diagrama de pescado (causa-efecto)

Determinar el procedimiento por el cual sucede el acontecimiento o inconveniente adverso, es decir, el papel de la espina de pescado, es detectar los componentes contribuyentes, es decir, las espinas que se muestran en las vértebras y la cabeza del pez. (Nibel y Freivalds, 2009)

Indicador

Un indicador es la medición de una característica de un proceso. (Sangüesa Sanchez, Mateo Dueñas, & Ilzarbe Izquierdo, 2006).

Lluvia de ideas

Sesiones de análisis en las que se alienta la exposición de ideas, sin importar cuán extrañas sean. (Niebel & Freivalds, 2009).

Medio ambiente

Contexto físico y social en el que funciona un sistema, sea una persona, un grupo o una organización. (Munch Galindo, 2006)

Mejora continua

Proceso continuo para asegurar la calidad total en una compañía. (Niebel & Freivalds, 2009). Proceso: Es una serie sistemática de acciones dirigidas al logro de un objetivo. (Munch Galindo, 2006)

Productividad

Calidad de productivo, que tiene virtud de producir; dicese de las obras de la naturaleza y por extensión de las del entendimiento. Relación entre la cantidad de insumos invertidos en un producto y el producto o resultado. (Munch Galindo, 2006)

Sistema

Conjunto ordenado de procedimientos, operaciones y métodos relacionados entre sí que contribuyen a realizar una función. (Munch Galindo, 2006).

Marco Legal

La tradición legislativa para la regulación oportuna de la manipulación de alimentos y la calidad que conlleva se remonta a principios del siglo XXI, cuando se definieron las herramientas legales para ayudar a regular este tema. Además, se han formulado otro tipo de estándares para asegurar la calidad, eficiencia y efectividad de la organización, esto es para maximizar la competencia del mercado y desarrollar productos con posicionamiento y características diferenciadas. La legislación utilizada por el sector económico en el que operan las empresas productoras de chocolate es la siguiente:

Tabla 4: marco legal

CERTIFICACION	DESCRIPCION
BPM	Resolución 2674/2013: Son un conjunto de normas, reglas y criterios que conducen a unas prácticas higiénicas para la producción de alimentos inocuos y de buena calidad.
ISO 9001	Se centra en todos los elementos de calidad con lo que debe contar una empresa para administrar y mejorar la calidad de sus productos y servicios.
HACCP	(Sistemas de análisis de peligros y puntos de control críticos). Es un sistema que identifica , evalúa y controla los peligros físicos, químicos y biológicos que son significativos para la inocuidad de los productos.
ISO 22000	Es un sistema que incorpora las BPM y el sistema HACCP, para permitir a colombina S,A que los productos que suministra cumple con los requisitos de sus clientes.
BRC	Es una norma de seguridad alimentaria 8Britanica9, aplicada a empresas de alimentos en especial a las

Con formato: Normal, Sangría: Primera línea: 1,25 cm, Interlineado: Doble

que exportan al Reino Unido (Inglaterra), es considerada el staff de calidad e inocuidad más alto que existe en el mundo.

FSMA (Ley de modernización de seguridad alimentaria)

Es una norma de seguridad emitida por la FDA de los estados unidos publicada en 2011, implementada en industrias que elaboran alimentos y bebidas para productos internos o exportaciones a USA, es considerada el eslabón siguiente de BRC, es de cumplimiento legal internacional y nace por la necesidad de fortalecer la inocuidad de los productos fabricados y/o importados a USA, también nació del requerimiento de disminuir el número de enfermedades y muertes en los ciudadanos a causa de contaminaciones por alimentos y bebidas.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 4 se presentan las diferentes normas que respaldan los procesos que se llevan a cabo al interior de la empresa.

Diseño Metodológico

- **Observación**

De acuerdo con la secuencia de desarrollo del proyecto, es importante observar y describir cada etapa del proceso de producción de contenedores y líneas de empaque y sus requisitos en la organización empresarial.

- **Análisis y síntesis.**

Luego de obtener la información mediante síntesis, es necesario establecer una relación causal entre las partes o elementos que constituyen el tema de investigación, mediante la recolección de información se pueden evaluar y priorizar las oportunidades de mejora y formular un plan de mejora. Hecho. acción.

Recolección y Análisis de Datos

- **Fuentes primarias**

Como principal fuente de información, la organización utiliza soporte documental escrito para comprobar la situación actual, teniendo en cuenta la información proporcionada por el equipo AD-HOC y los cambios en el indicador HEAD-COUNT, SAP y otros sistemas informáticos (aplicaciones del sistema y productos), indicadores de producción (KPI), Métodos PDCA, (Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), teniendo en cuenta cada paso del método DMAIC para obtener información confiable de productividad sobre la necesidad de reducir los altos costos laborales. Trabajarás con el equipo técnico, que son las personas que ejecutan el proceso, el facilitador y el coach en el área.

- **Fuentes secundarias**

Revisar las fuentes bibliográficas que plantean problemas en la gestión de la producción y soluciones similares, como libros, artículos en revistas digitales, proyectos de grado, para determinar las posibles causas, oportunidades, consecuencias y soluciones de problemas objetivos en el trabajo de grado, y observar la entrega. fecha y mejorar la eficiencia. Tipo de investigación

- **Descriptiva**

La investigación descriptiva se encarga de precisar las características de la población objeto de estudio. Esta metodología se centra más en el "qué" del tema de investigación que en el "por qué". En otras palabras, su objetivo es describir la naturaleza de la segmentación de la población, no centrarse en la causa de un fenómeno. En otras palabras, "describe" el tema de investigación, pero no cubre la "razón" de su aparición.

En este caso, la empresa fabricante de alimentos desea comprender las tendencias que ayudan a maximizar la productividad de su fuerza laboral. Realizará una encuesta, recopilará datos demográficos y luego realizará un estudio descriptivo en esta parte de la encuesta.

La encuesta luego encontrará información detallada sobre "cuáles son los patrones de productividad de la fuerza laboral en el sector alimentario", pero no cubrirá ningún detalle sobre "por qué" se obtienen estos patrones, porque para las empresas que intentan mejorar el campo, es esencial para comprender su naturaleza La estructura de producción es el objetivo de la investigación.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DMAIC EN LA LÍNEA DE ENVASE Y EMPAQUE PARA EL MEJOREAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL

El desarrollo del proyecto se basa en la metodología DMAIC, la cual se enfoca en mejorar la implementación del proyecto, con el objetivo de reducir la inestabilidad del proceso y los defectos relacionados hasta obtener valores objetivos; tiene un impacto significativo en la rentabilidad y el crecimiento del negocio. Además de reducir los cambios en HEAD, hay tres áreas principales donde se puede implementar este método, a saber, mejorar la satisfacción del cliente, acortar el tiempo del ciclo y reducir los defectos: el indicador COUNT está relacionado con altos costos laborales, este último está específicamente desarrollado del autor para este proyecto. El indicador, tomando en cuenta el indicador de fábrica, tiene como objetivo optimizar la existencia de tiempos muertos, maximizando así el tiempo de producción de los empleados en uno de los turnos, ya que la línea de producción tiene 9 trabajadores por turno y 27 trabajadores por turno. día. empresa.

Este método ayuda a crear una base de datos de información sobre el comportamiento de los procesos, y cuando el objetivo que se necesita lograr se refiere a optimizar procesos que ya existen en la organización, estas cinco etapas son mucho más fáciles, en este caso se denominan (definición, Medición, análisis, mejora y control).

DEFINIR

En esta etapa se refleja la identificación del problema, además se determina el alcance del objetivo propuesto y la definición del marco temporal, el impacto en la organización, el cliente y los ahorros esperados. Durante la implementación del método DMAIC también se define el equipo de trabajo y colaboradores, en esta etapa se estudia en detalle el proceso de la línea de

envasado y se compara la relación entre los costos laborales con otras líneas con el fin de establecer la línea financiera y operativa. indicadores y determinar las variables de impacto del proceso.

Tabla 5. Identificación del problema

Título/Propósito	APLICACIÓN DE UN MODELO DE MEJORAMIENTO A LA PRODUCTIVIDAD LABORAL BASADO EN LA METODOLOGIA DMAIC
Planteamiento del problema	En el proceso de envase y empaque de la línea se genera un alto costo de mano de obra por cartón, el cual tiene un costo de \$3221 pesos por cada unidad producida, reflejando con ello una gran presencia de costos asociados a la planta operativa de la organización. Por esta razón, se debe disminuir el costo de mano de obra por cartón, ya que anualmente cuesta \$493.992.116 millones de pesos la producción por esta causa se realiza los respectivos análisis de los cinco por qué's y el diagrama de Ishikawa y se encuentra como causa raíz el alto costo en la mano de obra por cartón.
Impacto en la empresa	Teniendo en cuenta la problemática presentada en la línea de envase y empaque la aplicación de este proyecto de mejora reflejara un impacto en la organización, tanto a nivel económico, productivo y por otro lado cumpliendo con los indicadores de la organización.

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 5 nos muestra el resumen del problema que se pretende resolver a lo largo de este documento, con el fin de sintetizar de la mejor manera esto y encontrar su posterior solución.

Evaluación de impacto financiero.

Evaluar el rendimiento esperado es la clave para determinar el costo de resolver el problema, es un indicador de la viabilidad / posibilidad económica del proyecto.

Para evaluar el retorno esperado de la solución, es necesario identificar los fenómenos relevantes y cuantificar el impacto logrado por cada problema. Algunas soluciones de problemas pueden tener un impacto económico, pero pueden tener un valor estratégico para la organización porque pueden afectar su imagen, visión, políticas y objetivos.

Evalúe el costo laboral directo y el beneficio del proyecto de cada pieza de cartón producida: una variable cuantitativa (\$) que se puede medir financieramente.

Reducir el alto costo en mano de obra directa

Alto costo en mano de obra directa por cartón producido de junio del 2020 a mayo del 2021: \$ 493.992.116

En consecuencia, luego de un análisis descriptivo y cuantitativo, se busca estimar que los recursos destinados a la mano de obra directa deben minimizarse para reducir los sobrecostos de la empresa y maximizar los beneficios económicos, de manera de lograr el mismo número de unidades a un menor costo.

Definición de equipo.

El líder del equipo debe formar un equipo multidisciplinario que asegure la diversidad de conocimientos, talentos y habilidades para evitar que intereses específicos se impongan. Su misión es ayudar y resolver problemas para lograr el objetivo común. Se propone en este proyecto con el fin de cumplir con las metas Se creó un equipo de mejora.

MEDIR

En esta etapa del ciclo DMAIC se determinaron las herramientas a utilizar para la recolección de datos en el proceso y así poder conocer la situación actual, una vez definida la herramienta se realizaron las mediciones correspondientes para validar el sistema y establecer si los datos recolectados fueron para el análisis del sistema

Plan de recolección de datos.

El formato de recopilación de datos es una lista de todos los costos y órdenes de proceso que se encuentran en la plataforma del sistema SAP. Estos datos son recopilados por analistas de información de ingeniería industrial para facilitar la recopilación y el procesamiento. Analizar los datos requeridos para cambios en la producción, registrar la línea de producción y generar un plan de acción a partir de ahí, además, considerar la comparación con otras líneas de producción, referirse al personal requerido para el procesamiento de ciertos productos, y sus costos laborales por cuadro, haz un diagrama de Pareto a partir de ahí.

Los principales objetivos de colocar los datos en el mismo formato de recopilación de datos son:

- Facilitar la recolección de datos.
- Organizar los datos durante la recolección y evitar re-organizarlos después.

Figura 3: plan de recolección de datos



Fuente: Orlandoni, 2012.

La figura 3 muestra el sistema SAP el cual se puede visualizar de manera ordenada, las ordenes en proceso y en terminado, además de la consignación y la trazabilidad de los de datos de cada producto tanto del costo de mano de obra como del producto.

Se recopilan los datos del costo de mano de obra por cartón de algunas máquinas, en relación con el número de personas que se necesitan para su producción, desde el segundo semestre del año 2020 hasta el primer semestre del 2021.

Tabla 6. Recopilación de datos comparación con el número de personas y mano de obra directa

Maquina	Producción por día			% acumulado	% acumulado	# de Personas
	Costos de mano de obra por carton	%				
BENCOPACK	3221	0,25	3221,00	24,72%	9	
BLANDOS FRULETTE	3120	0,24	6341,00	48,66%	4	
DOMESTICOS-INSTANTANEOS	2820	0,22	9161,00	70,30%	4	
MULTICAVEMIL	2130	0,16	11291,00	86,65%	4	
CONFITES - MENTA HELADA	1740	0,13	13031,00	100,00%	2	
Total	13031	100,00%				

Fuente. Elaboración propia

En la tabla 6. Se recopilan datos referentes a los costos de mano de obra por cartón de algunas máquinas, en relación con la cantidad de personas, esto para poder realizar el diagrama de Pareto.

Grafico 1. Diagrama de Pareto en comparación con el número de personas y mano de obra directa



Fuente. Elaboración propia

En el grafico 1 muestra como resultado que dentro de las primeras cuatro maquinas presentan un alto costo en la mano de obra, pero llevando un análisis en relación con la cantidad de personas que se requieren para producir un carton, se llego a la conclusión de priorizar la maquina envasadora Bencopack, ya que necesita una tripulación de nueve personas para producir un carton con un costo de \$3221 pesos.

Resultados- Plan de recolección de datos

Luego de iniciar la etapa de medición y teniendo en cuenta los datos recogidos en el Sistema de base de datos SAP, se muestra una tabla donde nos muestra la cantidad de kilogramos producidos, la cantidad de cartones por mes y el costo de mano de obra por cartón, esto a partir del mes de junio del año 2020-2021, en donde se evidencio que se presenta un alto costo en la mano de obra por cartón.

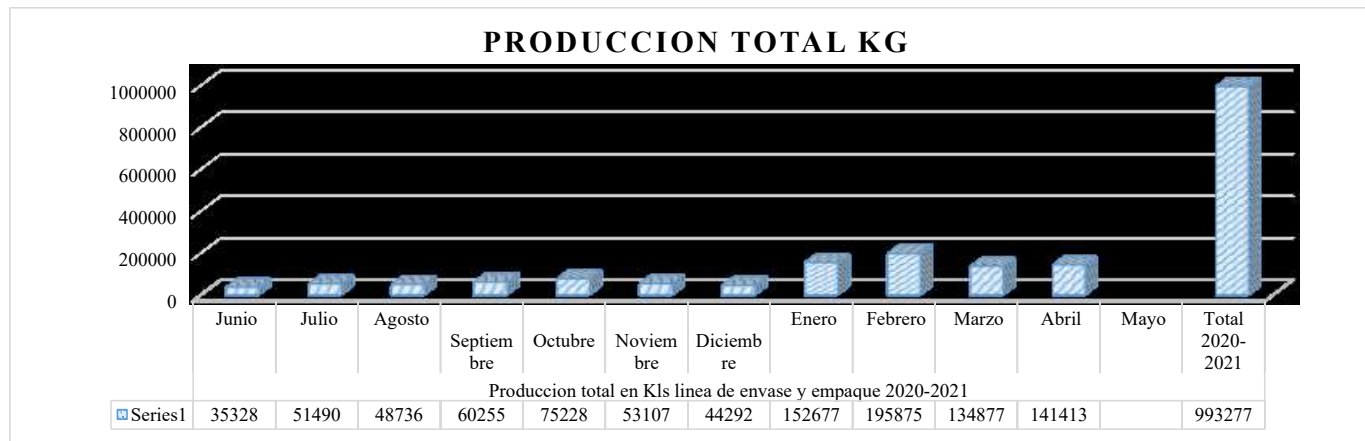
Tabla 7: Producción total en Kilogramos linea de envase y empaque con una tripulación de 9 personas

Producción total en KG linea de envase y empaque 2020-2021												
Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total 2020-2021
35328	51490	48736	60255	75228	53107	44292	61071	78350	53951	56565	0	618372

Fuente: elaboración propia.

En esta tabla se va a presentar un resumen acerca de la producción que se realizó en la fábrica durante cada uno de los meses, desde junio de 2020 hasta mayo de 2021, permitiendo de esta manera poder comparar de manera más sencilla los datos.

Gráfico 2: producción total kilogramos



Fuente: elaboración propia.

La grafica anterior muestra la cantidad de kilogramos de chocolate producidos, desde el mes de enero del 2020, hasta mayo del 2021. De acuerdo con estos niveles de producción, podemos observar que el nivel de producción es bastante bajo, a través de lo cual podemos concluir que no existe una relación directamente proporcional entre el número de empleados y la cantidad de producción total dentro de la organización.

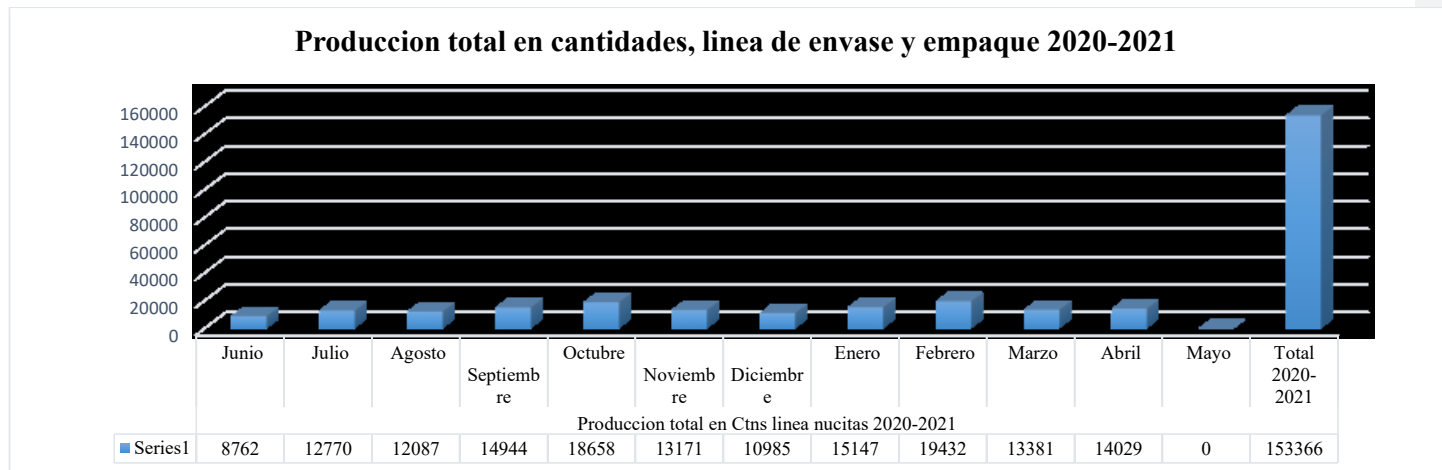
Tabla 8: Producción total en cantidades, línea de envase y empaque 2020-2021 con una tripulación de 9 personas.

Producción total en cantidades, línea de envase y empaque 2020-2021												
Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Total 2020-2021
8762	12770	12087	14944	18658	13171	10985	15147	19432	13381	14029	0	153366

Fuente: elaboración propia.

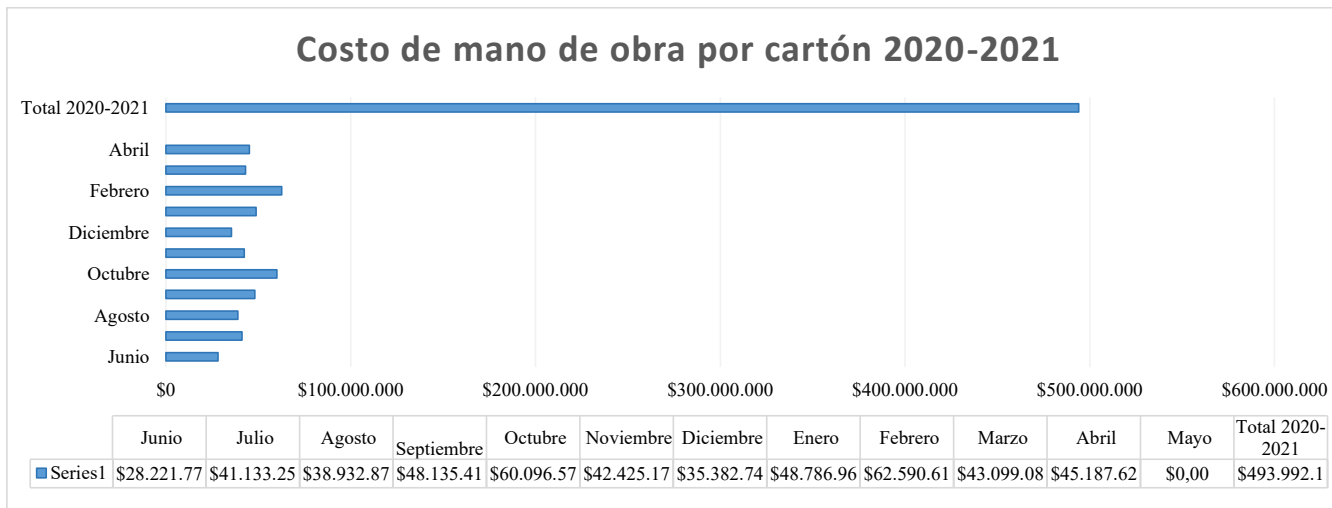
En esta tabla, se realiza nuevamente una síntesis acerca de la producción total durante 12 meses, sin embargo, en este caso, se enfoca en las diferentes líneas de producción de la compañía.

Gráfico 3: producción total en cantidades, línea de envase y empaque 2020-2021.



Fuente: elaboración propia.

Gráfico 4: Costo de mano de obra por mes en la línea de envase 2020-2021.



Fuente: elaboración propia.

esta gráfica muestra un cuadro el resumen del costo de mano de obra por cartón de cada uno de los meses, determinando así cual es la participación total de la mano de obra por cartón

ANALIZAR

Posteriormente, con la participación de todo el equipo de mejora compuesto por gerentes de calidad, gerentes administrativos y gerentes de producción, trabajaron en conjunto para mejorar los estándares de producción y realizaron estudios detallados de cada proceso. Determinar el tiempo estándar utilizado, a fin de minimizar la pérdida de tiempo y el desperdicio asociado a él.

El equipo estaba integrado por operadores de máquinas envasadoras, técnicos electromecánicos, analistas de calidad, coordinadores y equipos de mejora, quienes intercambiaron ideas y enumeraron las principales razones de problemas específicos (condiciones básicas de la máquina) a través de investigaciones exploratorias y observacionales. En cuanto a los diferentes procesos implementados por la empresa, se combinan de manera clara e intuitiva las potenciales causas similares, se detecta la causa raíz según el diagrama de causa y efecto, se utilizan los cinco porqués, y se verifica la causa raíz con hechos y datos. Las razones de este análisis son las siguientes:

- Alto costo en la mano de obra.
- Relación inversamente proporcional entre el nivel de productividad y el número de empleados.

Tabla 10: Lista de lluvia de ideas

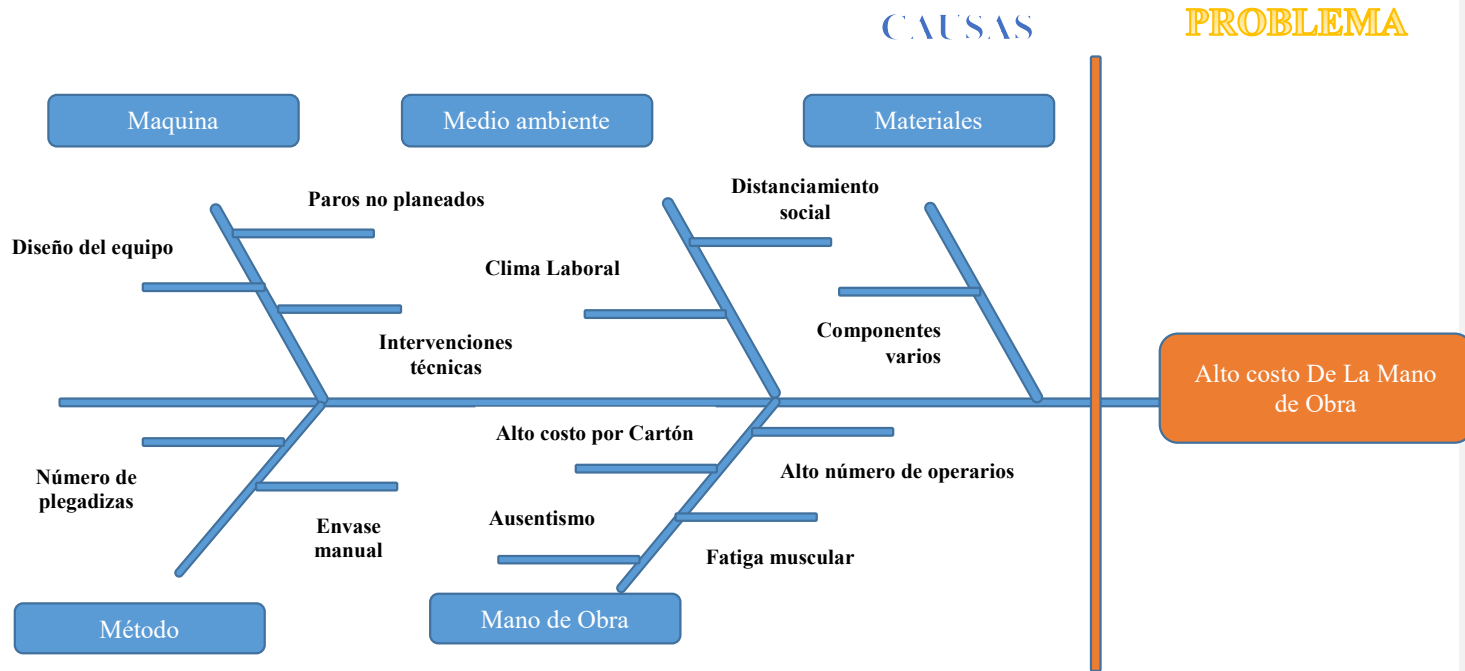
LLUVIA DE IDEAS			
	FECHA	AREA	CHOCOLATERIA
E Q U I P O D E M E J O R A			Diseño del equipo
			Numero de plegadizas
			Paros no planeados
			Intervenciones tecnicas
			Clima laboral
			Alto costo por carton
			Ausentismo
			Distanciamiento social
			Componentes varios
			Allto numero de operarios
		Fatiga muscular	

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10.se muestra la herramienta de lluvia de ideas que se utilizó por los aliados y miembros del equipo, para listar los análisis de las principales causas referentes al alto costo de mano de obra por cartón, en la línea de envase y empaque.

A continuación, se realiza el diagrama de Ishikawa, en relación con el análisis de la lluvia de ideas.

Figura 5: diagrama de causa- efecto



Fuente: elaboración propia

POSIBLES CAUSAS	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	CAUSA RAIZ
Alto costo en la mano de obra por cartón	Alto número de operarios para producir un cartón	Diseño del equipo	El equipo es thermoformadoras y envasadora	El envase del producto terminado es de forma manual

Relación inversamente proporcional entre el nivel de productividad y el número de empleados.	Alto número de empleados para la demanda de mercado.	Bajo nivel productivo por parte de la organización.	La maquinaria y equipo requiere menos cantidad de personal.	En la figura 5. Se
---	--	---	---	--------------------

muestran las causas más relevantes de forma ramificada que se han visto en la línea de envase y empaque dando como resultado el alto costo en la mano de obra por cartón, a partir de allí se tiene en cuenta los 5 Por qué's con más impacto dentro del diagrama de Ishikawa

Tabla 11: análisis causas-raíces

POSIBLES CAUSAS	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?
Ausentismo	La línea de producción no inicia operaciones por falta de personal	La alimentación de las plegadizas son de forma manual	La máquina cuenta con una banda de alimentación de envase y empaque manual	Diseño del equipo

POSIBLES CAUSAS	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?	¿POR QUE?
Fatiga muscular	Movimientos repetitivos durante el turno que son de aproximadamente 21168	Las operarias por medio de la acción de agarre deben alimentar la plegadiza	La máquina cuenta con una banda de alimentación de envase y empaque manual	Diseño del equipo de equipo y

Tabla 12: Análisis de situación actual

¿Qué acción se debe implementar?	¿Por qué es importante implementar la acción?	¿Quién es responsable?	¿Dónde se debe implementar la acción?	¿Cuándo se debe completar?	Estatus
Diseñar un prototipo de alimentación automática para los contenedores de chocolate	Por las variaciones en los altos costos de la mano de obra	Produccion-Manufatura	Maquina thermoformadoras envasadora	07/30/2021	Finalizado

Fabricar dispositivo acondicionar bandas transportadoras	Para la optimización de la mano de obra directa	Produccion-Manufatura	Maquina thermoformadoras envasadora	07/30/2021	Finalizado
---	---	-----------------------	-------------------------------------	------------	------------

Fuente: elaboración propia.

Dentro de los análisis que se realizaron se planteó la compra de un dispositivo robótico de procedencia italiana para el empaque del producto, pero se descarta la compra ya que en el mercado este dispositivo tiene un costo de aproximadamente \$530,000.000 millones de pesos.

Figura 6: Brazo robotico



Figura 7: Registro fotográfico de causas-raíces



Fuente: elaboracion propia

En la figura se muestra el proceso y la tripulación que se requiere para el envase y empaque del producto. De acuerdo con las causas raíces mencionadas previamente, se puede mencionar que la empresa cuenta con un alto número de empleados en concordancia con la cantidad de ventas que registra en cada uno de los periodos, por lo que se puede tomar más tiempo del empleado, habiendo más sencillo el trabajo de los colaboradores, y aun así cumplir con la meta de producción, sin embargo, la compañía pierde dinero por ello.

Figura 8: ilustración del proceso de envase y empaque



Fuente: elaboracion propia

la figura 8 muestra el proceso de envasado y empaque en donde la operaria recibidora se encarga de verificar el correcto codificado de las plegadizas, verifica que las plegadizas tengan el punto de goma en la tapa frontal y empaca 24 unidades en el cartón, el empacador es el encargado de suministrar la caja de plegadizas, de cucharas, etiquetar los cartones, retirar de la mesa de recibido, estibar y luego de completar el pallet y luego llevarlo hasta la zona de almacenamiento (cendis)

IMPLEMENTACIÓN

Generalmente en esta etapa de la metodología DMAIC, se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora que se desencadenan de los análisis realizados en la etapa anterior se plantean diferentes alternativas de solución que permitan mejorar el desempeño y las condiciones del proceso, dando lugar a la disminución de fatiga muscular en donde se evaluaron los esfuerzos a los que se someten los miembros superiores de los trabajadores debido a postura, función muscular y las fuerzas que ejercen en el proceso, como también la disminución del costo de producto terminado en base a la mano de obra, producidos por la intervención de las variables antes mencionadas.

Planteadas las mejoras tentativas incluidas en el plan de implementación dentro del proceso, y por consiguiente en el análisis de causas que nos muestra la tabla 12, y tomando en cuenta los planes de acción a ejecutar como fue diseñar un prototipo de alimentación automática para los contenedores de chocolate, además de fabricar un dispositivo y acondicionar bandas transportadoras y así ejecutar, a partir de allí se empieza a construir de manera piloto los equipos para así después permitir y verificar la efectividad en la mejora, dando espacio para realizar modificaciones a lo planteado si es necesario.

A continuación, se presentan las evidencias de las pruebas piloto de los prototipos, en relación a las variables en la etapa anterior.

Figura 9: Prueba de gravedad, producto a plegadiza



Figura 10: Prueba de envase modo manual



Figura 11: Prueba de envase modo automatico
descarga



Figura:12 Actuador de giro para compuerta de



Figura 13: Tobogán y base de descarga para navicilla

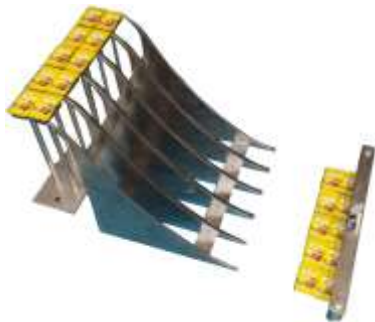


Tabla 13 presupuesto de materiales para la construcción e implementación del proyecto

Presupuesto Proyecto			
Recursos	Cantidad	Valor Unit	Valor total
Disco D/Corte 4.1/2" P/Pulidora Dewalt	12	3.5	42000
Disco Pulidora E:1/4" D.E:4.1/2 D.I:7/8	15	4.1	61500
Disco Zirconio (FLAP) T-27 4-1/2 x 7/8	5	12	60000
Disco Fibratex 6" Ref.PB210289 Carborund	2	38.5	77000
Soldadura Inoxidable De 1/16"	30	701	21030
Lamina Acero Inox.Calibre 16	1	495.5	495500
Lamina Acero Inox.Espesor 1/8" 1.0x2.0m	1	1.055.000	1055000
actuador giratorio sistema métrico dsr	2	1.509.000	3018000
Platina Acero Inox. 1/8" x 1.1/2"	1	10.834	10834
Mano de obra Tecnico	90	55.032	4952880
Mano de obra Ayudante	90	37.928	3413520
Total		3.222.095	13207264

Fuente elaboración propia

la tabla #13 muestra el listado de los materiales que se requirieron para elaboración y modificación del proyecto en la línea de envase y empaque.

A partir de la lluvia de ideas y de los análisis que se realizaron en la etapa anterior se lograra con la implementación del dispositivo a mejorar las variaciones en los altos costos de la mano de obra, después de realizar las pruebas en donde primero se observó cómo llevar las navcillas a la plegadiza por medio de la gravedad, además se encuentra un problema, las navcillas caen de forma desordenada como se muestra en la figura 9, y luego se planteó diseñar y construir un sistema de tobogán como se muestra en la figura 13. A partir de allí, se hicieron pruebas para que el producto descargara de forma automática, para ello se hizo la evaluación de algunos dispositivos neumáticos para hacer la respectiva descarga.

El grupo de trabajo presenta alternativas para el mejoramiento en cuanto a la variación que fue encontrada en el proceso por causas de las variables relacionadas

con el funcionamiento y manejo de la máquina que se realizó en la etapa anterior, a continuación se muestran los dispositivos que se construyeron y se instalaron en el equipo, es importante resaltar que los prototipos planteados por el equipo de mejoramiento fueron evaluadas por la diferentes áreas de apoyo (mecánico, eléctrico, instrumentación).

Figura 14: materiales reciclados



Figura 15: Construcción dispositivo



Figura 16: mediciones del dispositivo de alimentación Por gravedad en el equipo



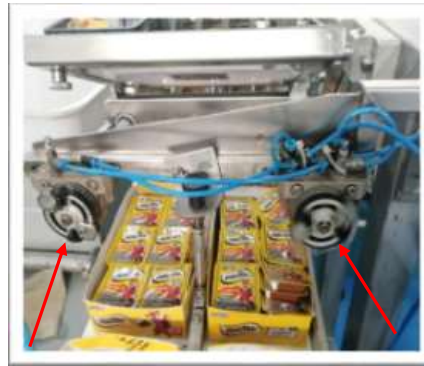
Figura 17: dispositivo de alimentación por gravedad instalado en el equipo



Figura 18: compuertas de descarga instalada



Figura 19: actuadores de giro instalados



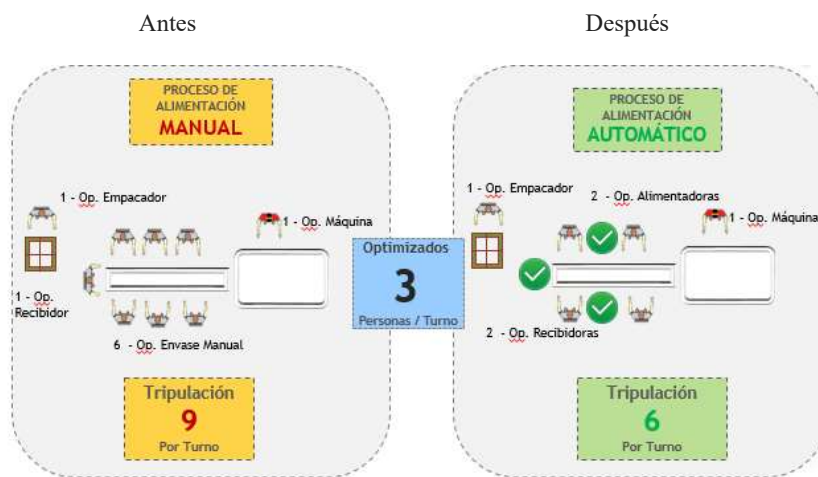
En las figuras anteriores se muestran las etapas del paso a paso de la construcción e instalación de los dispositivos.

Posterior a las pruebas realizadas con los dispositivos piloto se procede a la búsqueda y recolección de los materiales requeridos para la construcción de los mismos a partir del reciclaje y aprovechamiento de materiales en planta, luego se procede a trasladar los materiales al taller de máquina y herramientas para la construcción y maquinado de las piezas de los dispositivos.

Se construye el dispositivo de alimentación por gravedad y se lleva al equipo para realizar los respectivos ajustes y montaje del mismo como se muestran en las figuras 16 y 17, adicional al montaje del dispositivo de alimentación por gravedad se montan las compuertas de descarga de las navcillas como se observa en la figura 18, posterior al montaje se hace la cotización y compra de (2) actuadores de giro marca resto, como se puede observar en la figura 19.

Después del montaje los ajustes e implementación del dispositivo antes mencionado se logra reducir la fatiga muscular de las operarias envasadoras, se mejora el costo de mano de obra por cartón y la optimización de 3 operarias por turno.

Figura 20: Antes y después de la implementación



la figura # 20 muestra el antes de la implementación con una tripulación de 9 de personas y que de las cuales 6 operarias se encargan de envasar de forma manual el producto, el cual es transportado por medio de una banda de movimiento continuo, a partir de la implementación de los dispositivos, se logra optimizar tres personas de la tripulación, pasando de un total de 9 personas a 6 personas, de las cuales dos de ellas se encargan de alimentar la plegadiza en una banda transportadora por fase y dos de ellas se encargan de cerrar la plegadiza, en donde elimina por completo la actividad de envase manual.

Dentro del análisis de causas también se evidencio la fatiga muscular reportada por parte de las operarias la cual desempeñan su trabajo en la línea de envase y empaque, a raíz de los movimientos repetitivos, por consiguiente se ven expuestas a condiciones que afectan directamente su salud, algunas de las enfermedades que se han diagnosticado por el

departamento de seguridad y salud en el trabajo y respaldado por las instituciones públicas y privadas de salud del valle del cauca se destacan enfermedades como síndrome del túnel carpiano, dolor de espalda, bursitis de hombro y síndrome de manguito rotador.

De igual manera el departamento de salud y seguridad en el trabajo de la empresa fabricante de alimentos, reporta un comportamiento incremental cada año desde el 2015 y a la fecha el número representa el 10% de la población de los empleados que padecen una de las enfermedades ya mencionada.

Figura 21: Movimientos repetitivos Antes y después de la implementación

Antes



Después



a partir de la implementación se logra disminuir los movimientos repetitivos causados por el envase manual, En la figura del antes de la implementación se muestra que las operarias tenía que realizar los siguientes movimientos (abrir la plegadiza, alimentar las cucharas y depositar dos capas de navecillas, luego tapar la plegadiza y dejar en la banda transportadora), en la figura después de la implementación se observa que ya las operarias solo abren la plegadiza, alimentan las cucharas y depositan en la banda transportadora en donde el dispositivo encajador se encarga de alimentar de forma automática las capas de navecillas en las plegadizas, se elimina de raíz la alimentación de las navecillas de forma manual.

A partir de la implementación y basándonos en los pilares del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se propone implementar las siguientes actividades para el mejoramiento y rendimiento de la máquina para monitorear su efectividad.

Plan de mantenimiento preventivo: Se recomienda desarrollar un plan de mantenimiento mediante el cual se inspeccione permanentemente la máquina y los equipos, se comprenda el estado de los componentes y se formulen las especificaciones mínimas permitidas para las áreas de mantenimiento y producción. Estas especificaciones determinan los componentes funcionales de la máquina, y la finalidad es comprobar periódicamente todos los componentes que intervienen, teniendo en cuenta la vida útil de cada componente, las recomendaciones del fabricante y las condiciones específicas de uso de la máquina. A continuación, se muestra un formato en el que se debe registrar la frecuencia, el estado de la máquina, el tipo de intervención que requiere y el cumplimiento con el que se realiza el mantenimiento.

Tabla 14. Lista de chequeo mantenimiento preventivo.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES MANTENIMIENTO POR OPERARIO

AÑO: 2021



Cumplido con Novedad



Cumplido sin Novedad



No Cumplido

ANTES DE INICIAR LABORES DE INSPECCIÓN LEA LOS COMPROMISO HS	ANTES DE INICIAR LABORES DE INSPECCIÓN LEA LOS COMPROMISO ES
1.No introduzca las manos a equipos en movimiento. 2.Conserve óptimas condiciones de orden y aseo, no realice trabajos eléctricos en pisos mojados. 3.Implemente las pausas activas en el momento en que aparecen los primeros síntomas de fatiga. 4.Uso adecuado y obligatorio de EPP (Gafas, Botas de Seguridad, Guantes Ansell con recubrimiento, etc.). 5.Conocer y consultar la hoja de seguridad de las Sustancias Químicas que se vayan a utilizar durante la inspección y/o reparación. 6.Comunique cualquier caso de Emergencia a través del número 77 o al área de Seguridad Industrial extensión: 1141-1142.	1. Utilice el agua de manera racional, no la desperdicie. 2. NO levante las rejillas de los sifones y canales para evitar que se viertan residuos sólidos al alcantarillado. 3. Maneje adecuadamente las Sustancias Químicas con la rotulación correspondiente y consulte la Hoja de Seguridad. 4. Utilice de forma racional la energía; apague los equipos sin uso. 5. Mantenga en orden las herramientas asignadas y limpie las áreas donde se realicen labores de mantenimiento. 6. Recoja los Residuos Sólidos y deposítelos en los recipientes para tal fin.

ITEM	ACTIVIDADES A REALIZAR	CONDICION	EQUIPO: EV50012: ENVASADORA BENCOPACK MINPACK 12 SER.P209																													
			DICIEMBRE																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
21	UNIDAD HIDRAULICA																															
21.3	MANTENIMIENTO INSTRUMENTACION																															
21.3.1	VERIFICAR EL ESTADO Y BUEN FUNCIONAMIENTO DEL MANOMETRO DE PRESION DE AIRE, QUE NO ESTE FRACTURADO, QUE TENGA EL PUNTERO BIEN POSICIONADO, QUE NO TENGA FUGAS Y REVICE LOS ACTUADORES DE GIRO QUE SE ENCUENTR BIEN SOPORTADO A SU BASE; REPORTAR ALGUNA ANOMALIA.	FUN									ES								ES												ES	
21.4	MANTENIMIENTO MECANICO																															
21.4.1	VERIFIQUE QUE TODA LA ESTRUCTURA EN GENERAL DE LA UNIDAD HIDRAULICA SE ENCUENTRE EN BUEN ESTADO Y QUE CUMPLIAN CON SU RESPECTIVA FUNCION; REPORTAR ALGUNA ANOMALIA.	FUN									IM																					
21.4.2	VERIFICAR QUE LAS MANGUERAS HIDRAULICAS ,NEUMATICAS Y DE AGUA FRIA DE LA UNIDAD NO PRESENTEN FUGAS; QUE SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO (QUE NO ESTEN TOSTADAS O RAJADAS); REPORTAR ALGUNA ANOMALIA.	FUN									IM																					
21.2	MANTENIMIENTO ELECTRICO																															
21.2.1	VERIFICAR QUE EL VENTILADOR DE LA UNIDAD SE ENCUENTRE FUNCIONANDO CORRECTAMENTE.	FUN									ES								ES													ES
21.2.2	VERIFICAR QUE LOS CABLES Y PRENSAESTOPAS DE CONEXION DE LA UNIDAD Y DEL SENSOR DE TEMPERATURA UBICADOS EN ESTA ZONA SE ENCUENTREN EN BUEN ESTADO Y BIEN AJUSTADO; REPORTAR ALGUNA ANOMALIA.	FUN									ES								ES													ES
	RESPONSABLE																															
	FACILITADOR MANTTO AUTONOMO																															

Fuente: elaboración propia

Plan de Mantenimiento autónomo: este plan de mantenimiento depende principalmente del conocimiento y el manejo del operador sobre la máquina, de esta manera, en coordinación con el área de mantenimiento de la empresa, se realizan capacitaciones al personal del proceso de envasado, que les permitan realizar de forma

concreta operaciones específicas relacionadas con el mantenimiento de la máquina y la realización de trabajos de mantenimiento menor, de esta manera se evitaban paros innecesarios del equipo y demoras en el proceso ocasionados por la disponibilidad de técnicos especializados. Este mantenimiento autónomo debe ir de la mano con un programa de orden y limpieza, por medio de inspecciones preventivas en el área de trabajo que garantice óptimas condiciones de operación en la máquina.

Tabla 15. tarjeta de limpieza y desinfección

	PROGRAMA DE CONTROL PREVENTIVO DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN (L&D) EN MAQUINAS, EQUIPOS Y UTENSILIOS	Páginas: 91 de 2
<i>Fecha: FEBRERO 2021</i>	<i>Preparado por: Directora de Calidad</i>	Versión: 10
TARJETA DE LIMPIEZA: BENCOPAK 1		AREA: CHOCOLATERIA

IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA	ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	RESPONSABLE
<ul style="list-style-type: none"> ♦ Detergente <i>Pantas tic®</i> al 3 % v/v ♦ Desinfectante <i>Whisper V®</i> 0.2% v/v ♦ WY pall (Paño absorbente) ♦ Sabras ♦ Alcohol al 70% 	<ul style="list-style-type: none"> ♦ Guantes de caucho ♦ Botas de caucho ♦ Gafas de protección ♦ Tapabocas al 70% 	Operario encargado y tripulación
TIPO DE LIMPIEZA: DE CAMBIO DE TURNO FRECUENCIA: CADA 8 HORAS TIEMPO: 5- 10 MIN		
<ol style="list-style-type: none"> 1. 1S Separe los elementos innecesarios. 2. 2S Suprimir suciedad. 3. Limpie ligeramente con un whypall húmedo las herramientas, partes, superficies que entran en contacto con el colaborador. 4. Desinfecte con alcohol al 70% las herramientas, partes, superficies que entran en contacto con el colaborador. 5. 3S Sitúe los elementos en su ubicación estándar 		
TIPO DE LIMPIEZA: RUTINARIA FRECUENCIA: DIARIA TIEMPO: 20 minutos		
<ol style="list-style-type: none"> 1. 1S Separe los elementos innecesarios 2. Aliste los implementos de limpieza antes de comenzar el procedimiento. 3. Verifique que la máquina no se encuentre en movimiento 4. 2S Suprimir suciedad. 5. Ordene el área dejándola limpia y sin ningún tipo de recorte. 		

6. Limpie la superficie de la maquina con un Whypall húmedo.
7. Limpieza cabezal codificador Imaje.
8. **3.S Sitúe los elementos en su ubicación estándar.**

TIPO DE LIMPIEZA: SEMANAL

FRECUENCIA: FIN DE SEMANA

TIEMPO: 4 HORAS

1. **1S Separe los elementos innecesarios.**
2. ALISTE LOS IMPLEMENTOS DE LIMPIEZA ANTES DE COMENZAR EL PROCEDIMIENTO.
3. Verifique que la máquina no se encuentre en movimiento; cubra todos los elementos y controles eléctricos
4. Realice el sopleteo de la tubería y la recamara.
5. Descargue el producto presente en la recamara, haga pasar aire a presión por esta línea para retirar todo el contenido.
6. Adicione aceite de maíz en el tanque de lavado del equipo y caliéntelo a 30° y 50° C
7. **2S Suprimir suciedad**
8. Haga pasar el aceite por la recamara y todas las líneas de conducción de producto en el equipo recirculándolo por espacio de 25 minutos.
9. Evacue el aceite de maíz presente en la recamara y líneas. Retire el aceite de maíz del tanque para usarlo en reproceso (se le debe sacar muestra microbiológica al aceite antes de ingresarlo de nuevo al proceso).
10. Desmonte tapas laterales, lávelas con solución de *Pantas tic*[®] al 3 % v/v usando un Whypall limpio.
11. Verifique que la limpieza haya sido efectiva y realice verificación visual por ausencia de espuma
12. Retire la los residuos de chocolate presente en la superficie del equipo usando agua tibia, después aplique solución de *Pantas tic*[®] al 3 % v/v aplicado con Whypall limpio en sistema de corte, banda transportadora, sistema de dosificación y mesa de empaque de producto terminado.
13. Verifique que la limpieza haya sido efectiva y realice verificación visual por ausencia de espuma
14. Limpie el calentador (termo formador) del material de empaque con solución de *Pantas tic*[®] al 3 % v/v usando Whypall limpio.
15. Verifique que la limpieza haya sido efectiva y realice verificación visual por ausencia de espuma
16. Realice desinfección aplicando solución de *Whisper V*[®] 0.2% y usando Whypall limpio en calentador (termo formador), sistema de corte, banda transportadora, sistema de dosificación y mesa de empaque de producto terminado; deje secar allí.
17. **Limpieza equipo codificador Imaje.**
18. **3S Sitúe los elementos en su ubicación estándar.**

TIPO DE LIMPIEZA: ESPECIAL

FRECUENCIA: Cada 2 Meses

TIEMPO: 8 Horas

1. **1S Separe elementos innecesarios**
2. Realice cada uno de los puntos descritos en el aseo semanal incluyendo lo siguiente:
3. **2S Suprimir suciedad:**
4. Desmonte recamara de producto, realice limpieza con *Pantas tic*[®] al 3 % v/v
5. Realice cambio de empaques dañados. (Se debe realizar el aviso por mantenimiento para la entrega de los empaques).
6. Verifique que la limpieza haya sido efectiva y realice verificación visual por ausencia de espuma
7. Realice desinfección con solución de *Whisper V*[®] 0.2% y realice montaje.
8. Limpieza equipo codificador Imaje
9. **3S Sitúe los elementos en su ubicación estándar**
10. **4S Seguir estándares** verifique el estado de las demarcaciones del equipo y del área; en caso de requerir reparación de alguna demarcación programar con el supervisor del área.
11. Asegúrese que el área alrededor de la máquina quede limpia y ordenada.

NOTA: La solución detergente *Pantas tic®* al 3 % v/v y la solución Desinfectante *Whisper V®* al 0.2% v/v se obtienen previamente diluidas en los dosificadores de la estación de Limpieza y desinfección Ecolab. En caso de presentarse falla de dosificadores preparar solución manual: *Pantas tic®* (30 ml por litro de agua), *Whisper V* (2 ml por litro de agua)

COMPROMISO AMBIENTAL: - Utilice el agua de manera racional, no la desperdicie. – Recoja los Residuos Sólidos y dépositelos en los recipientes para tal fin. – NO levante las rejillas de los sifones y canales para evitar que se viertan residuos sólidos al alcantarillado. – Maneje adecuadamente las sustancias químicas, consulte la ficha de seguridad.

APROBADO	
Calidad	Producción

Fuente elaboración propia

Apartir del mantenimiento autónomo el cual debe de ir acompañado de un programa de limpieza y desinfección de la línea además del equipo de envase y empaque

A continuación, se muestran evidencias fotográficas de la limpieza realizada en la línea de envase y empaque.

Figura 22 y 23: Antes y después de la limpieza estación dosificador de cremas

Figura 22: Antes



Figura 23: Después



Figura 24 y 25: Antes y después de la limpieza de tanque y tuberías de suministro de crema

Figura 24: Antes



Figura 25: Después



Tabla 16: Capacitación Ruta de Entrenamiento

CAPACITACION RUTA DE ENTRENAMIENTO

Fecha: Empresa: _____ Sede: _____
dd mm aaaa

Cargo: _____

Nombre del Colaborador (a): _____ CIN: _____

Facilitador (a) de Entrenamiento: _____

ASPECTOS A EVALUAR	CALIFICACIÓN	
	SI (100%)	NO (Menor 100%)
TEMA		
BPM		
1. ¿Conoce que son las BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA?		
2. ¿No utiliza elementos innecesarios (cadenas, anillos, reloj, etc.)? ¿Mantiene limpio el uniforme de trabajo?		
3. ¿Conoce los cuidados al manipular los productos (manos limpias, lavarlas frecuentemente)?		
SEGURIDAD INDUSTRIAL		
1. ¿Conoce y describe los riesgos de seguridad del cargo? (quemarse, cortarse, caer o resbalar, tirón, etc)		
2. ¿Utiliza los elementos de la dotación suministradas (Camibuso, Pantalón, guantes, protectores auditivos, cofia, botas)?		
GESTION DE CALIDAD		
1. Identifica un producto aceptado y rechazado y que acciones toma en ese caso?		
2. Al encontrar producto en mal estado sabe que hacer en ese caso?		
3. Desde su puesto de trabajo, como contribuye con la calidad de los productos?		
GESTION AMBIENTAL		
1. ¿ Conoce y entiende la política de calidad en su puesto de trabajo?		
2. ¿ Entiende el concepto de Gestión Ambiental en Colombia?		
3. ¿ Sabe que es un aspecto, impacto y plan de acción ambiental?		
4. ¿ Sabe cuales son los controles ambientales en su puesto de trabajo?		
PROCESOS / OPERACIÓN		
1. Explique porque las navcillas quedan mal termoformadas?		
2. Porque es importante la succión al momento de dosificar?		
3. Cómo se hace para aumentar o disminuir el peso del producto dosificado?		
4. Porque las cremas blanca y negra no se mezclan en el dosificador?		
5. Explique el % de desperdicio inevitable y cómo se reporta?		
6. Defina el parametro de control : pelabilidad		
7. Defina el parametro de control : hermeticidad		
8. Como se realiza el proceso de lavado de aceite del bloque docificador de la Bencopacks		

NOTA: DEBE REFORZAR EL ENTRENAMIENTO EN LOS ASPECTOS IDENTIFICADOS COMO "NO SATISFATORIOS (MENOR DEL 100%)". COLOQUE EN OBSERVACIONES LA FECHA A REALIZAR LA NUEVA EVALUACIÓN EN DICHS ASPECTOS.

SOLO SE APRUEBA EL ENTRENAMIENTO CON EL CUMPLIMIENTO DEL 100% EN TODOS LOS PUNTOS

APROBADO REPROBADO

FACILITADOR(A) DE ENTRENAMIENTO

TRABAJADOR(A)

SUPERVISOR(A) DE MANUFACTURA

JEFE(A) DE MANUFACTURA

Fuente elaboración propia

En la tabla 16 se relacionan los diferentes ítems que se deben de tener en cuenta para evaluar a los operarios de la máquina, a partir de los sistemas de gestión integrados de la empresa.

Todo lo dicho hasta el momento hace parte de la fase de implementación, todas la mejoras propuestas e implementadas fueron socializadas y se brindó la respectiva capacitación al personal operativo de la línea de envase y empaque, obteniendo la aceptación del personal y una buena disposición a la mejora de los procesos.

CONTROLAR

En esta etapa del ciclo, se establece un método de control para mantener los resultados obtenidos luego de la implementación de la mejora del proceso, a fin de no producir cambios que afecten la calidad del producto. Esta vez el grupo de trabajo presentó una solicitud para los siguientes controles en función de las variables que inciden en el proceso. De la Tabla 14 Formato de Control de Mantenimiento Preventivo (TPM), se revisarán en detalle las partes mecánicas de la máquina para optimizar el uso de la máquina, es decir, la máquina se puede utilizar al 100% de utilización. Su capacidad de producción hace que el proceso sea más productivo y rentable.

Para el control del mantenimiento autónomo se ha establecido una frecuencia de inspección quincenal, en la que se verifica que las actividades programadas en la máquina se estén realizando en un formato de control de mantenimiento preventivo (TPM). La importancia de esta frecuencia se debe al hecho de que es una actividad rutinaria que realizan los operarios de la máquina antes, durante y / o después del proceso de producción, por lo que se requiere personal de gestión directa para realizar una mayor supervisión y tratar de no afectar el normal funcionamiento de la máquina.

Dentro de las herramientas propuestas e implementadas durante la ejecución del proyecto se aplican las tarjetas de limpieza y desinfección con sus diferentes frecuencias con el fin de garantizar la inocuidad del producto y mantener el orden de la línea y para su seguimiento.

Resultados

La implementación de un proyecto orientado a mejorar el proceso de una empresa productora de chocolate puede beneficiarse de dos direcciones. Ya sea para consumidores de productos de alta calidad, además de desarrollar el proyecto en la empresa productora de chocolate, existe una gran oportunidad para Identificar mejoras Permite la aplicación de herramientas específicas, como el método DMAIC, que se han utilizado en empresas de gran éxito en todo el mundo. Los resultados anteriores son el resultado de la implementación de las mejoras anteriores, y finalmente se dieron los siguientes costos cuantificados del proyecto de implementación \$13.207.264, los beneficios de la implementación realizada la cual arroja durante la medición desde el mes de Julio del año 2021 hasta el mes de noviembre del año 2021 fue de \$59.279.053, y con un proyectado anual de \$ 177.837.16, en relación con el costo-beneficio se tomo el valor de como queda el carton menos lo que costaba el carton y se divide con el valor de la inversión como resultado arroja que por cada carto producido tendrá un costo de \$2064 pesos.

Tabla 17: Beneficio implementación DMAIC.

	ANTES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE DMAIC CON UNA TRIPULACION DE 9 PERSONAS	DESPUES DE LA IMPLEMENTACIÓN DE DMAIC CON UNA TRIPULACION DE 6 PERSONAS	DIFERENCIA ANUAL
Costo de mano de obra por carton	\$493,992,116	\$316,154,955	\$177,837,161

Fuente: elaboración propia.

Cabe mencionar que dentro de los resultados obtenidos se observó una mejor organización, orden y limpieza en el área de trabajo ya que es importante para la productividad y los puestos de los trabajadores. Si éstos reducen el tiempo dedicado a tareas rutinarias, podrán aumentar el tiempo empleado en la manufactura, pudiéndose así, hacer mejores aportaciones a sus empresas y a la sociedad.

Es de anotar que se logra el objetivo proyectado de optimizar el recurso de mano de obra que es de un 36%, una vez realizados los cambios y las actualizaciones dentro del equipo de la línea de envase y empaque, se hace necesario por parte del equipo de apoyo del proyecto realizar la sensibilización y capacitación al personal operativo de los cambios realizados en la máquina, adicional a eso de llevar un control de los formatos de limpieza y desinfección, además de un llevar una frecuencia del mantenimiento autónomo quincenal, el personal acoge de manera receptiva y además de una buena disposición de realizar sus labores asignadas, con todo esto se logra tener unos buenos mecanismos de limpieza y desinfección además de cumplir con las buenas prácticas de manufactura (BPM), y mejorando los estándares de calidad, y cumpliendo con el TPM, (Mantenimiento productividad total) se logra mejor eficiencia y disponibilidad del equipo .

CONCLUSIONES

En la línea de envase y empaque, dado que el producto terminado requiere de 9 personas, la optimización de los costos laborales del cartón de julio de 2021 a noviembre del mismo año equivale al 35%.

Este cambio se puede demostrar en la implementación del método, desde el estado inicial sin secuencia de información o contenido claro hasta el estado final donde se puede identificar la información existente, definiendo algunas actividades en el proceso y enumerando los entregables generales de cada actividad. . La información previamente descubierta se categoriza al realizar una lista de posibles causas del problema de alto costo laboral de cada producción de cartón, y al realizar una serie de mejoras al equipo que contribuyen al resultado final Con la ayuda de herramientas como diagrama de causas y 5 por qué's, se puede encontrar una oportunidad de mejora, es decir, diseñar un prototipo de alimentación automática para el envase de chocolate.

Por tanto, el aporte metodológico del proyecto muestra que DMAIC es una herramienta de mejora continua, que puede ir desde problemas simples de piezas o máquinas hasta equipos y campos de alta complejidad que involucran a toda la cadena de suministro. Además, la aplicación de la metodología DMAIC es una adecuada herramienta de gestión Para poder identificar problemas, lo más importante es mejorar y corregir todas las oportunidades de mejora de la empresa.

La realización de este proyecto les brindó a los autores experiencia teórica práctica, así como capacitación en el lugar de trabajo, comprensión de las metodologías desarrolladas a nivel mundial, y arrojó muy buenos resultados.

RECOMENDACIONES

Seguimiento periódico del formato del informe de limpieza y desinfección, así como mantenimiento y control independiente una vez cada dos semanas, para asegurar la fiabilidad de los datos y detectar posibles anomalías a tiempo.

Sin el pleno compromiso de la dirección, este tipo de proyectos no producirán buenos resultados porque son los responsables de la gestión de los recursos y la toma de decisiones. Además, la sensibilización de las personas involucradas en el proceso es fundamental, creando una cultura de mejora continua y permitir que la empresa pueda mantenerse con éxito en el mercado.

Bibliografía

- Beltrán, A. Enciso, M. (2016). *“Propuesta de mejora para el proceso de guarnición de la empresa adrenalina p.a. en la ciudad de Bogotá D.C. utilizando la metodología lean seis sigmas”*. (trabajo de grado) Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia. Recuperado de: http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/18387/47121101_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, C. (2011). López, C. (2011) *La metodología Seis Sigma ¿Qué es? ¿para qué sirve? ¿Cómo se aplica? ¿requerimientos para su implementación? ¿etapas de implementación?* Obtenido de <http://www.gestionpolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/no12/6sigma.htm>
- MAGNUSSON, K. (2014). *Seis sigmas una estrategia pragmática*. 1 ed. Barcelona.
- Misarán, G. G. (2016). *Administración De Operaciones*. Objetivo de <http://sites.google.com/site/aoitt16/unidad-5-justo-a-tiempo/5-1-caracteristicas-de-los-sistemas-justo-a-tiempo>
- HERNANDEZ MATIAS, J. C. (2015). *LEAN MANUFACTURING: Conceptos, técnicas e implantación*. Obtenido de <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/-manufaturig-conceptotecnicas-e-implantacio>
- Nieve, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo*. México, D.F.: Mc Graw Hill.
- Norman, F.G. (2000). *Decisiones De Control Planeación y Control De Las Operaciones Para La Productividad, Calidad Y Confiabilidad*. México: 8th ed. Cengage Learning.
- Munch Galindo, L. (2006). *Calidad y mejora continua: principios para la competitividad y la productividad*. México: Trillas.

- Orlandoni Merli, G. (08 de 2012). *Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma*. *Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales UNIVERSIDAD*. Rafael Belloso Chací, 269-274. Obtenido de Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99323311008>
- Sánchez García, J. L., & Rajadell Carreras, M. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Salazar, B. (2016). Lean Manufacturing. Colombia: Ingeniería Industrial Online. Recuperado el 25 de abril de 2018 en: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/lean-manufacturing/>
- Escalante, E (2014). *Seis - Sigma. Metodología y Técnicas*. Ciudad de México, México: Editorial Limusa.
- SHINGEO KUNIYOSHI, Douglas. Implementación de la metodología Lean Six Sigma en una empresa del sector textil. Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de ingeniero de producción. Universidad de Sao Paulo. Facultad de ingeniería. Sao Paulo. 2006 138p.
- Wilson, Lonnie. (2010). *How to implement lean manufacturing?* USA: McGraw - Hill.
- Valderrey Sanz, Pablo. (2010). *Seis Sigma*. Madrid: Starbook Editorial.
- De Feo, Joseph A. (2004). *Más allá de seis sigmas: [estrategias para generar valor]*. USA: S.A. McGraw-Hill / Interamericana De España.
- Torrubiano Galante, Juan. (2007). *Lean manufacturing*. Madrid: CYAN Editores.
- Rajadell Carreras, Manuel. (2010). *Lean manufacturing: la evidencia de una necesidad*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Cabrera, Rafael. (2012). *Manual de Lean Manufacturing: Simplificado para PYMES*. Barcelona: Editorial Académica Español.

- García Alcaraz, J., Maldonado Macías, A. and Cortes-Robles, G. (2014.). *Lean manufacturing in the developing world*. Suiza: Springer.
- Fermín Gómez Fraile, José Francisco Villar Barrio, Miguel Tejero Monzón. (2003). *Seis Sigma*. Madrid: FC Editorial.
- George, M. & Rowlands, D. & Pice, M. & Maxey, J. (2005). *The Lean Six Sigma Pocket Toolbook*. USA: McGraw-Hill.
- Brook, Quentin. (2014). *Lean Six Sigma & Minitab (4th Edition)*. UK: OPEX Resources.
- Rother, Michael & Shook, John. (1999). *Observar para crear valor: Cartografía de la cadena de valor para agregar valor y eliminar muda*. USA: The Lean Enterprise Institute.
- Jugulum, Rajesh & Samuel, Philip. (2008). *Design for Lean Six Sigma: A holistic approach to design and innovation*. USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Oakland, J. (1993), *Total quality management: The route to improving performance*, Butterworth – Heinemann, Oxford.
- Womack & Jones (1996). *Lean Thinking*. New York: Simon & Schuster.
- Bodek, N. (2011). *Jidoka simple tool a complex problem*. Morro Bay: Strategies Group LLC.
- Thomas Pyzdek. (2003). *The Six Sigma Handbook*. USA: TMcGraw-Hill Companies.
- Hilton, Roger & Sohal, Amrik. (2012). *A conceptual model for the successful deployment of Lean Six Sigma*. *International Journal of Quality & Reliability Management*, Vol. 29 No. 1, pp. 54-70.
- Pius Achanga Esam Shehab Rajkumar Roy Geoff Nelder, (2006), *Critical success factors for lean implementation within SMEs*, *Journal of Manufacturing Technology Management*, Vol. 17 Iss 4 pp. 460 – 471

- Romero, R. & Noriega, S. & Escobar, C. & Ávila, V. (2009). Factores críticos de éxito: una estrategia de competitividad. *Culcyt*, Año 6, No 31, PP. 5-13.
- S. Vinodh, S. Vasanth Kumar & K.E.K Vimal. (2014). Implementing lean sigma in an Indian rotary switches manufacturing organisation. *Production Planning & Control*, Vol. 25, No. 4, pp. 288–302
- Barbosa s., E. (2012). Metodología para la integración de Seis Sigma y Lean en una empresa PyME: Un enfoque participativo entre la academia y las Pymes Tamaulipecas. Doctorado. Universidad de León.
- Martínez, A. (2016). Metodología de despliegue Lean Six Sigma basada en metodología de sistemas suaves. Máster. Tecnológico de Monterrey.
- Pivotal Resources. (2016). Lean Six Sigma Strategy & Deployment - Pivotal Resources. [online] Disponible: <http://www.pivotalresources.com/lean-six-sigma-strategy-deployment/> [Acceso 20 junio 2016].
- Bmgi.com. (2016). Design for Lean Six Sigma (DFLSS) | Training | BMGI. [online] Disponible en: <https://www.bmgi.com/training/design-lean-six-sigma-dflss> [Acceso 3 mayo. 2016].
- 3.4DPMO Six Sigma. (2014). Tres errores comunes en el despliegue de LEAN Six Sigma. [online] Disponible en: <https://sixsigmacr.wordpress.com/2014/01/05/tres-errores-comunes-en-el-despliegue-de-lean-six-sigma/> [Acceso 3 agosto 2016].

Felizzola Jiménez, H. and Luna Amaya, C. (2014). Lean Six Sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, [online] 22(2), pp.263-277. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-33052014000200012 [Acceso 5 agosto 2016].

Comentado [FJBC1]: Señalar cada operario e indicar las actividades que realiza

