

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
SEDE PUNTARENAS**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**Disminución del reproceso y cumplimiento
de las especificaciones de los pedidos de
los clientes para el mejoramiento de la
rentabilidad de la empresa Industriales
Austin de Costa Rica S.A.**

**PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR LA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

SUSTENTANTE

Johnson Moisés Sibaja Ugalde

TUTOR

Federico Salazar

PUNTARENAS, 2020

ACTA DE APROBACIÓN

12 de setiembre de 2019

Señores

Universidad Hispanoamericana

Estimados, por medio de la presente hacemos constar que el estudiante de la Universidad Hispanoamericana **Johnson Moisés Sibaja Ugalde**, ced **603890436**, ha sido aceptado en nuestra empresa **INDUSTRIALES AUSTIN DE COSTA RICA S.A.**, con el fin de realizar su Proyecto de Tesis para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial. Para lo cual el estudiante ha aportado la copia de la Póliza estudiantil y documento de identidad vigente.

Atentamente.

Ana Laura Rojas Méndez

Gerente Administrativa

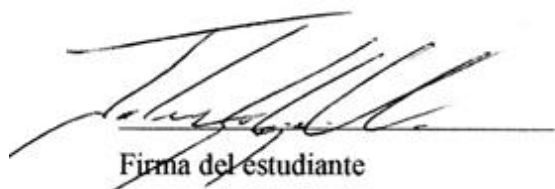
Industriales Austin de Costa Rica S.A



DECLARACIÓN JURADA

Yo Johnson Moisés Sibaja Ugalde, mayor de edad, portador de la cédula de identidad número 603890436 egresado de la carrera de Ingeniería Industrial de la Universidad Hispanoamericana, hago constar por medio de éste acto y debidamente apercibido y entendido de las penas y consecuencias con las que se castiga en el Código Penal el delito de perjurio, ante quienes se constituyen en el Tribunal Examinador de mi trabajo de tesis para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial, juro solemnemente que mi trabajo de investigación titulado:

Disminución del reproceso y cumplimiento de las especificaciones de los pedidos de los clientes para el mejoramiento de la rentabilidad de la empresa Industriales Austin de Costa Rica S.A en el tercer trimestre del 2019. Es una obra original que ha respetado todo lo preceptuado por las Leyes Penales, así como la Ley de Derecho de Autor y Derecho Conexos número 6683 del 14 de octubre de 1982 y sus reformas, publicada en la Gaceta número 226 del 25 de noviembre de 1982; incluyendo el numeral 70 de dicha ley que advierte; artículo 70. Es permitido citar a un autor, transcribiendo los pasajes pertinentes siempre que éstos no sean tantos y seguidos, que puedan considerarse como una producción simulada y sustancial, que redunde en perjuicio del autor de la obra original. Asimismo, quedo advertido que la Universidad se reserva el derecho de protocolizar este documento ante Notario Público. En fe de lo anterior, firmo en la ciudad de San José, a los 20 días del mes de abril del año dos mil veinte.



Firma del estudiante

Cédula 6 389 436

CARTA DEL TUTOR

Heredia, 06 de mayo de 2020.

**Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana**

Estimados señores:

La estudiante Johnson Moisés Sibaja Ugalde, cédula de identidad número 6-0389-0436 me ha presentado, el trabajo de investigación denominado: "DISMINUCIÓN DEL REPROCESO Y CUMPLIMIENTO DE LAS ESPECIFICACIONES DE LOS PEDIDOS DE LOS CLIENTES PARA EL MEJORAMIENTO DE LA RENTABILIDAD DE LA EMPRESA INDUSTRIALES AUSTIN DE COSTA RICA S.A.", el cual ha elaborado para optar por el grado académico de Licenciatura.

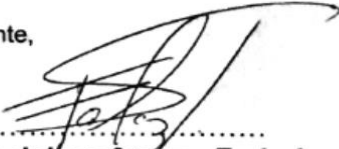
En mi calidad de tutor, he verificado que se han hecho las correcciones indicadas durante el proceso de tutoría de todos los capítulos del documento y he evaluado los aspectos relativos a la elaboración del problema, objetivos, justificación, antecedentes, marco teórico, marco metodológico, tabulación, análisis de datos, conclusiones y recomendaciones, las cuales fueron concluidas a la satisfacción por la estudiante.

De los resultados obtenidos por la postulante, se obtiene la siguiente calificación:

a)	ORIGINALIDAD DEL TEMA	10%	10%
b)	CUMPLIMIENTO DE ENTREGA DE AVANCES	20%	20%
c)	COHERENCIA ENTRE LOS OBJETIVOS, LOS INSTRUMENTOS APLICADOS Y LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	30%	28%
d)	RELEVANCIA DE LAS CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	20%	18%
e)	CALIDAD, DETALLE DEL MARCO TEÓRICO	20%	19%
	TOTAL		95%

En virtud de la calificación obtenida, se aprueba el proyecto de graduación, por lo que se puede realizar el traslado al proceso de lectura.

Atentamente,


Firma.....
Nombre del profesor...Federico Salazar Jiménez.
Cédula...1-0914-0803
Carné del Colegio 1782.

CARTA DEL LECTOR

Heredia, 25 de Mayo de 2020

Señores
Registro
Universidad Hispanoamericana

Estimados señores:

El estudiante SIBAJA UGALDE JOHSON MOISES, cédula de identidad 603890436me ha presentado, para efectos de revisión y aprobación, el trabajo de investigación denominado: Disminución del reproceso y cumplimiento de las especificaciones de los pedidos de los clientes para el mejoramiento de la rentabilidad de la empresa Industriales Austin de Costa Rica S.A., el cual ha elaborado para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

He revisado y he hecho las observaciones relativas al contenido analizado, particularmente, lo relativo a la coherencia entre el marco teórico y el análisis de datos; la consistencia de los datos recopilados y la coherencia entre estos y las conclusiones; asimismo, la aplicabilidad y originalidad de las recomendaciones, en términos de aporte de la investigación. He verificado que se han hecho las modificaciones correspondientes a las observaciones indicadas.

Por consiguiente, este trabajo cuenta con mi aval para ser presentado en la defensa pública posterior a la revisión del Filólogo establecida.

Atentamente,

Nombre del profesor
Ing. Edwin Vargas León, Msc
Cédula 401670771
Carné del Colegio IPI 18468.....



Firma

CARTA DEL FILÓLOGO

DEDICATORIA

A Dios, primeramente, por estar a mi lado y bendecirme en cada etapa de mi vida.

A mis padres, Johnny y Denia, por su apoyo incondicional tanto emocional como financiero; por siempre creer en mí e inspirarme a ser mejor cada día para cumplir todas mis metas y sueños.

A mi tía, Bernardita, por inspirarme y motivarme a esforzarme más cada día

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios, por darme la oportunidad de vivir y darme la sabiduría para culminar esta hermosa etapa de mis estudios en Ingeniería Industrial.

Agradezco a mis padres, Johnny y Denia, porque con su amor, paciencia y apoyo incondicional en cada etapa de mi vida, he logrado cumplir todas mis metas.

Agradezco al Ing. Federico Salazar, por apoyarme en cada etapa de este proyecto, por su paciencia y su ayuda brindada.

Agradezco a la empresa Austin Powder, por abrirme sus puertas y la confianza brindada para el logro de este proyecto.

ÍNDICE

ACTA DE APROBACIÓN	ii
DECLARACIÓN JURADA	iii
CARTA DEL LECTOR	v
CARTA DEL FILÓLOGO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTOS	viii
ÍNDICE.....	ix
ACRÓNICOS Y SIGLAS.....	xi
RESUMEN	xii
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	1
1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO	2
1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA.....	2
1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.4. JUSTIFICACIÓN	5
1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	7
1.5.1. Objetivo general	7
1.5.2. Objetivos específicos	7
1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES	8
1.6.1. Alcances.....	8
1.6.2. Limitaciones.....	9
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA	11
2.1.1. Procesos industriales	11
2.1.2. Métodos y diseño de producción.....	14
2.1.3. Calidad total.....	15
2.1.4. Optimización del proceso	17
2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO.....	20
2.2.1. Proceso	20
2.2.2. Mejora continua.....	24
2.2.3. Productividad.....	26
2.2.4. Herramientas de calidad	27
2.2.4.1. Diagrama de causa y efecto	28
2.2.4.2. Histograma	29
2.2.4.3. Seis Sigma.....	32

2.2.4.5. Metodología de los 5 por qué	36
2.4.4.5. Metodología 5S.....	38
2.3. MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO.....	39
2.3.1. Eficacia y eficiencia	39
2.3.2. Mantenimiento Productivo Total	41
2.4. ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES	49
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO.....	51
3.1. METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	52
3.2. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO	54
3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA	56
3.4. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO.....	56
CAPÍTULO IV LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS	58
4.1. GENERALIDADES DEL PROCESO.....	59
4.1.1. Descripción del proceso.....	60
4.1.2. Tipos de productos	65
4.3. RECOLECCION DE INFORMACIÓN	68
4.3.1. Observación a través de recorrido por el área de producción	68
4.3.2. Entrevista	75
4.3.3. Técnica de los 5 por qué	80
4.3.3. Diagrama Ishikawa o causa - efecto.....	82
4.2.4. Costos de reproceso	86
CAPÍTULO V DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN	90
5.1. ETAPA N°1 DE LA PROPUESTA:	91
5.2. Propuesta de mejora	92
5.3. Mejoras	93
5.4. Beneficios por implementación	100
CAPÍTULO VI CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
6.1. CONCLUSIONES	104
6.2. RECOMENDACIONES	106
BIBLIOGRAFÍA	108
ANEXOS	112

ACRÓNICOS Y SIGLAS

PMP = Project Management Professional

Checklist = Lista de chequeo

DMAIC = Definir, Medir, Analizar, implementar, controlar

Six sigma = Metodología para eliminar defectos en cualquier producto o servicio.

RESUMEN

Sibaja Ugalde, Johnson Moisés, Universidad Hispanoamericana, mayo 2020, Disminución del reproceso y cumplimiento de las especificaciones de los pedidos de los clientes para el mejoramiento de la rentabilidad de la empresa Industriales Austin de Costa Rica S.A., ubicada en Esparza, Puntarenas como Proyecto de graduación para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial.

La carrera de Ingeniería Industrial brinda oportunidad para la resolución de diversos problemas empresariales de variada índole. Esto por cuanto pueden poner en práctica una gama de herramientas que facilitan la productividad, mejora continua, calidad, reducción de tiempos, para mencionar algunos ejemplos y esto se puede hacer desde diferentes perspectivas, como son en el campo de los procesos, gestión, ambiental y otros. Lo anterior por cuanto es la rama encargada de encargarse del análisis de los datos y así realizar la interpretación correspondiente y luego hacer los ajustes pertinentes del proceso productivo.

En relación con el presente trabajo, se realiza en la empresa Austin de Costa Rica, que se encarga de elaborar cartuchos de dinamita sobre pedidos con características particulares. Sin embargo, en el proceso, la máquina hidráulica presenta problemas en el inicio de arranque y esto conlleva a que los cartuchos no cumplan con las especificaciones de peso. Lo anterior incide en que se haga un reproceso de la cantidad de cartuchos defectuosos; lo cual también afecta otros aspectos y esto implica un

perjuicio en la optimización del proceso. Por tal motivo, el objetivo general de este trabajo es Analizar la línea de producción de empackado, mediante un estudio de tiempos y movimientos y proceso de mejora continua, que contribuya a la disminución del reproceso y al cumplimiento de las especificaciones de pedidos de los clientes que coadyuve al mejoramiento de la rentabilidad de la empresa industriales Austin de Costa Rica S.A.

En consecuencia, se utilizaron diversas herramientas que sirvieron como elementos esenciales para hacer un análisis sobre el problema, sus causa – efecto y su injerencia en la productividad, para tomarlos en cuenta como parte de la mejora continua que requiere la empresa. De tal manera, que una vez realizado todas las etapas de investigación, se pudo determinar que se requería de un cambio de la máquina hidráulica a una eléctrica y, de ese modo, disminuir el problema de falta de energía en el arranque, que era lo que generaba que los productos no tuvieran el peso especificado.

Al realizar dicho cambio, también se evidenciaron ahorros puesto que el reproceso de agosto y setiembre fue de 1.75% y 1.53% respectivamente cuando se utilizaba la máquina hidráulica; mientras que después de implementada la máquina eléctrica el reproceso fue de 0.70% y 0.63% en los meses de octubre y noviembre, que fueron por otros aspectos como cambio de rollo film y alambre; además, el número de cartuchos de dinamita defectuosos se redujo en más de un 1% Otras ventajas como la reducción de desperdicio de material, tiempo de producción, tiempo de los trabajadores; puesto que son parte de la cadena del proceso global.

Con base en los datos brindados sobre el ahorro bimensual que en total fue de ¢1.388.890 y se toma esta cantidad como promedio; se puede indicar que anualmente se podrá tener una economía de ¢8.333.340,00. Por consiguiente, la optimización lograda es representativa, ya que al no tener fallas en el arranque de la máquina eléctrica, se podrá trabajar en ir solventando los otros problemas como error de impresión, mal grapado, mal sellado, fin de alambre u otros. Asimismo, los colaboradores pueden trabajar en otras tareas y, de ese modo, lo cual conlleva a una mayor productividad de la empresa.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Este proyecto es parte de los requisitos para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial y se lleva a cabo en la empresa Industriales Austin de Costa Rica. En consecuencia, lo que se pretende es el análisis de la línea de producción de empaclado, mediante un estudio de tiempos y movimiento y el proceso de mejora continua, que contribuya a la disminución del reproceso en el cumplimiento de las especificaciones de pedidos de los clientes y coadyuve al mejoramiento de la rentabilidad de la empresa industriales Austin de Costa Rica.

Con base en lo anterior y según lo estipulado por las regulaciones de la Universidad Hispanoamericana, el trabajo se divide en seis capítulos. Cada uno de ellos de suma importancia, puesto que desempeña un papel importante en la investigación.

1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA EMPRESA

Industriales Austin es una empresa costarricense con su sede central en Columbus Ohio, Estados Unidos, la cual tiene una fuerte presencia en el mercado de la fabricación de material explosivo, y la aplicación en el campo de este. Se ha posicionado por la calidad y seguridad de sus productos Industriales Austin de Costa Rica se ubica en el kilómetro 101 de la Interamericana Norte en Esparza, Puntarenas.

La estructura de la empresa está constituida, primeramente, por el presidente en el nivel más alto, que asume la guía de todas las sucursales, el Gerente Regional a cargo de los países de Centroamérica y un Gerente General en cada país. Asimismo, en Costa Rica el equipo de trabajo está conformado por las jefaturas de las diferentes áreas: producción, mantenimiento, salud ocupacional, inventarios, calidad y financiero, dando como resultado un enfoque sinérgico para la solución de problemas y para la consecución de las metas.

En la actualidad, Industriales Austin de Costa Rica cuenta con una planilla de 39 trabajadores, los cuales se subdividen según los departamentos, 6 trabajadores componen el personal de carácter financiero, 14 corresponden al personal de producción, 6 son del área de mantenimiento, 2 de salud ocupacional, 6 pertenecen al departamento de inventarios y los restantes 5 conforman el sector de calidad.

Los productos que elabora Industriales Austin de Costa Rica son los siguientes:

- Emulex 1: SN + RDT 27 + Microesferas expancel. (Densidad mayor a 1)
- Emulex 2: SN + RDT 27 + Microesferas expancel + Aluminio.
- Emulex C: SN + RDT 27 + Microesferas expancel. (Densidad menor que 1)
- Emulex 6: SN + RDT 27W + Microesferas expancel + Microesferas K37 + Aluminio.
- Hidromita 3: AN + RDT 27 + Microesferas expancel + Nitrato de baja densidad.
- Hydrox: AN + RDT 8.2.

La producción ha aumentado en los últimos meses, desde Costa Rica la compañía exporta a otros países.

1.3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Industriales Austin de Costa Rica se dedica a la fabricación de explosivos para la disposición final de los clientes mineros. En consecuencia, el producto debe cumplir con las especificaciones solicitadas por los clientes en cuanto al peso de los cartuchos. Por tal motivo, utilizan sistema hidráulico para el empaque.

No obstante, al inicio del proceso se da un problema de flujo de presión lo que ocasiona que los primeros cartuchos no cumplan con el peso establecido, dando como resultado que para cumplir con la cantidad de cartuchos solicitados por el cliente se tenga que aumentar la producción, y además los cartuchos fuera de especificaciones llevarlos a su debido reproceso.

Lo anterior influye en aspectos tales como: pérdida de tiempo, incremento en el uso de las máquinas, desperdicios de material, tiempo obrero para pesaje y clasificación del producto que no cumpla con las especificaciones, aumento de costos de electricidad, entre otros; lo cual incide en la productividad y, por ende, en la rentabilidad de la empresa.

Lo anterior desencadena intentos para minimizar el efecto de bola de nieve pero que solo son soluciones momentáneas que no atacan el problema de raíz, incurriendo en un desperdicio de recursos materiales, así como humano; lo cual incrementa los costos fijos y variables.

Ante la situación planteada, es necesario que esa variabilidad de presión se logre corregir de manera tal que se obtenga una optimización de operaciones y procesos en el módulo de empaçado del producto terminado.

1.4. JUSTIFICACIÓN

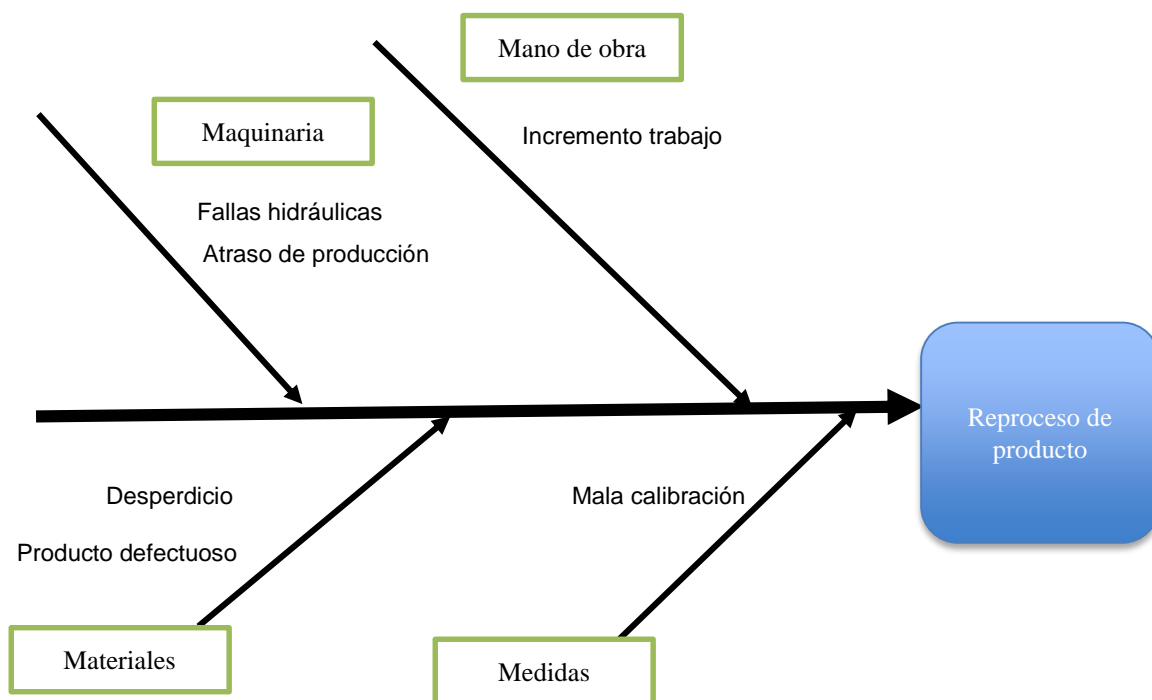
Las empresas son una combinación de factores de entrada para dar lugar otros elementos de salida; ya sean productos o servicios. Para que una empresa sea rentable, debe combinar los factores de entrada, para lo cual es necesario la optimización de costos. Esto quiere decir conseguir el mejor resultado con los recursos utilizados como mano de obra, maquinaria, materia prima, entre otros.

La empresa Industriales Austin de Costa Rica tiene problemas en la maquinaria “KP MACHINE” encargada de llenar los cartuchos de la emulsión correspondiente; ya que, en el inicio del proceso, la presión hidráulica no llega con la suficiente presión y por tal motivo, los primeros cartuchos no cumplen con el peso estipulado. Esto conlleva a que se tenga que reponer estos y para lo cual se amerita más tiempo de producción, mayor consumo de materiales y emulsión aumentando el tiempo promedio del ciclo; por

cuanto los trabajadores deben primeramente sacar la producción y luego llevar la emulsión a reproceso y los empaques desechados a su respectivo recipiente de desecho.

De acuerdo con las estadísticas de la empresa, el reproceso es variante y en los meses desde abril y junio del 2019 fluyó de 5,99% hasta 10,73% en los distintos tipos de productos. También es importante resaltar que el que mayor porcentaje obtuvo fue el Emulex 25x400mm PMP con 2,18%

Todo lo anterior conlleva a que no solo se retrase la producción, sino también incrementa los costos fijos y variables, por lo cual incide en que la rentabilidad no sea la óptima, o a la que se tiene programada. Esto se refleja en el siguiente diagrama Ishikawa.



A través de este diagrama, se refleja la situación que tiene la empresa en cuanto a la producción de cartuchos de pólvora y que deben ser consideradas para la búsqueda de la solución al problema que se genera por la falta de presión hidráulica que incide a que se tenga que aumentar la producción y reproducir el producto, lo que ello conlleva en los costos innecesarios.

1.5. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.5.1. Objetivo general

Analizar la línea de producción de empackado, mediante un estudio de tiempos y movimientos y proceso de mejora continua, que contribuya a la disminución del reproceso y al cumplimiento de las especificaciones de pedidos de los clientes que coadyuve al mejoramiento de la rentabilidad de la empresa industriales Austin de Costa Rica S.A.

1.5.2. Objetivos específicos

Los objetivos específicos son los siguientes:

Determinar la variabilidad del peso de los cartuchos de pólvora mediante el histograma para el conocimiento de su influencia en el proceso productivo de mejora continua que coadyuve al cumplimiento de las especificaciones dadas por el cliente.

Identificar las causas que influyen en los problemas de presión hidráulica usando la planilla de inspección con la finalidad de establecer las acciones que se requieren para la su resolución.

Establecer la incidencia de las acciones de reproceso a través del estudio de tiempo y movimiento que inciden en el incremento de los costos fijos y variables y que afectan la optimización de la producción y rentabilidad.

Proponer la implementación de acciones pertinentes que contribuyan a la solución del problema diagnosticado del estado actual del proceso para el mejoramiento del costo beneficio de la empresa.

1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES

1.6.1. Alcances

Dentro de los alcances están:

El proyecto se realizará durante el Tercer cuatrimestre del año 2019 y el primer trimestre del 2020, en la empresa Industrias Austin de Costa Rica, para su planta ubicada en el kilómetro 101 de la Interamericana Norte en Esparza, Puntarenas.

El conocimiento de las diferentes herramientas de calidad permite no solo conocer sus características sino también sirve para determinar la selección más idónea, según sea el problema a resolver.

1.6.2. Limitaciones

Con respecto a las limitaciones

- La empresa no es muy anuente a brindar toda la información, por lo que se tienen poco acceso a ella.
- Solamente brindan datos, pues consideran que es parte de la confidencialidad de la empresa.
- El tipo de producto que elabora la empresa es poco común, por lo que el proceso no es muy conocido.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO CONCEPTUAL GENERAL RELATIVO A LA CARRERA

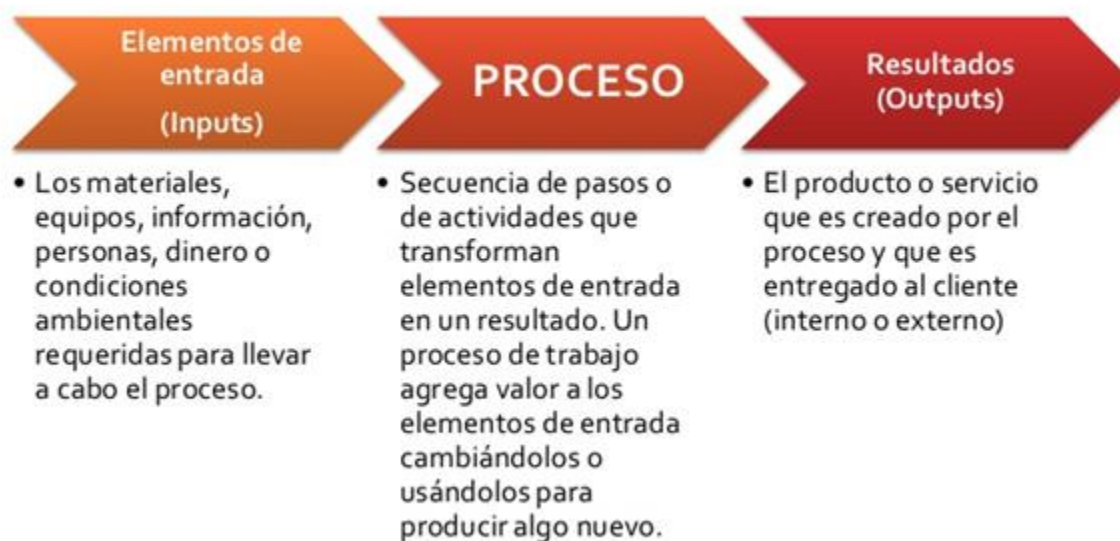
Dentro del currículo de la carrera se generan diversos conocimientos de distintos aspectos con respecto a la ingeniería industrial, que en forma muy general se detallan a continuación:

2.1.1. Procesos industriales

En la ingeniería industrial se llevan a cabo distintos procesos, puesto que uno de los elementos conlleva la producción, de lo que se encarga precisamente esta área. En ese sentido, Córdoba (2015) indica: “Un proceso industrial acoge el conjunto de operaciones diseñadas para la obtención, transformación o transporte de uno o varios productos primarios” (p. 54).

En ese sentido, se puede decir que constituye todas aquellas acciones que se deben realizar y se requieren para la ejecución de estas operaciones. A través de los procesos industriales se logra la transformación de los materiales y, de ese modo, se conviertan en un producto de distintos tipos, de acuerdo con la necesidad que se desea satisfacer.

Asimismo, Córdoba (2015) manifiesta: “los procesos industriales como conjunto global se encuentra compuesto de otra serie de procesos o tareas que son necesarios para lograr el fin propuesto” (p. 60). En consecuencia, constituyen distintas partes de un sistema y que cada uno de ellos tiene un propósito específico, pero necesario para el logro final; o sea, están interrelacionados y necesarios puesto que cada procedimiento es indispensable para la otra fase y, de ese modo, el logro del producto final, tal y como se detalla en el siguiente diagrama.



Por su parte, Zaratiegui (2015) indica que los distintos tipos de procesos industriales son los siguientes:

Procesos por lotes: Son aquellos que aceleran el volumen de producción con la ayuda de plantillas o modelos. En muchos sectores de la economía, este tipo de procesos han

suministrado a otros de carácter artesanal. El volumen de los artículos producidos lo determinan las necesidades de cada empresa y el compromiso con sus clientes.

Procesos por flujo continuo: En este caso, las empresas realizan cientos de miles de productos idénticos. Lo que les diferencia de otros es que la línea de producción nunca cesa; es decir, está en funcionamiento las 24 horas del día y los 7 días de la semana. El objetivo de este modelo es doble: por un lado, maximizar los niveles de producción de la empresa; por otro, reducir los costes generados a raíz de detener e iniciar una vez tras otra el proceso industrial.

Procesos por trabajo: La modalidad consiste en centrar todos los esfuerzos productivos en la elaboración de un producto cada vez. Por ejemplo, en función de un pedido específico o de una temporada concreta. El resultado es distinto en cada ocasión y el reto consiste en mantener la identidad de la línea de producción y la calidad.

Producción en masa: Es uno de los modelos más empleados en la industria. Al igual que la producción por flujo continuo, contempla la elaboración de cientos de miles de artículos en una misma serie, con la diferencia de que la producción no es permanente; hay unos plazos de inicio y de fin de ciclo. Al tratarse de un alto volumen de artículos, este tipo de procesos supone el uso de sistemas de alta tecnología.

Según lo descrito, cada uno tiene sus particularidades y por consiguiente, el tipo de proceso industrial dependerá en gran medida a lo que se dedique la empresa y el tipo

de producto que manufacturan; así como las particularidades que requiere el cliente. Es por esa razón, que existen distintos tipos de empresas industriales, ya que cada una de ellas se dedica a una rama específica.

2.1.2. Métodos y diseño de producción

En el proceso de producción se pueden dar problemas de diversa índole que implican de una u otra manera interferencia en la rentabilidad y productividad de la empresa. Por tal razón, en el campo de la ingeniería existen diferentes métodos y diseños de producción, pero que tienen una finalidad común es la búsqueda de soluciones de esos problemas. Esto con el propósito de que no sea un impedimento para cumplir con las metas preestablecidas.

Al respecto Neibel y Freival (2014) indican

La ingeniería incluye el diseño, la creación y la selección de los mejores métodos de fabricación, procesos, herramientas, equipos y habilidades para manufacturar un producto con base en las especificaciones desarrolladas por el área de ingeniería del producto. Cuando el mejor método coincide con las mejores habilidades disponibles, se presenta una relación trabajador-máquina-cliente. Una vez que se ha establecido el método en su totalidad, se debe determinar un tiempo estándar para fabricar el producto y que los estándares predeterminados sean cumplidos (...) (p. 3).

Con base en lo anterior, es necesario conocer los distintos tipos de métodos de diseño que garanticen la selección apropiada, de acuerdo con las necesidades particulares que amerita la problemática y, por ende, mejora en la productividad.

2.1.3. Calidad total

En el campo de la ingeniería se considera que siempre hay una manera mejor de hacer las cosas y de ahí la importancia de la calidad total para la gestión y control de calidad.

Al respecto, Rodríguez (2015) manifiesta:

La calidad total se aplica al conjunto de tareas que lleva a cabo la empresa en todas sus áreas o funciones, por lo que va más allá de las especificaciones técnicas o estándares de los productos y servicios para adentrarse en cualquier proceso de la compañía. Así, la calidad total es un concepto global integrando las dos perspectivas clave: Calidad como satisfacción del cliente y calidad como salida u output de una actividad de la empresa.

En ese sentido, la calidad total es una herramienta fundamental en el control de gestión, y que contribuye a la optimización de los procesos y con eso la satisfacción de los clientes. Por tanto, se puede decir que su énfasis se centra en la puesta en práctica de aquellas acciones que coadyuven al mejoramiento continuo. De acuerdo con Roncalli (2014) “la calidad total se explica como un conjunto de elementos interrelacionados, estructurados y sistemática que abarcan todos los procesos” (p. 103). Desde esa

perspectiva entonces se crea una serie de beneficios y para lo cual se requiere de la aplicación de estrategias para la gestión y control de calidad, que según Roncalli (2014) como:

La gestión de la calidad tiene como objetivo principal la entrega de productos (bienes y/o servicios) con las características que los clientes requieren; para lograrlo es necesario diseñar una estrategia de mejora permanente de procesos y productos que tiene como meta hacer más competitivas las empresas, interviniendo en los procesos, ineficiencias y costes de no calidad (p. 103).

En ese sentido, se puede decir que este ha ido incrementando conforme las demandas de las exigencias actuales y los requerimientos de los clientes. Lo anterior por cuanto su finalidad es la satisfacción y el cumplimiento de las características del producto o servicio. Por tanto, debe ser el pilar de cualquier modelo de gestión que busque la eficiencia y eficacia.

En otras palabras el significado de calidad se puede entender como el cumplimiento de la totalidad de las características y herramientas de un producto o servicio que tienen importancia en relación con su capacidad de satisfacer ciertas necesidades dadas, permanece como pilar de cualquier modelo de gestión que busque su total cumplimiento.

2.1.4. Optimización del proceso

Dentro de las metas de todo proceso es su optimización, puesto que permite que cada uno de los pasos o etapas que lo conforman se realicen en forma idónea y, de ese modo, cumplir con los pedidos a tiempo y de acuerdo con las especificaciones requeridas. Asimismo, la optimización del proceso es parte de la calidad total y mejora continua y al respecto, Pedraza (2014) señala:

El propósito de la optimización de procesos es reducir o eliminar la pérdida de tiempo y recursos, gastos innecesarios, obstáculos y errores, llegando a la meta del proceso y para lo cual se necesita la identificación de todos los procesos, el mapeo y análisis de cada proceso y la automatización de los procesos, fase clave para implementar soluciones de última generación y alta efectividad (p. 90).

A través de este proceso se evitan devoluciones, problemas de existencias de material, modificaciones de las fases de producción que generan altos costes añadidos. Por tanto, es importante tomar en cuenta los indicadores que es un elemento necesario para conocer con mayor exactitud la optimización. En ese sentido, Suñe (2016) señala que un indicador es “la expresión cuantitativa del comportamiento y desempeño de un proceso, para luego ser comparado con un patrón establecido ya sea de eficiencia, rendimiento, productividad, entre otros y que reflejan un comportamiento acorde o desviado en donde se pueden tomar medidas correctivas” (p. 65).

En general, apostar por optimizar procesos industriales y sistemas de control de calidad aporta un valor tangible e intangible necesario para satisfacer las necesidades de los clientes. Por su parte, Suñe (2016) señala que la optimización

Agiliza al máximo los procesos automáticos y repetitivos que se producen en los distintos trabajos y tareas que ejecutan, lo cual favorece la reducción de procesos críticos, disminuyendo o eliminando los errores, defectos del producto y servicio. Así como las actividades que no generan valor. También permite la reducción de tiempos en procesos, mejorando el tiempo de entrega del producto o servicio al cliente final (p. 69).

Por medio de la optimización del proceso se logra con mayor eficiencia la identificación de las áreas problema o determinantes que explican por qué no se obtienen los resultados esperados. Esto a su vez, facilita el análisis que al mismo tiempo, coadyuva a las alternativas de soluciones y, de ese modo, tener mejores bases para el rediseño del proceso, si es necesario. Para ello se emplean diferentes métodos, con la finalidad de determinar los errores con mayor exactitud. En ese sentido, Velázquez (2016) indica

La elección de la mejor o mejores alternativas de solución requiere de la utilización de la “Matriz de Errores”, que permitirá relacionar dos variables que inciden en el resultado, por ejemplo la probabilidad de ocurrencia de un error y el impacto que tiene sobre el resultado del proceso: se deberán priorizar

soluciones para aquellos errores con mayor probabilidad de ocurrencia y mayor impacto sobre el resultado (p. 77).

A través de esta metodología se tendrá evidencia real de lo que está sucediendo y que causa el problema de la optimización del proceso. Esto a su vez es determinante para la ejecución de un examen exhaustivo que coadyuve al establecimiento de las medidas para darle solución a la problemática de una manera más eficiente. Asimismo, Velázquez (2016) expresa “esta etapa consiste en establecer la relación que existe entre el impacto de la solución propuesta y la factibilidad de realizarla exitosamente. Se efectúa una puntuación para valorar cada una de las soluciones propuestas para luego establecer cuál es la que tiene la mejor relación” (p. 80).



La escogencia de la solución permite el rediseño del proceso, donde se aplicarán las acciones pertinentes en aquella área, actividad o fase que requiere ser modificarse y que interfieren en las fases del proceso y los materiales o recursos que se ameriten.

2.2 MARCO CONCEPTUAL ATINENTE A LA GESTIÓN DEL PROYECTO

2.2.1. Proceso

En la ingeniería industrial un elemento fundamental es el proceso; puesto que este es determinante para que cada una de las etapas trabaje en forma óptima. Para Baca (2015) el proceso es “todo desarrollo sistemático que conlleva una serie de pasos ordenados u organizados, que se efectúan o suceden de forma alternativa o simultánea, los cuales se encuentran estrechamente relacionados entre sí y cuyo propósito es llegar a un resultado preciso” (p. 32).

Desde ese punto de vista, se puede decir que el proceso consiste en una variedad de pasos, cada uno interrelacionado y, de ese modo, se llega a un fin que se ha determinado con anterioridad. En consecuencia, se puede decir que es un conjunto de actividades interrelacionadas para lograr un resultado; además, el proceso tiene capacidad para transformar unas entradas en salidas.





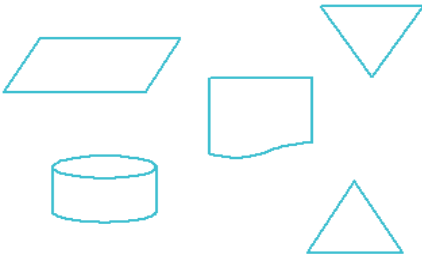

Asimismo, dentro de los quehaceres de las empresas se llevan a cabo procesos de diversa índole; ya sean tecnológicos, administrativos, de manufactura, entre otros.

Por su parte, Pérez (2014) expresa:

Se puede definir un proceso como cualquier secuencia repetitiva de actividades que una o varias personas (Intervinientes) desarrollan para hacer llegar una Salida a un Destinatario a partir de unos recursos que se utilizan (Recursos amortizables que necesitan emplear los intervinientes) o bien se consumen (Entradas al proceso) (p. 23).

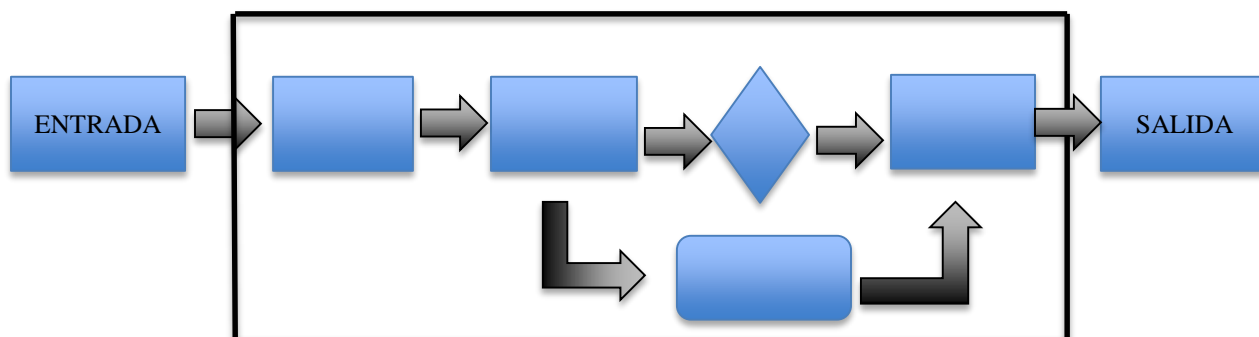
En el proceso se emplea diversos tipos de recursos entre los que se pueden mencionar: materiales, tiempo, energía, máquinas, herramientas y personas. No obstante, en este se puede dar variabilidad. Cada vez que se repite el proceso hay ligeras variaciones en la secuencia de actividades realizadas que, a su vez, generan variabilidad en los resultados del mismo expresados a través de mediciones concretas, lo cual amerita la mejora del proceso.

Para una visualización del proceso se utiliza una serie de símbolos que coadyuvan a un mejor entendimiento de los diferentes componentes, etapas, actividades y demás. De ese modo, se puede tener una mejor interpretación de las distintas acciones que conlleva tanto en forma global como particular. A continuación se detallan los símbolos más utilizados y su descripción.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Elipse u óvalo	Indica el inicio y el final del diagrama de flujo. Está reservado a la primera y última actividad. Un proceso puede tener varios inicios y varios finales.
	Rectángulo o caja	Se utiliza para definir cada actividad o tarea. Debe incluir siempre un verbo de acción. Las cajas se pueden numerar.
	Rombo	Se utiliza cuando se debe tomar una decisión. Incluye siempre una pregunta.
	Flecha	Se utiliza para unir el resto de símbolos entre sí.
	Símbolos de entrada y salida	Sirven para representar entradas necesarias para ejecutar actividades del proceso o para recoger salidas generadas durante su desarrollo.
	Conectores	Representan conexiones con otras partes del flujograma o con otros procesos.

Asimismo, cada uno de ellos sirve para establecer la secuencia de actividades del proceso y, de ese modo, la determinación de la sistematización que conlleva, como se indica en el siguiente ejemplo:

Secuencia de actividades



Fuente: Oswaldo Alvarado E. (2017)

Dentro del proceso, según Gibson (2015) se tienen que considerar los siguientes factores: Factores dispositivos humanos: planifican, organizan, dirigen y controlan las operaciones y Factores de apoyo: maquinaria en óptima condiciones, infraestructura tecnológica, entre otros” (p. 98). Con base en lo anterior, queda en evidencia que se requiere de elementos tanto humanos como de apoyo que en forma conjunta facilitan la realización efectiva del proceso. Lo anterior por cuanto debe existir una interacción entre los factores humanos y los de apoyo, porque deben trabajar de manera óptima para que el proceso no tenga restricciones o pérdidas no planeadas.

2.2.2. Mejora continua

En el proceso es relevante la mejora continua, que como su palabra lo indica consiste en poner en práctica las acciones necesarias para que el proceso se realice en forma óptima. Por tanto, es fundamental tener previamente el conocimiento de las debilidades y sus causas, así como las fortalezas que pueden facilitar la solución de esas causas.

Al respecto Richard (2016) señala:

La mejora continua de procesos es un enfoque sistemático que se puede utilizar con el fin de lograr crecientes e importantes mejoras en procesos que proveen productos y servicios a los clientes. Al utilizar la mejora continua, se hace una descripción detallada a los procesos, y se descubre maneras de mejorarlos. El resultado final es un medio más rápido, mejor, más eficiente o efectivo para producir un servicio o producto (p. 145).

Todo lo anterior implica un análisis exhaustivo de las acciones y las respectivas tareas que la conforman, así como su respectiva jerarquización; para así tener una visión más específica de aquellos aspectos que se requieren como: recursos, tiempo y otros que sirvan para la planificación de las actividades. De ese modo, se podrá tener mejores herramientas para la superación de las debilidades y mantener o incrementar las fortalezas. Todo esto con la finalidad de que la empresa cumpla a cabalidad con las expectativas que sus clientes tienen de ella.

De acuerdo con Richard (2016), los aspectos que porque es importante la implementación de mejora continua son:

Contribuye en el afianzamiento de las fortalezas y en la mejora de las debilidades de la empresa, lo que repercute positivamente en la productividad.

Contribuye en la creación de una imagen más fuerte y competitiva en el mercado.

Facilita la corrección de errores o inconvenientes en la organización, basada en el análisis de los procesos llevados a cabo.

Encamina la empresa hacia la excelencia, implicada con un proceso que asienta la aceptación de un nuevo reto cada día.

Es eficaz para desarrollar cambios positivos.

Minimiza las fallas en la calidad, con ello permite ahorrar dinero y esfuerzos (p. 77).

Con base en lo descrito, se puede decir que la mejora continua contribuye a una serie de ventajas para la empresa y los clientes, puesto que estos últimos serán los más beneficiados. Esto por cuanto la mejora continua debe estar pensando en la necesidad de la clientela, a fin de satisfacer las necesidades y, de ese modo, crecer en el mercado e incrementar su posicionamiento.

2.2.3. Productividad

La productividad es el aspecto fundamental de toda empresa, porque de esta depende

Al respecto Hernández (2015) menciona:

En la administración está implícito el concepto productividad como una de las metas principales a lograr, que implica eficiencia (productividad favorable), eficacia (grado en que el producto o servicio satisface las necesidades reales y potenciales o expectativas de los clientes o destinatarios), y efectividad (grado de cumplimiento de los objetivos planificados), a su vez la productividad en su fórmula considera la calidad (propiedad inherente de cualquier cosa que permite que esta sea comparada con cualquier otra de su misma especie) para el buen desempeño individual y organizacional. (p.111).

En consecuencia, para que haya una real productividad, se requiere tanto de la eficacia y eficiencia de los recursos de la organización. Esto significa que para lograrlo se requiere mejoras en todos los recursos con que se cuenta, como ejemplo; menos desperdicios, menos tiempos perdidos en las maquinarias y otros; o simplemente hacerlo más fácil.

Gutiérrez (2016) señala “la productividad tiene que ver con los resultados que se obtienen en un proceso o un sistema, por lo que incrementar la productividad es lograr mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos” (p. 40). Por

tanto, esta puede disminuir si la maquinaria empleada para la elaboración de los productos no trabaja en forma correcta; ya que constituye que habrá pérdida de materia prima, se incrementa las tareas de los trabajadores, así como el aumento de otros costos. En consecuencia, para que exista una adecuada productividad, tanto el equipo como maquinaria amerita que se encuentre en las condiciones óptimas.

2.2.4. Herramientas de calidad

Para el logro de todo lo señalado anteriormente como proceso, mejora continua y productividad, se puede implementar las herramientas de calidad, que contribuyen a la calidad y que ha sido estudiado por diversos investigadores y es conceptualizada por Gutiérrez (2016) “conjunto de técnicas identificadas como herramientas útiles en la resolución de problemas concernientes a la calidad en una empresa o institución”. Entendiendo que se designan básicas, ya que pueden ser aplicadas por cualquier persona, sin una formación específica o especial en estadística y además pueden utilizarse para resolver casi cualquier asunto relacionado a la calidad” (p. 69)

Por tanto, se pueden decir que cada una tiene características particulares, por consiguiente, es necesario conocer sus detalles y diferencias, a fin de que sirvan de base de la forma en que pueden poner en práctica.

2.2.4.1. Diagrama de causa y efecto

Dentro de las herramientas se encuentra el diagrama causa – efecto, fue creado por Kaoru Ishikawa, experto en dirección de empresas, quien a su vez estaba muy interesado en mejorar el control de la calidad. De acuerdo con Martínez (2018)

El método consiste en definir la ocurrencia de un evento o problema no deseable y después, identificar los factores que contribuyen a su conformación, esto es, las causas. La finalidad de esta herramienta es detectar los diferentes tipos de causas que influyen en un problema; se seleccionan los principales y se jerarquizan. Un diagrama bien detallado tomará la forma de una espina de pescado, de allí su otro nombre. (p. 83).

Dadas sus características genéricas este tipo de diagrama se puede emplear y aplicar en el análisis de cualquier tipo de proceso. Lo importante es realizar la estratificación de la información de manera apropiada; puesto que es la base para la exploración de los posibles factores causales de un efecto. Por medio de este tipo de herramienta, se puede tener una visión más amplia del problema así como de los distintos factores que inciden en estos y, de ese modo efectuar el estudio respectivo para, de esa forma determinar la forma en que contribuyen al problema general. De ese modo, implementar las soluciones a cada uno de los factores y, en consecuencia a la problemática global.

Por su parte, Cole (2015) señala

Se trata de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan y cuyos objetivos esenciales son: la detección de soluciones a problemas; la detección de causas raíces y las propuestas de mejora en algún proceso (p. 130).

Según lo anterior, este tipo de herramienta es muy útil, puesto que a través de su implementación se puede conocer sobre todo las raíces de las causas del problema, lo que facilita tomar las medidas apropiadas para su solución. Asimismo, este diagrama coadyuva a la revisión periódica de los estándares tanto operativos, técnicos y otros aspectos. En conclusión se puede decir que es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos que permite identificar las posibles causas de un problema específico.

2.2.4.2. Histograma

Otra herramienta que es muy útil para el mejoramiento de la calidad es el histograma que según Harrigton (2014):

Es una de las Siete Herramientas básicas de la Calidad, es especialmente útil cuando se tiene un amplio número de datos que es preciso organizar, para

analizar más detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos. Otra aplicación es la comparación de los resultados de un proceso con las especificaciones previamente establecidas. En este caso, mediante el histograma, puede determinarse en qué grado el proceso está produciendo buenos resultados y hasta qué punto existen desviaciones respecto a los límites fijados en las especificaciones. En este sentido, el estudio de la distribución de los datos puede ser un excelente punto de partida para establecer hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio (p. 115).

De acuerdo con lo anterior, el histograma tiene una variedad de usos, pero como en esta investigación ayuda a tener datos sobre la cantidad de productos defectuosos y, eso permite contar con información mensual y así hacer las comparaciones respectivas. Además, la cantidad de material desperdiciado, el tiempo invertido, entre otros. Esto se constata en lo indicado por Harrigton (2014)

Proporciona, mediante el estudio de la distribución de los datos, un excelente punto de partida para formular hipótesis acerca de un funcionamiento insatisfactorio.

Permite el análisis más detalladamente o tomar decisiones sobre la base de ellos.

Permite la comparación de los resultados de un proceso con las especificaciones previamente establecidas para el mismo. Ayuda a determinar si el proceso satisface los requisitos del cliente.

Hacer un seguimiento del desempeño actual de un proceso.

Evaluar las revisiones de los procesos para mejorar (p. 117).

Dadas las características se puede considerar un elemento fundamental para la gestión de procesos y tiene la ventaja de que se puede aplicar en cualquier momento, con la finalidad de hacer el respectivo análisis para su mejora. En lo que se refiere al proceso productivo industriales coadyuva a conocer con mayor precisión el número de productos desechados, rechazados y considerados como desperdicios por línea de fabricación en un periodo de tiempo.

En ese sentido, Spurr (2014) indica que sus empleos tienen como objetivos:

Conocer el grado de con que se puede satisfacer los requisitos de calidad.

Establecer o modificar las especificaciones del artículo y el nivel de calidad aceptable.

Determinar los aspectos del proceso (ajuste y variabilidad) sobre los que se debe actuar para lograr la calidad deseada.

Conocer la presencia de causas asignables, lo que permite detectar y tomar las medidas correctivas necesarias para eliminarlas (p. 62).

Según lo anterior, la interpretación del histograma es muy útil para, en primera instancia, tener una idea clara de la forma en que está funcionando el proceso; o sea brinda un panorama de este es aceptable o por el contrario, si algo está fallando. En

síntesis, permite el análisis del comportamiento y compararlo con lo preestablecido. Lo anterior permite tener bases concretas para emitir juicios, obtener conclusiones y si es necesario ejecutar las acciones correctivas de manera más acertada.

2.2.4.3. Seis Sigma

Seis sigma es una metodología que busca eliminar los defectos en los procesos. Además de la disminución de defectos busca la satisfacción del cliente y reducción del tiempo de producción. En su definición León (2014) señala:

Es un sistema completo y flexible para conseguir, mantener y maximizar el éxito en los negocios. Esta herramienta funciona especialmente gracias a una comprensión total de las necesidades del cliente, del uso disciplinado del análisis de los hechos y datos, y de la atención constante a la gestión, mejora y reinención de los procesos empresariales (p. 94).

El método seis Sigma ayuda a conocer y comprender los procesos, de tal manera que puedan ser modificados al punto de reducir el desperdicio generado en ellos. Esto se verá reflejado en la reducción de los costos de hacer las cosas, a la vez que permite asegurar que el precio de los productos o servicios sean competitivos, no mediante la reducción de ganancias o reducción de los costos de hacer bien las cosas, sino de la eliminación de los costos asociados con los errores o desperdicios.

El concepto de Seis Sigma provee una medición común, así como objetivos comunes, a la vez que inculca una visión común y sobre todo promueve el trabajo en equipo. Adicionalmente, combina objetivos agresivos con un método y un conjunto de herramientas, que se aplican a través de todo el ciclo de vida del proceso o servicio: Existe una alta correlación entre la mejora del tiempo de ciclo y la reducción de defectos y costos.

Asimismo, Gutiérrez (2016) expresa:

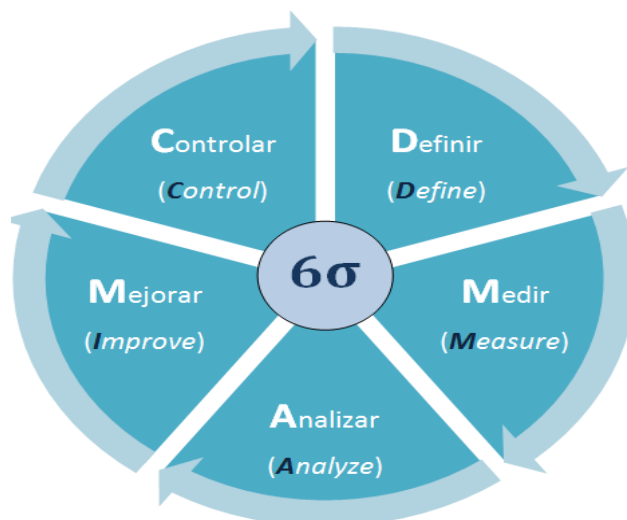
Seis Sigma implica tanto un sistema estadístico como una filosofía de gestión, por lo tanto es una forma más inteligente de dirigir un negocio o un departamento donde se pone primero al cliente y usa datos para impulsar mejores resultados. Los esfuerzos de Six Sigma se dirigen a tres áreas principales:

- Mejorar la satisfacción del cliente
- Reducir el tiempo del ciclo
- Reducir los defectos (p. 80).

Según lo especificado, esta herramienta se apoya en una metodología altamente sistemática y cuantitativa, orientada a la mejora de la calidad del producto o del proceso. Esto permite tomar las medidas pertinentes para corregir los errores y, de ese modo, llenar las expectativas del cliente, así como brindarle el producto de acuerdo con las especificaciones preestablecidas.

Todo proyecto de Seis Sigma comienza como un problema práctico que está impactando de manera negativa dentro de la empresa; además, se debe tener en claro aquello que se quiere mejorar. Estos proyectos se dividen en distintas etapas, que juntas forman el ciclo DMAIC. El ciclo de Deming actúa como guía lógica y racional para llevar a cabo la mejora continua y lograr de una forma sistemática y estructurada la resolución de problemas.

Por tanto, se puede decir que es una estrategia de mejora continua del negocio que busca encontrar y eliminar las causas de los errores, defectos y retrasos en los procesos, enfocándose hacia aquellos aspectos que son críticos para el cliente. Es conocida como DMAIC; acrónimo en inglés que indican las iniciales de las cinco fases que la conforman, las etapas según León (2014) son las siguientes:



Definir, es la fase inicial, donde se define el problema, los objetivos, equipo y procesos más importantes del proyecto.

Medir, en esta fase se recoge la información sobre las posibles causas que afectan el proceso y afectan su desempeño, así como la determinación de las capacidades y la sigma actual del proceso.

Analizar, se analizan las causas raíces que afectan el desempeño actual del proceso y la tasa de errores que le generan, con la finalidad de proponer posteriormente un rediseño del proceso o producto de acuerdo a los resultados de la misma.

Mejorar, en esta etapa se identifica las posibles características dentro del proceso que se pueden mejorar, se proponen soluciones para mitigar o eliminar las causas que originan problemas en los procesos y así lograr cumplir con las expectativas y necesidades del cliente.

Controlar, se elabora un plan de control del nuevo proceso con la finalidad de mantener el sigma logrado

Cada una de las fases descritas requiere una planificación, por lo cual se amerita tener claro los objetivos que se quieren alcanzar y la elección de los métodos adecuados para lograrlos. En consecuencia, es necesario mediante la recopilación de todos los datos e información necesaria es fundamental para establecer objetivos. En ese sentido, León (2014) manifiesta:

La planificación debe incluir el estudio de causas y los correspondientes efectos para prevenir los fallos potenciales y los problemas de la situación sometida a estudio, aportando soluciones y medidas correctivas. En esta fase tendremos:

- a) Definir el problema o seleccionar el proyecto.
- b) Definir y describir el proceso.

c) Realizar: Consiste en llevar a cabo el trabajo y las acciones correctivas planeadas en la fase anterior. Corresponde a esta fase la formación de las personas para que adquieran un adiestramiento en las actividades y actitudes que deben de llevar a cabo (p. 90).

Con base en todo lo señalado, DMAIC es una herramienta interactiva utilizada para la mejora de procesos. Su uso más común es en proyectos que utilizan la metodología Seis Sigma y se utilizar en cualquier situación en la cual desee implantar mejoras.

2.2.4.5. Metodología de los 5 por qué

Es una técnica basada en realizar preguntas utilizadas durante la fase de análisis de problemas para buscar sus posibles causas. Básicamente se realiza sucesivamente la pregunta por qué, hasta llegar a obtener la causa raíz de un problema. No necesariamente se pregunta 5 veces, esta cantidad de veces que se cuestiona el porqué, puede variar hasta llegar al objetivo y luego tomar las acciones necesarias para eliminar el problema desde su raíz.

En ese sentido, Betancourt (2017) señala: “Es una herramienta de análisis de causa – efecto que actúa a través de preguntas. Con la técnica se consigue analizar un problema haciéndonos la pregunta ¿por qué? Obtenida la respuesta, nuevamente se debe preguntar preguntarnos ¿por qué? y así sucesivamente” (p. 81).

Por consiguiente, esta técnica permite comprender mejor las causas y efectos de los problemas y, de ese modo, establecer las acciones pertinentes para resolverlos. Por su parte, Stincer (2014) manifiesta:

Esta metodología se basa en un proceso de trazabilidad, donde se hacen preguntas para analizar las posibles causas del problema, caminando hacia atrás, hasta llegar a la última causa que originó el problema. Ten en cuenta que no tienen por qué ser exactamente 5 preguntas, sino que esto va a depender de la longitud y complejidad del proceso causal del problema (p. 44).

Con base en lo anterior, el objetivo de esta técnica es ayudar al descubrimiento de información vital de una forma sistemática, analizar las causas ocultas y desarrollar soluciones a las preguntas planteadas. Este análisis se puede aplicar tanto para la resolución de un conflicto, para realizar un diagnóstico de un problema o para la toma de decisiones.

Asimismo, Betancourt (2017) señala que dentro de las ventajas están:

Permite profundizar rápidamente en la naturaleza de un problema a través de las múltiples iteraciones.

Su uso no puede ser más sencillo.

Promueve el trabajo en equipo. De hecho, debe ser aplicada entre personas que tengan conocimiento del fenómeno estudiado.

Se integra con otras herramientas como análisis de Ishikawa.

Actúa sobre la causa raíz de un problema, evitando que este pueda volver a ocurrir (p. 82).

Debe recordarse que los 5 porqués se dirigen siempre al problema y no a las personas involucradas. Además, es un método que trabaja muy bien en conjunto con el diagrama de Ishikawa.

2.4.4.5. Metodología 5S

La metodología 5S es una práctica de calidad que nace en Japón referida al mantenimiento integral de la empresa. No solo en el equipo y la infraestructura sino en el mantenimiento del entorno del trabajo por parte de todos. Las 5S son: Seleccionar, Ordenar, Limpiar, Estandarizar y Disciplina.

Al respecto, Pulido (2015) manifiesta que es “una metodología que permite organizar el lugar de trabajo, mantenerlo funcional, limpio y con las condiciones estandarizadas y la disciplina necesaria para hacer un buen trabajo. El enfoque primordial de esta metodología desarrollada en Japón es que para que haya calidad se requiere antes que todo orden, limpieza y disciplina (p.280).

Además, Pulido (2015) indica los significados de las 5S y que se detallan a continuación:

Seiri (Seleccionar). Este principio implica seleccionar todo aquello que es necesario y seleccionar lo que no es necesario o tiene una dudosa utilidad. Lo que no es necesario o tiene dudosa utilidad se elimina para dar espacio en el lugar de trabajo.

Seiton (Ordenar). En esta segunda la idea es dar un lugar a cada cosa que se decidió conservar en la “s” anterior y que cada cosa se mantenga en su lugar cuando no está en uso.

Seiso (Limpiar). En esta tercera s, la idea es limpiar las cosas que están ubicadas en sus respectivos lugares y limpiar el sitio de trabajo.

Seiketsu (Estandarizar). Esta “s” trata de cómo mantener y controlar lo que se hizo en las primeras 3s, mediante la aplicación continua de estas.

Shitsuke (Disciplina). La quinta s hace referencia a evitar a toda costa que se rompa los procedimientos ya establecidos. Se trata de implementar autodisciplina para cumplir con los procedimientos adoptados para disfrutar de los beneficios que estos brindan. **La disciplina es el canal entre las 5S y el mejoramiento continuo.**

2.3. MARCO CONCEPTUAL REFERENTE AL IMPACTO DEL PROYECTO

2.3.1. Eficacia y eficiencia

Las diferentes herramientas descritas anteriormente son muy útiles para la eficacia y eficiencia en la producción. La palabra eficiencia proviene del latín *efficientia* que en español quiere decir, acción, fuerza, producción. Se define como la capacidad de

disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. No debe confundirse con eficacia que se define como la capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera.

Para Da Silva (2016), la eficiencia significa "operar de modo que los recursos sean utilizados de forma más adecuada" (p.249).

De acuerdo con Hernández (2015), se entiende por eficacia "al logro de los objetivos propuestos por el directorio para el mejoramiento de su respectivo desarrollo. En tal sentido, toda empresa debe tener objetivos claros y adecuados a las condiciones en que opera la empresa. (p. 102).

En cuanto a eficiencia Hernández (2015) manifiesta que es: la racionalidad, o sea adecuar los medios utilizados, a los fines y objetivos que se deseen alcanzar, lo que lleva a concluir que las empresas va a ser racional si se escogen los medios más eficientes para lograr los objetivos deseados, teniendo en cuenta que los objetivos que se consideran son los organizacionales y no los individuales. La racionalidad se logra mediante, normas y reglamentos que rigen el comportamiento de los componentes en busca de la eficiencia (p. 121).

Por tal razón, a través de la eficiencia se busca utilizar los medios, métodos y procedimientos más adecuados y debidamente planeados y organizados para asegurar un óptimo empleo de los recursos disponibles. La eficiencia no se preocupa por los fines,

como si lo hace la eficacia, si no por los medios. La eficiencia aumenta a medida que decrecen los costos y los recursos utilizados. Se relaciona con la utilización de los recursos para obtener un bien u objetivo.

La eficiencia es la relación entre costos y beneficios enfocada hacia la búsqueda de la mejor manera de hacer o ejecutar las tareas, con el fin de que los recursos tanto de personal como material y otros se utilicen del modo más racional posible. La eficiencia es mediante el desarrollo de objetivos, llegar a cumplir una meta con el menor desperdicio posible. Por tanto, se puede decir que una empresa, organización, producto o persona es eficiente cuando es capaz de obtener resultados deseados mediante la óptima utilización de los recursos disponibles.

2.3.2. Mantenimiento Productivo Total

La maquinaria es un elemento indispensable, porque es la parte mecánica y automática del proceso, que es dónde se llevan a cabo las actividades de la manufactura. Por tanto, es necesario que estén en condiciones óptimas para así pueda efectuar el trabajo según las especificaciones y que no sea un impedimento para cumplir con la calidad del producto y que se cumpla en el tiempo estipulado y contribuye al mejoramiento continuo.

De acuerdo con Navarro (2016)

En el contexto actual las industrias buscan aumentar la eficiencia de sus líneas de producción y al mismo tiempo bajar el costo del mantenimiento del equipo, mediante la gestión de los procesos y estandarización de la calidad. Muchos de estos objetivos pueden alcanzarse con la ayuda de herramientas como el Mantenimiento Productivo Total, ya que representa una acción primordial tener en excelentes condiciones cada uno de los equipos de la línea de producción, de ellos depende la calidad del producto y el nivel de servicio al cliente (p. 130).

En ese sentido, se puede decir que a través de este sistema las empresas pueden tener un instrumento para detectar el funcionamiento de la maquinaria. Esto por cuanto la condición del equipo de manufactura es indispensable para lograr las metas de la industria y sobre todo, cumplir a cabalidad con los clientes. Al respecto, Nieto (2014) señala:

El Mantenimiento Productivo Total tiene como propósito en las acciones cotidianas que los equipos operen sin averías y fallas, eliminar toda clase de pérdidas, mejorar la fiabilidad de los equipos y emplear verdaderamente la capacidad industrial instalada. Cuando esto se ha logrado, el período de operación mejora, los costos son reducidos, el inventario puede ser minimizado y en consecuencia la productividad se incrementa (p. 47).

No obstante, cuando lo anterior no se cumple, puede ocasionar las pérdidas no planeadas, por cuanto se puede dar productos defectuosos, irrecuperables, de calidad inferior a la exigida, pérdida de tiempo, reproceso, entre otros. De eso trata el Mantenimiento Producto Total y que su finalidad es eliminar las seis grandes pérdidas y se consideran las causas de la disminución de la eficacia en la manufactura y que son: averías o fallas en el equipo; ajuste de máquinas o puesta en punto; micro paradas, esperas; velocidad de operación reducida; defectos en el proceso; rechazos en el arranque o producción.

En lo que respecta a este aspecto, Vera (2017) detalla cada uno de la siguiente manera:

Averías: Fallas de equipo inesperados que impacta la disponibilidad de ese.

Ajustes de máquinas o tiempos de muerto: Cuando finaliza la producción de un elemento y el equipo se ajusta para atender los requerimientos de un nuevo producto, se producen pérdidas durante la preparación y ajuste, al aparecer tiempos muertos y productos defectuosos como consecuencia del cambio.

Marchas en vacío, esperas y detenciones menores ocurridas en el transcurso de la operación. Se producen pérdidas de tiempo, ya sea por problemas en la instrumentación, pequeñas obstrucciones, entre otras.

Velocidad de operación reducida, cuando el equipo no funciona a su capacidad máxima. Esto produce pérdidas productivas al no obtenerse la velocidad diseñada en el plan de producción.

Defectos en el proceso que producen pérdidas de producción al tener que rehacer partes de él, o al reprocesar productos defectuosos o completar actividades no terminadas.

Pérdidas de arranque: Estas pérdidas se refieren al nivel de producción que se da en ocasiones en el arranque, y puesta en funcionamiento de determinadas máquinas, situado por debajo de la capacidad; o sea que la velocidad en la fase inicial de producción o arranque es menor pero que puede obtenerse con el mismo equipo, una vez superada esta fase. Esto incide en el reproceso o re-trabajo que incide en pérdida de tiempo y productividad.

Por consiguiente, el Mantenimiento Productivo Total se encarga principalmente de esto; o sea, promover que las situaciones descritas anteriormente no se den y, de ese modo, la productividad no se detenga.

En lo que respecta a este trabajo consiste en lo referente a la pérdida de arranque, que implica el reproceso, que se entiende como aquella acción que se toma sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos y consiste en volverlos a producir. Este tipo de pérdida está adscrita en la tasa de calidad representan el tiempo

utilizado para producir productos que son defectuosos o tienen problemas de calidad. Este tiempo se pierde ya que el producto se debe destruir o reprocesar.

Por otro lado, el Mantenimiento Productivo Total tiene una serie de beneficios, que según Vera (2017) son:

Elimina pérdidas que afectan la productividad de las plantas.

Mejora de la fiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Reducción de los costes de mantenimiento.

Mejora de la calidad del producto final.

Menor coste financiero por recambios (p. 71).

Esto constituye en aumentar la eficacia del equipo de forma que cada producto del mismo pueda ser operado óptimamente y mantenido en este nivel. Por tanto, para el Mantenimiento Productivo Total emplea el indicador denominado Eficacia Global de Equipos Productivos, conocido como OEE por sus siglas en inglés. Para Chaves (2014)

Es un indicador capaz de indicar, mediante un porcentaje, la eficacia real de cualquier proceso productivo. Esto es un factor clave, para poder identificar y paliar posibles ineficiencias que se originen durante el proceso de fabricación y que se utiliza como una herramienta clave dentro de la cultura de mejora continua. Además, repercute directamente en el rendimiento que se va a obtener del proceso de manufactura. Esto se debe a que se identifican las causas por las que hay pérdidas de rendimiento y aumenta el índice de calidad

del producto, minimizando retrabajo o reproceso y pérdidas ocasionadas por elaboración de producto defectuoso; así como muestra información fiable en tiempo real del proceso (p. 150).

Con base en lo anterior, el OEE es un instrumento que coadyuva a tener una visión clara de la efectividad de la maquinaria y, por ende, de la eficacia de estos que influyen en la productividad y consecuentemente en la rentabilidad de la empresa. Además, es parte de la mejora continua y sobre todo, el cumplimiento de las expectativas y exigencias del cliente.

Este indicador se calcula a partir de tres factores, que como él mismo, son porcentajes y que son: disponibilidad, eficiencia y calidad. Cada uno de los componentes o factores deben calcular independientemente y sus fórmulas son las siguientes:

Disponibilidad

Mide las pérdidas de los equipos debido a paros programados o no programados, esto depende de cada compañía, se recomienda incluir ambos. Para calcular la disponibilidad se deben tomar en cuenta cuál es el período completo de tiempo que se está contemplando, se haya producido o no y el tiempo en el que realmente se estuvo produciendo. A este tiempo se lo denomina Tiempo Total de Trabajo. Si a este tiempo le descontamos el tiempo que se consideró previamente para paradas programadas

(Tiempo de Paradas Planificadas), obtenemos el Tiempo Planificado de Producción (TPO).

TPO = Tiempo Total de Trabajo – Tiempo de Paradas Planificadas

TPO es el tiempo que realmente se debería haber producido.

Ahora debemos descontarle el tiempo insumido en paradas no previstas, no programadas. Obtenemos así el Tiempo de Operación (TO):

TO = TPO – Paradas no programadas

El valor la disponibilidad estará dado por la razón entre el TO y el TPO:

La fórmula es:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{TO}}{\text{TPO}} \times 100$$

Donde:

TPO = Tiempo Total de trabajo – Tiempo de Paradas Planificadas

TO = TPO – Paradas y/o Averías

Rendimiento

El rendimiento es un parámetro que indica la relación existente entre las piezas producidas realmente (sin defectos) y las que deberían haberse producido idealmente

en el tiempo de operación (TO). El Rendimiento o Eficiencia se obtiene de dividir la cantidad de piezas realmente producidas por la cantidad de piezas que se podrían haber producido. La cantidad de piezas que se podrían haber producido se obtiene multiplicando el tiempo en producción por la capacidad de producción o velocidad de la máquina. Esto se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Unidades o producción real}}{(\text{Tiempo efectivo o sin paros} \times \text{Velocidad estándar})}$$

Calidad

Es el porcentaje de la producción total que se produce sin defectos. La fórmula es:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Unidades totales} - \text{unidades de producto no conforme}}{\text{Unidades Totales}}$$

Obtenidos los resultados, se puede calcular el OEE, que se obtiene de la siguiente manera:

OEE = Dis

ponibilidad X Rendimiento X Calidad

Según los valores de OEE se pueden clasificar máquinas, líneas de producción o plantas completas de la siguiente manera:

OEE < 0,65 = Inadmisible o muy baja.

$0,65 \leq \text{OEE} < 0,75$ = Regular o baja

$0,75 \leq \text{OEE} < 0,85$ = Aceptable

$0,85 \leq \text{OEE} < 0,95$ = Buena

OEE $\geq 0,95$ = Excelente

2.4. ANTECEDENTES DE PROYECTOS O EXPERIENCIAS SEMEJANTES

En relación con este apartado, dentro de los proyectos similares a este trabajo de investigación se tienen las siguientes:

La primera de ellas es la denominada: Diagnóstico y elaboración de propuestas para reducción del retroceso en el apartamento de Set up an Stage de Align Technology Realizada por Jeffrey Cedeño Mora para la Universidad Hispanoamericana en el 2014. El proyecto surge con necesidad de atender un problema generado en las líneas de trabajo de la empresa en estudio por cuanto es muy común ver generarse reprocesos entre sus líneas de trabajo esto viene a dar un impacto negativo en metas de la empresa.

En cuanto a la segunda tiene el nombre de. Mejoramiento de Rentabilidad de Taller Mecánico Automotriz Badilla y fue elaborada por Jorge Nils para la Universidad Hispanoamericana en el 2019. Este tiene como finalidad lograr el mejoramiento de rentabilidad del taller mecánico automotriz Badilla, por medio de un estudio interno y

externo del mercado automotriz, que solucione las deficiencias encontradas: el control inadecuado en los trabajos, entre otros.

Otra investigación es la elaborada por Mario Núñez Mora, cuyo título es Disminución del porcentaje de producto defectuoso en la Bloquera Belén para el segundo semestre del 2018. En dicho trabajo se busca disminuir el porcentaje de producto defectuoso mediante la implementación de herramientas de control para un óptimo dominio del proceso y la reducción de costos debido a inconformidades por parte de los clientes.

También está la tesis que tiene el nombre de Evaluación de las causas del desperdicio de cartón para empaque de piña, en la planta empacadora de Transunión S.A., La Virgen de Sarapiquí, durante el segundo semestre del 2018 y que fue realizada por Christopher Adriel Arias Pérez para la Universidad Hispanoamericana.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Con la finalidad de conocer y entender la problemática que se da en el proceso de fabricación de cartuchos de pólvora, se realizará un análisis de la situación real, para lo cual se documentará los diversos aspectos. En ese sentido, se ejecutarán distintas actividades que conlleven a tener información fehaciente y precisa sobre los aspectos que inciden en que la máquina no equilibre bien por lo cual conlleva que los primeros productos salgan defectuosos.

En ese sentido, se usará diversas metodologías como son: observación, entrevistas, flujograma. De esa manera se contará con datos tanto cuantitativos como cualitativos. Como primer paso, se realizará una entrevista con el supervisor del proceso, con la finalidad de que brinde los detalles en que consiste todo el procedimiento de la fabricación de los cartuchos de pólvora y tener una idea general del accionar de la producción y para esto se usará una checklist. De igual manera, se efectuará una observación de cada uno de las etapas del proceso que sirva para comprender mejor las diferentes fases que conlleva y de ese modo, tener una visión más específica. También servirá de guía el flujograma del proceso, porque constituye un esquema de la forma en que se realizan las actividades de cada fase.

. Para todo lo anterior se contará con herramienta DMAIC.

Actividad	Herramienta	Resultado esperado
Entrevista con el supervisor de producción	Checklist	Diagnóstico de la situación del problema que enfrenta la empresa
Observación del proceso de producción	Lista de cotejo	Conocimiento y visión de la forma en que trabajan las máquinas, personal y como se realiza la producción.
Visión del flujograma de producción	Flujograma	Conocimiento de la estructura del proceso de producción.

Fuente: Elaboración propia

A través de cada una de las actividades detalladas, se recolectará información de diversa índole y, de ese modo, tener mejores perspectivas de las causas – efectos que ocasiona la problemática de los cartuchos de pólvora defectuosos y los inconvenientes que ocasiona en las diversas fases de producción.

3.2. METODOLOGÍA PARA LA MEDICIÓN Y RESPALDO CUALITATIVO DEL PROYECTO

Como su nombre lo indica, en esta etapa se hará una medición del problema detectado y para lo cual se emplea el Diagrama de Ishikawa (causa – efecto). De esa manera, se establece los aspectos desfavorables que conllevan que en un principio la máquina tenga problemas de calibración y que da como resultado los defectos del peso de los cartuchos y por ende, el reproceso para cumplir con los pedidos de los clientes según las especificaciones preestablecidas.

Lo anterior por cuanto dicho problema contribuye a haya desperdicio de materia prima; así como más horas trabajador, por cuanto tendrán que dedicar tiempo en desenvolver los cartuchos y también más uso de la maquinaria en el reproceso del producto. Todo esto incrementa el costo de producción.

Para constatar todo lo anterior, se hará una toma de tiempo así como el uso del histograma de los productos defectuosos en los últimos tres meses, que permitan medir de manera cualitativa la magnitud del problema y los atrasos en la producción.

Actividad	Herramienta	Resultado esperado
Conocimiento de causa – efecto	Diagrama de Ishikawa	Visualizar las causas y efectos del problema
Tiempo destinado por los trabajadores en las actividades de reproceso	Toma de tiempo	Tiempo invertido en el reproceso.
Revisión de estadísticas de defectos del producto	Histograma de productos defectuosos	Índice de productos defectuosos en los últimos tres meses.

Fuente: elaboración propia

Por medio de cada una de las actividades detalladas, se contará con datos pertinentes que coadyuven a tener una visión más concreta sobre todo de los efectos que constituye que la máquina no produzca los primeros cartuchos de pólvora en el peso y medida requeridas según las especificaciones de los clientes.

3.3. METODOLOGÍA PARA LA PROPUESTA DE MEJORA

La propuesta de mejora constituye un elemento clave para las alternativas de la solución del problema diagnosticado. Esto por cuanto permite brindar opciones para que los encargados de la empresa la analicen y si la considera oportuna, ponerla en práctica. De igual modo, se tiene que establecer las modificaciones que requiere el proceso de producción de los cartuchos de pólvora para que se disminuya el reproceso y, por ende, también disminuir el tiempo humano así como el desperdicio de materia prima.

En esta etapa, se emplearán diferentes metodologías, con la finalidad de describir y poner en práctica aquella que sean las más aptas para la resolución del problema diagnosticado.

3.4. METODOLOGÍA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO

La implementación del proyecto es un aspecto clave para la resolución de la problemática o, por lo menos disminuir los efectos negativos que este conlleva. No obstante, es una decisión de los altos jerarcas de la empresa, quienes en última instancia tendrán la potestad de ponerla en práctica.

En este aspecto, se empleará el diagrama de árbol de fallas, para que se tenga un panorama de la problemática. Asimismo, la elaboración de un diagrama de Gantt, con

la finalidad de tener un cronograma específico de las diferentes tareas que se requieren para ejecución de las actividades necesarias en la implementación del proyecto.

CAPÍTULO IV
LÍNEA BASE Y ANÁLISIS DE CAUSAS

4.1. GENERALIDADES DEL PROCESO

La empresa trabaja en el empaquetado de cartuchos de explosivos para uso industrial y donde los clientes brindan las especificaciones particulares que debe llevar cada uno de los pedidos. La empresa trabaja bajo la producción a pedido o bajo pedido, conocida también por sus siglas en inglés, MTO (make to order), que es una modalidad de fabricación que se caracteriza por la personalización del producto, que se fabrica siguiendo los requisitos específicos determinados por el cliente. Por tanto, este nivel de customización hace que cada producto sea único, pero también incide en los procesos, que pueden variar con cada orden de compra. La adaptación es una cualidad inherente a la producción a pedido, y lo que la diferencia de otros tipos de fabricación.

Para tal efecto utilizan una máquina denominada KP Machine industrial e hidráulica. La maquinaria industrial de tipo hidráulico aprovecha los fluidos para su funcionamiento. La mayor parte de este tipo de maquinaria es pesada, debido al tipo de tareas que realiza.

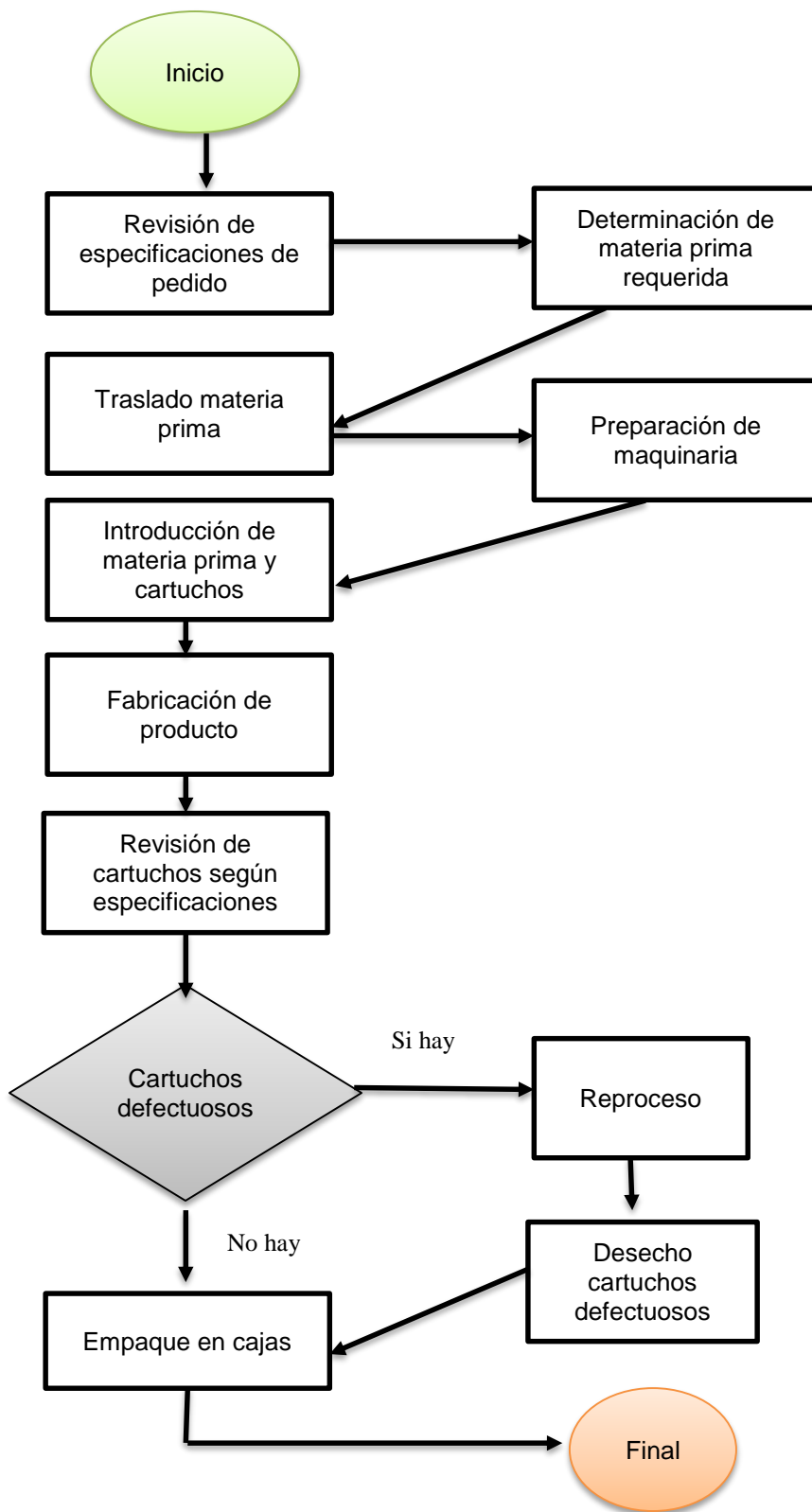
A través del proceso de producción, se emplea un sistema industrial, que se puede entender como un conjunto organizado de procesos donde la tecnología, el talento, la información, los equipos y las materias primas configuran productos que serán comercializados una vez se terminen de fabricar.

4.1.1. Descripción del proceso

En este proceso se emplean las emulsiones, las cuales están compuestas por dos fases. En la primera está la parte oxidante y en la segunda los combustibles. Éstas no producen exudación y presentan una gran velocidad de detonación y alta energía y densidad. Asimismo, tiene como particularidades excelente resistencia al agua y manipulación segura, resistiendo eficazmente las variaciones de temperaturas. No les afecta el choque, el roce o el calor. La mezcla de emulsiones se llama heavy – Anfo.

En el presente capítulo se llevarán a cabo los análisis para determinar el diagnóstico de la situación actual del proceso producción de cartuchos de dinamita elaborada según las especificaciones de los clientes por la empresa Austin de Costa Rica. Esta es una empresa que produce cartuchos de dinamita para trabajos pesados y por ende, tiene que cumplir las especificaciones del cliente. Esto lo hace que la producción no sea uniforme o en serie. Lo anterior por cuanto varía de un pedido a otro.

En el proceso de producción se sigue un proceso que se detalla a continuación:



Fuente: elaboración propia

- 1) Revisión de solicitud de pedido realizado por el cliente. De ese modo, se tiene conocimiento del número total de los cartuchos, la cantidad y tamaño.
- 2) Determinar la totalidad de materia prima requerida en cuanto a los tipos de productos, número de cartuchos.
- 3) Traslado de la materia prima desde la bodega hasta el área de maquinaria.
- 4) Preparación de la maquinaria para el proceso donde se hacen las especificaciones
- 5) Instalación de los cartuchos según el tamaño requerido de acuerdo con el pedido.
- 6) Introducir la materia prima (emulsiones) a la máquina.
- 7) Inicio del proceso de llenado de cartuchos
- 8) Revisión de los cartuchos para determinar que cumplan con las especificaciones
- 9) Desechar los cartuchos defectuosos
- 10) Realizar el reproceso de la cantidad de cartuchos que no cumplen con las especificaciones.

De acuerdo con el flujograma, se tiene una visión general del proceso que se realiza en la producción de los cartuchos de dinamita, el cual conlleva diversas etapas para así cumplir con las especificaciones solicitadas por el cliente. En ese sentido, se puede decir que sí los cartuchos tienen defectos en cuanto al peso; se debe realizar un reproceso para reponer los que son irregulares.

En ese sentido, el proceso es reflejado por la empresa en el siguiente diagrama de flujo

4.1.2. Tipos de productos

Los productos que fabrica la empresa Austin Powder son los siguientes:

Emulex 1:

Es una emulsión sensible al detonador que se caracteriza por excelente combinación de velocidad de detonación con buenas propiedades de generación de gases. Es ampliamente utilizada en voladuras de minería, canteras y obras de construcción. Es apropiada como carga de columna o fondo. Emulex 1 también es apta para la excavación de túneles o para su uso como booster de explosivos menos sensibles como agentes de voladura.



Emulex 2

Es una emulsión sensible al detonador que se caracteriza por excelente combinación de velocidad de detonación, volumen de gases y energía. Contiene aluminio para mejorar el desplazamiento. Es utilizada principalmente para voladuras de rocas fragmentadas en canteras. Funciona muy bien como carga de columna o carga



de fondo. También es adecuada para su uso como booster de explosivos menos sensibles como agentes de voladura.

Beneficios

Su alta energía permite ampliar el patrón de perforación para voladuras más económicas.

Desarrolla un volumen de gas excelente para el desplazamiento.

Baja cantidad de humos tóxicos.

Excelente resistencia al agua.

Buen manejo debido a la rigidez de los cartuchos.

Buenas características de acoplamiento cuando el diámetro del producto aplicado es adecuado al diámetro del barreno.

Tamaño del cartucho (mm)	Peso nominal cartucho	Peso nominal caja	Cartuchos/caja
25 x 300	0,178	25,0	140
32 x 300	0,293	25,0	85
38 x 300	0,430	25,0	58
50 x 500	1,183	25,0	21
60 x 500	1,655	25,0	15
70 x 500	2,260	25,0	11
80 x 500	3,080	25,0	9
90 x 500	3,513	25,0	7

Fuente: Empresa Austin Powder

Emulex C

Es una emulsión de baja densidad sensible al detonador. Ampliamente utilizado como explosivo de contorno para suavizar la detonación en los perfiles de túneles. Se utiliza también en minería subterránea, minería de superficie, trabajos de construcción y tuneleo en general.



Hydromite 3

Es un agente de voladura basado en una mezcla de emulsión y nitrato de amonio, con una excelente combinación de velocidad y volumen de gases. Ampliamente utilizado en la minería de superficie, canteras y obras civiles. Brinda excelentes resultados cuando se utiliza carga de columna o al fondo del barreno. Explosivo, voladura Tipo E, se caracteriza por ser una emulsión viscosa de color blanco a crema, embutido en un envoltorio plástico con clips metálicos a ambos lados.



Dimensiones (mm)	Peso nominal cartucho	Peso nominal caja
63 x 400	1,66	25
75 x 800	5.0	30

Estas son las especificaciones que cada producto debe tener y en algunos casos son más particulares, según las necesidades de la empresa cliente.

4.3. RECOLECCION DE INFORMACIÓN

4.3.1. Observación a través de recorrido por el área de producción

Para conocer más a profundidad sobre la problemática, se realizaron diversas estrategias, dentro de las cuales se encuentran el recorrido por la empresa y de ese modo, conocer los distintos componentes de la maquinaria usada. De ese modo, se podrá tener una mejor idea del funcionamiento de cada una de las partes; por cuanto es el principal problema que se presenta en la producción, ya que como se ha indicado anteriormente, al principio del funcionamiento la máquina no se calibra adecuadamente y, por ende, el producto no tiene las especificaciones apropiadamente y eso conlleva a que se tenga que realizar el reproceso.



Figura 1: Vista de los tanques de hydromite y el otro de Emulex,



Figura 2: Parte superior de la máquina, parte en donde se ve el empaquetado color rojo que viene en forma plana, la misma maquina le da la forma cilíndrica, ésta inyecta una fina capa de pegamento de secado rápido, luego pasando por la impresión láser, posterior a esto el producto cae dentro del empaquetado y se ve similar a un tubo, donde luego la misma maquina coloca dos grapas en cada extremo y luego son cortados (detrás de la palabra Danger).



Figura 3: Máquina de frente, los cristales que tiene en frente son para protección y precaución, a un lado hay una pequeña báscula para pesar las muestras de los productos hasta que den el peso determinado, y al otro lado un basurero con el empaquetado del producto fuera de especificación junto con el recipiente de producto para reproceso



Figura 4: Parte de atrás de la máquina, donde se observa los diferentes componentes que la conforman, entre las que se encuentran tubos, máquinas, cables y demás.



Figura 5: Se observa todo el proceso de largo, además se observa la banda transportadora con paredes metálicas que lleva el producto terminado a la caja de cartón al final del recorrido para un sellado e identificación de la caja con producto terminado.



Figura 6: Se observan las dos tuberías, la de Hydromite y Emulex, por las cuales pasa el contenido directo a la KP Machine. Además se observan el rollo film, el basurero en el cual se depositan los excedentes de envoltura o rollo film, y la maquina en plena ejecución del llenado y sellado de cartuchos.

En el área se observa el inspector de calidad, el operario y un colaborador de la parte de producción.

A través del recorrido por la parte de producción, se pudo tener una visión más específica de la forma en que se realiza el proceso de producción de los diferentes tipos de cartuchos de explosivos y el funcionamiento tanto general como de cada una de las partes. Esto ayudó a comprender mejor la problemática.

4.3.2. Entrevista

Se realiza una entrevista con el encargado de producción como parte de instrumento de indagación con la finalidad de recolectar datos específicos y que se detallan a continuación:

La empresa se dedica a la producción de cartuchos de explosivos industriales, por lo que se puede decir que por pedido personalizado. Esto conlleva a que los productos cumplan una serie de especificaciones particulares. Se caracteriza por la producción de emulsiones cuyo tipo de explosivo es más seguro y de igual nivel de rendimiento que sus antecesores. Asimismo, suministra los productos y servicios a empresas tanto nacionales como internacionales.

En los últimos años se ha dado fallas en la máquina lo que conlleva a que se realice un reproceso de producción de los productos. En ese sentido, se puede decir que las fallas y productos defectuosos no es estándar; o sea que en un día puede haber menos y en otros más, como se detalla en las estadísticas de los diferentes elementos del proceso.

Cuadro 1

Datos de aspectos de proceso de productos del mes de octubre, 2019

Fecha de Producción	Producto	Cantidad Producida	Total Reproceso Generado por Fallos	Paros Y Arranques	Mal Sellado	Error de Impresion	Mal Grapado	Porcentaje
1-oct-19	Hydromite 75x800mm	6.665,58	64	64	0	0	0	0,96%
1-oct-19	Hydromite 63x400mm	5.506,54	40	30	10	0	0	0,73%
2-oct-19	Hydromite 75x800mm	19.446,10	32	32	0	0	0	0,16%
3-oct-19	Emulex 63x400mm	4.181,02	43	34	0	0	9	1,03%
3-oct-19	Hydromite 75x800mm	4.507,85	25	25	0	0	0	0,55%
5-oct-19	Emulex 25x400mm PMP	3.451,15	40	40	0	0	0	1,16%
7-oct-19	Emulex 25x400mm PMP	9.051,38	73	53	10	0	10	0,81%
8-oct-19	Emulex 25x400mm PMP	7.223,38	116	116	0	0	0	1,61%
9-oct-19	Hydromite 75x400mm	10.008,37	50	35	10	0	5	0,50%
10-oct-19	Emulex 63x400mm	6.004,98	43	28	10	0	5	0,72%
10-oct-19	Hydromite B 100X800mm	4.179,06	22	22	0	0	0	0,53%
11-oct-19	Emulex 38x400mm PMP	13.577,08	97	49	0	0	48	0,71%
12-oct-19	Emulex 25x200mm	5.401,00	72	57	0	15	0	1,33%

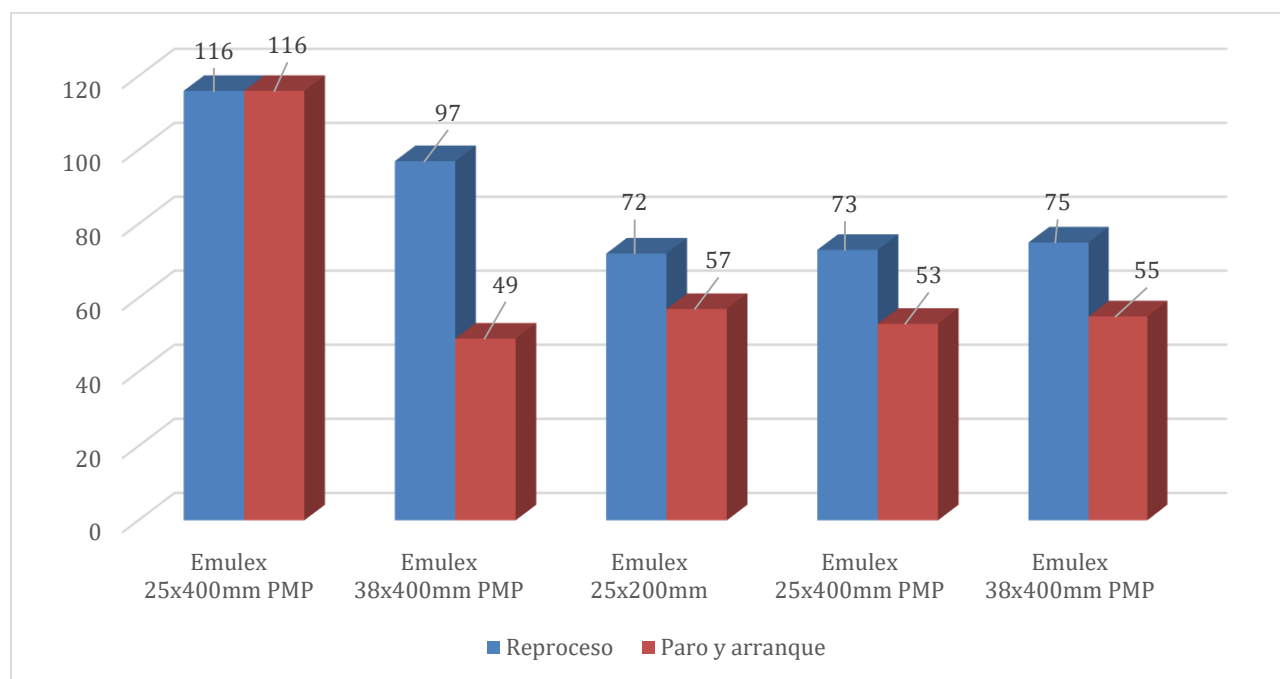
Fecha de Producción	Producto	Cantidad Producida	Total Reproceso Generado por Fallos	Paros Y Arranques	Mal Sellado	Error de Impresion	Mal Grapado	Porcentaje
14-oct-19	Emulex 25x200mm	4.976,25	30	30	0	0	0	0,60%
22-oct-19	Emulex 63x400mm	9.229,36	50	42	5	0	3	0,54%
23-oct-19	Emulex 89x400mm	9.757,29	50	32	8	10	0	0,51%
25-oct-19	Emulex 38x400mm PMP	2.376,56	25	20	5	0	0	1,05%
26-oct-19	Emulex 38x400mm PMP	15.627,60	75	55	10	0	10	0,48%
28-oct-19	Emulex 50x200mm	3.003,04	41	28	5	8	0	1,37%
29-oct-19	Emulex 25x200mm	4.175,75	40	30	10	0	0	0,96%
31-oct-19	Emulex 38x400mm PMP	4.526,56	39	34	3	0	2	0,86%
		152.875,90	1067					

Fuente: Datos brindados en la entrevista

Con base en los datos estadísticos del proceso efectuado en el mes de octubre del 2019, queda en constancia que el reproceso varía de un día a otro; así como otros fallos como el engrapado y error de impresión, aunque estos dos últimos no constituyen un problema grave, como sí es el reproceso.

Gráfico 1

Productos con mayor reproceso y paro y arranque



Fuente: Cuadro N°1

De acuerdo con la información de los datos del cuadro N°1, se detalla los productos que durante ese período tuvieron mayor cantidad de reproceso, así como lo referente a paro y arranque. En ese sentido, se puede decir que el producto Emulex 25x400mm PMP, realizado el 8 de octubre es donde se tuvo mayor problema en ese

sentido. Esto también conlleva a que se den paros y arranques, puesto que se amerita que la maquinaria realice de nuevo el proceso; una vez realizada la inspección.

De igual manera, el entrevistado brindó datos sobre el reporte de producción y como ejemplo se detalla el realizado el 29 de octubre y que se describe a continuación:

Cuadro 2

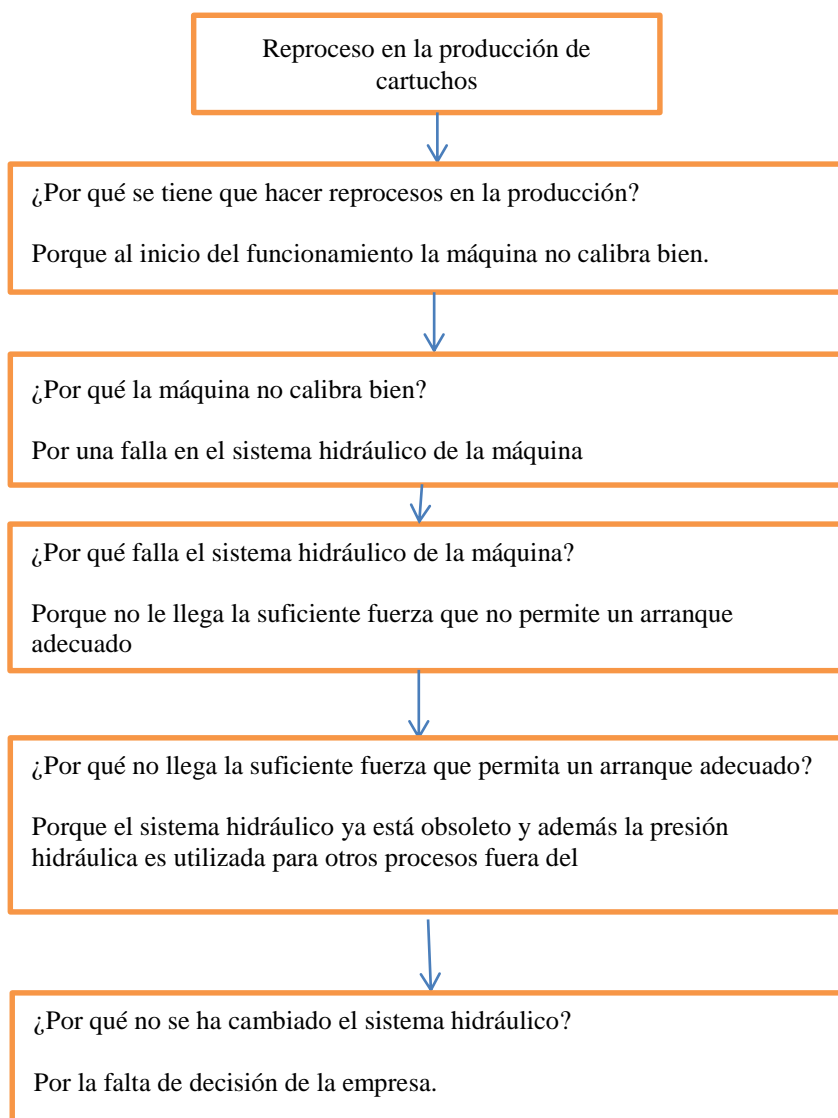
Reporte de tiempos de producción

Reporte de tiempos de Producción							
Fecha	29 de octubre del 2019						
Descripción	Inicio	Fin	Horas producidas	Tiempo muerto (h)	Producto	Diámetro	Cantidad producida (kg)
Preparación para puesta en marcha	10:00	10:15	0	0,25			
Producción	10:15	10:55	0,66/40 m	0	E1	25x400	600
Preparación para puesta en marcha	10:55	11:00	0	0,08			
Producción	11:00	11:10	0,16	0	E1	24x400	150
Preparación para puesta en marcha	11:10	11:25	0	0,25			
Producción	11:25	12:25	1	0	E1	25x200	625
Fin de alambre-fin de rollo film	12:25	12:30	0	0,08			
Producción	12:30	2:30	2	0	E1	25x200	1250
Fin de rollo de film	2:30	2:35	0	0,08			
Producción	2:35	4:38	2,05	0	E1	25x200	1250
Fin de alambre-fin de rollo film	4:38	4:43	0	0,08			
Producción	4:43	5:51	1,13	0	E1	25x200	1050
Totales			6,34	0,82			4925

Fuente: Datos brindados por el entrevistado

4.3.3. Técnica de los 5 por qué

El uso de la técnica de los 5 porqués es un recurso que facilita una mejor comprensión de la problemática que se da en la producción, como en este caso el reproceso

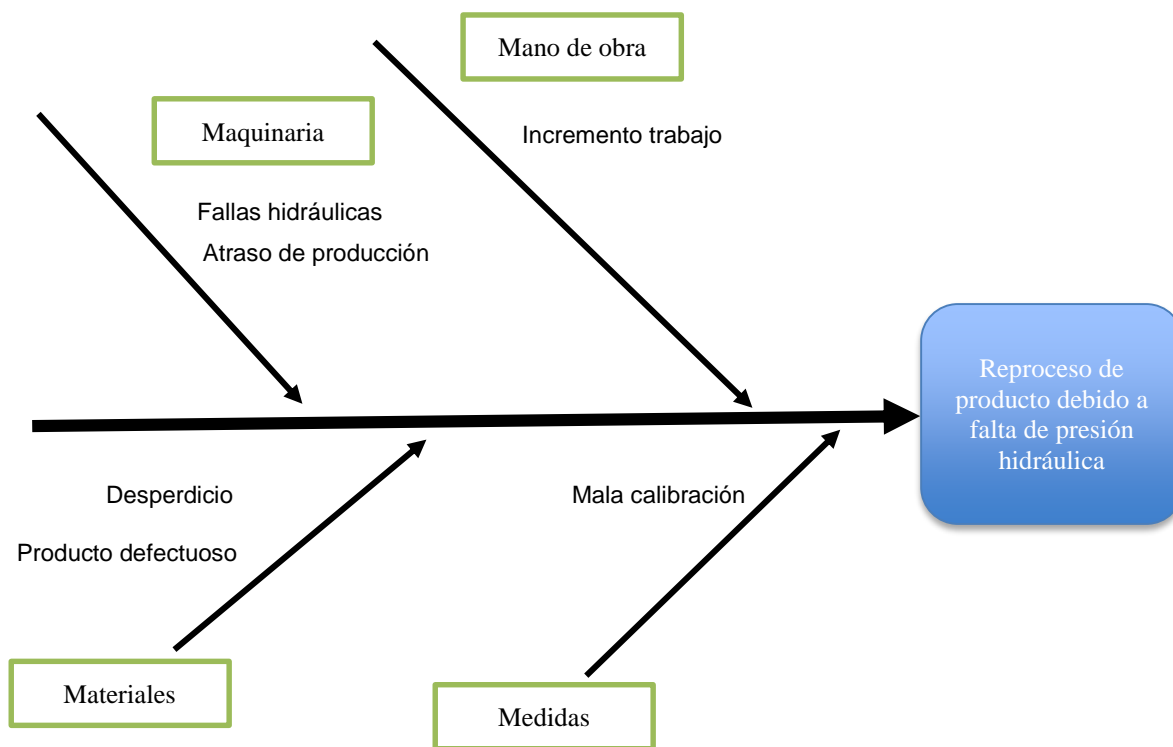


Fuente: elaboración propia

Esta técnica es muy útil, por cuanto constituye preguntar sobre los motivos por los cuales se da una determinada problemática y, de ahí tener información más relevante de la raíz del problema, como en este caso a qué se debe que se tenga que hacer reproceso de algunos cartuchos, por no cumplir con el peso u otro error que conlleva a se deba elaborar de nuevo cierta cantidad para efectuarlos de acuerdo con las especificaciones del cliente.

Esto conlleva desperdicio de material en materia prima y los empaques; así como en la mano de obra, tiempo, energía, uso de maquinaria. Lo anterior por cuanto, los trabajadores deben romper los cartuchos, sacar la materia prima realizar el reproceso y todas las demás fases de producción. De igual manera, es un problema que se da en cada uno de los pedidos, por lo cual es reiterativo y constituye mayores costos de producción.

4.3.3. Diagrama Ishikawa o causa - efecto



Fuente: Elaboración propia

A través de este diagrama, se refleja la situación que tiene la empresa en cuanto a la producción de cartuchos de pólvora y que deben ser consideradas para la búsqueda de la solución al problema que se genera por la falta de presión hidráulica que incide a que se tenga que reproducir el producto, lo que ello conlleva en los costos innecesarios.

Máquina

La máquina empleada para la producción es hidráulica, la cual ha venido sufriendo un desgaste en el equipo de ajuste de presión y por tal razón afectan el inicio del proceso por cuanto al no funcionar adecuadamente, no llena los cartuchos con la cantidad exacta a la que fue programada. En consecuencia, se puede decir que los primeros productos en la mayoría de los casos son defectuosos al no cumplir con las especificaciones.

A pesar que se han realizado reparaciones en diversos momentos, el problema continúa y no se tiene seguridad de que los cartuchos estén en óptimas condiciones y todo esto conlleva al reproceso. Esto también incide en tener que reutilizar la máquina, lo cual ocasiona gastos de electricidad, depreciación de equipo más aceleradamente, pérdida de material y materia prima.

Todo esto a causa de que no se le ha dado un mantenimiento adecuado de prevención y con el tiempo y uso la máquina ha incrementado sus fallas.

Mano de obra

El personal de producción debe verificar que los cartuchos tengan el peso y medida correspondiente y en aquellos casos en que se compruebe que no lo están, deben realizar tareas como: quitar el empaque y verter la materia prima en recipientes para poder reutilizarlos, lo cual conlleva invertir más tiempo en la producción.

Materiales

Las unidades de producción son las fórmulas para la producción de Emulex, Hydromite e Hydrox en diferentes especificaciones; además del empaque determinado para cada uno de ellos; puesto que tienen diferencias en tamaño o longitud y grosor. Con las fallas de la máquina, se obtiene productos defectuosos y pérdida de materiales.

4.2.4. Implementación de la solución

Con base en todo lo expuesto anteriormente sobre las diferentes herramientas de ingeniería industrial que se implementan en la propuesta así como información respecto a la problemática que conlleva el reproceso de los productos, se realiza la programación de las diversas actividades que faciliten la mejora continua y, de ese modo, solventar el principal problema diagnosticado. Lo anterior a partir de un diagrama de Gantt y que de esa manera, se pueda visualizar todo el proceso de la propuesta y, de esa manera tener un panorama global de las etapas y actividades que se llevan a cabo para dar solución al reproceso por la falla de la máquina hidráulica en el momento de arranque.

A continuación se describe el Diagrama de Gantt

Cronograma para la implementación de la propuesta de mejora en el reproceso de producción									
N°	Actividad	Responsable	Fecha		Agosto	Set.	Oct.	Nov.	
			Inicio	Final					
1	Se explica la propuesta	Sustentante	1/8/2020	31/8/2020					
2	Definición: Inicio para determinar por qué se da el problema de reproceso	Estudiante – Encargado de planta	1/8/2020	31/8/2020					
3	Medición: Se realiza a través de la recogida de información utilizando la herramienta Kaizen	Estudiante – Encargado de planta	1/9/2020	30/9/2020					
4	Planeación: Uso de AMFE como herramienta para la planificación	Estudiante – Encargado de planta	1/9/2020	30/9/2020					
5	Planeación: Implementación de QFD como elemento de planificación	Estudiante – Encargado de planta	1/9/2020	1/9/2020					
6	Análisis: Revisión de todos los datos obtenidos a través de las herramientas de planificación puestas en práctica para establecer las medidas de mejora de producción.	Estudiante – Encargado de planta	1/10/2020	1/10/2020					
7	Recomendación: Sustitución de la parte del equipo que está dando fallas en el arranque de la producción y elaboración del producto que cumpla con las especificaciones.	Estudiante – Encargado de planta	1/10/2020	1/10/2020					
8	Control: Revisión de ejecución de propuesta	Estudiante – Encargado de planta	1/11/2020	1/11/2020					
9	Control: Comparación de estándares de reproceso	Estudiante – Encargado de planta	1/12/2020	30/12/2020					

Con base en este cronograma se detalla cada una de las fases de la propuesta, con la finalidad de que la empresa implementara las medidas requeridas para la reducción de reproceso. Ante la importancia de ejecutar de una manera correcta la producción de los cartuchos de dinamita, la empresa tomó la decisión de seguir las recomendaciones sobre y en el mes de octubre se hizo el cambio de la máquina hidráulica a una eléctrica. De ese modo, disminuir el reproceso por la falla que daba la máquina en el arranque durante el inicio de cada pedido.

4.2.4. Costos de reproceso

El reproceso conlleva una serie de costos, puesto que significa que se deben realizar ciertas acciones, entre las que están: Preparación para la puesta en marcha de la máquina, ajuste de la máquina, trabajo de personal como: operario de calidad, operario de la máquina, ayudantes de línea, desperdicio del rollo film y emulsión; así como necesidad de nuevo rollo film y emulsión.

Con base en los datos brindados por el administrador, se obtienen los siguientes costos:

Salario de operario de máquina	Ø500.000,00
Salario de operario de calidad	Ø475.000,00
Salario operario de línea	Ø400.000,00
Costo de emulsión por reproceso	\$1.00 por kilogramo aproximado
Roll film desperdiciado	\$0,25 cada uno

Si se toma en cuenta los datos anteriores y tomando en cuenta la producción antes de implementar la máquina eléctrica correspondiente a los meses de agosto y setiembre se obtiene los siguientes costos:

Meses	Cantidad producida	Kilogramos reprocesados	Porcentaje de reproceso
Agosto	22.179,72	389	1,75%
Setiembre	81.514	1.244	1,53%
Total	103.693,72	1.633	1,57%

Fuente: Datos suministrados por administrador

El porcentaje de reproceso se obtiene por los kilogramos reprocesados entre la cantidad producida. Por tanto, en los meses se produjeron 103.693,72 kilogramos de emulsiones y un desperdicio de 1.633 kilogramos; por tanto, sí se tiene que cada kilogramo de desperdicio equivale a \$1; entonces en esos meses hubo una pérdida de \$1.633 y en relación con el rollo film corresponde a \$25,00

El salario del operario de máquina es de ¢500.000,00, lo que corresponde a un salario por hora de diario de ¢2.083,33; para el de operario de calidad cuyo sueldo es de ¢475.000,00, se obtiene un salario por hora de ¢1.979,17 y el trabajador en línea es de ¢400.000,00, para un sueldo por hora de ¢1.666.67. Con el reproceso se pierde en promedio 1 hora diaria; esto por cuanto dependiendo de la cantidad de reproceso por día.

Trabajador	Salario por hora	Pérdida por día	Pérdida mensual
Operario máquina	¢2.083,33	¢2.083,33	¢62.540,00
Operario calidad	¢1.979,17	¢1.979,17	¢59.375,00
Trabajador en línea	¢1.666.67	¢1.666.67	¢50.000,00

Trabajador en línea	₡1.666.67	₡1.666.67	₡50.000,00
Total mensual			₡221.915,00

Fuente: Datos brindados por el administrador y realización de la conversión

Según los datos expresados en los dos meses el costo de reproceso es de:

Salarios	₡443.830,00		₡443,830
Desperdicio emulsión	\$1.633,00	x ₡570 =	₡930.810
Rollo film	\$25,00	x ₡570 =	₡ 14.240
Total			₡1.388.890

De igual forma, existen otros costos que es muy difícil presupuestar como es: electricidad y otros.

4.2.5. Beneficios de la propuesta

Según los datos brindados en el punto anterior, el reproceso tiene un costo variado; por cuanto eso depende de la cantidad de cartuchos defectuosos, la cual no es constante; como se observa en el cuadro de reproceso; de igual manera, se tomó como promedio que cada trabajador perdía 1 hora en ese reproceso; por tanto durante los meses que se tomaron como ejemplo hubo un costo de ₡1.388.890 con una producción de total en esos dos meses fue 103.693, 72 y un reproceso de 3,28%.

Una vez instalada la máquina eléctrica la producción total fue de 301.656.44 y el reproceso disminuyó a 1,33%; entonces hubo un beneficio monetario de ¢563.177,95, que equivale a 40,54%

En consecuencia, con la implementación de la propuesta, se bajan tanto el desperdicio de materia prima, rollos film como las horas de los operarios o trabajadores.

CAPÍTULO V

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA SOLUCIÓN

Este capítulo consiste en brindar soluciones a la problemática diagnosticada, con la finalidad de ofrecerle alternativas para contar con herramientas que puedan tomar en cuenta para la disminución de reproceso de los cartuchos de dinamita.

5.1. ETAPA N°1 DE LA PROPUESTA:

Con base en los aspectos detallados en los capítulos anteriores y realizados el análisis de toda la información obtenida a través de los distintos instrumentos y herramientas, se procede a realizar la elaboración de la propuesta. Esta tiene como propósito ofrecerla a la empresa los resultados obtenidos del diagnóstico, así como aquellos cambios que se requieren para disminuir el reproceso de los cartuchos de dinamita y, de ese modo, lograr mejora continua en el proceso, que también coadyuve a beneficios directos e indirectos.

En cuanto a los beneficios directos están ahorro en costos, tiempo y materia prima en cuanto a las emulsiones y cartuchos. Esto por cuanto se disminuyen pérdidas en material; se eleva el nivel de producción, se mejora en tiempo, se economiza en electricidad, horas trabajador. De igual manera, en los beneficios indirectos está el tratamiento de material de desecho, que por ser de alto peligro, requiere un procedimiento especial para evitar contaminación u otros riesgos para el ambiente y los trabajadores.

5.2. Propuesta de mejora

En vista de que las causas y efectos del problema se derivan de que a principio del proceso la máquina hidráulica no tiene la suficiente presión y esto conlleva a que los cartuchos tienen defectos en cuanto a su peso y por ende, se amerita el reproceso de estos para sustituir los que no cumplen con las especificaciones, se hizo un análisis de todo el problema. Esto por cuanto, el análisis y diagnóstico de los sistemas de producción permiten tomar las decisiones de mejoras incrementales que se adapten a las circunstancias de cada momento de la empresa a través de la reingeniería de procesos.

En ese sentido, Davenport (2015) señala que con la reingeniería de proceso se “logra establecer una visión global del sistema y establecer los objetivos de mejora de procesos, reducción de coste, de tiempo y mejora de calidad; identificar los procesos que deben ser rediseñados; entender y medir los procesos existentes” (p. 28).

Para tal finalidad se utiliza la herramienta tormenta de ideas, donde se las ventajas y desventajas de la maquinaria actual y de la alternativa de cambiarla por una eléctrica.

De acuerdo con lo anterior, se hace una búsqueda de la maquinaria más apta para el proceso que realiza la empresa Austin de Costa Rica y se determina que la más idónea es la Máquina Eléctrica KP. Este tipo de máquina hace uso de la energía cinética con el fin de transformarla en otra energía. Dentro de se encuentran tres clases o grupos.

La primera son las máquinas generadoras, luego están los transformadores y finalmente los motores.

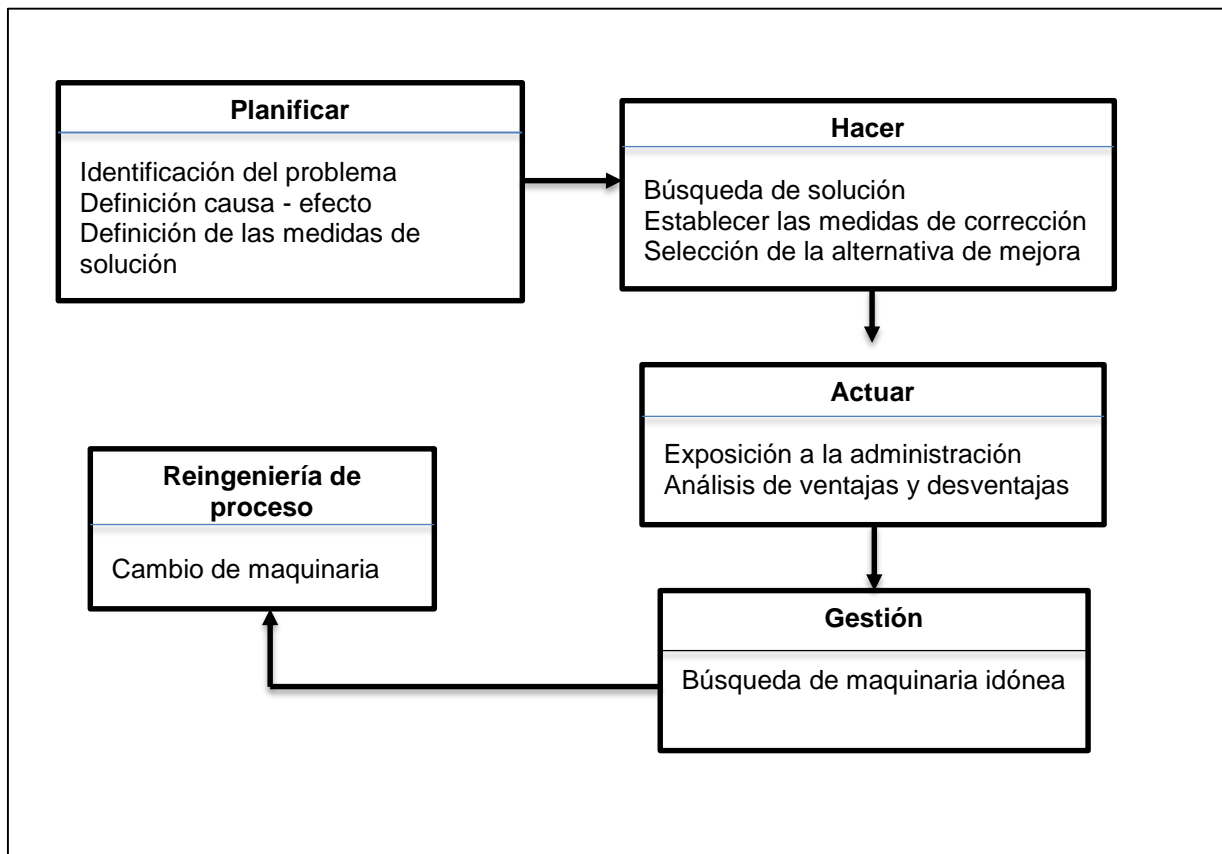
Por tanto, se hace la propuesta a la administración para que se realice el cambio y, de ese modo, se logre disminuir la falta de energía de arranque que presenta la actual máquina hidráulica. Esto conlleva a que se disminuya el reproceso de los cartuchos defectuosos por no contar con el peso especificado.

Con base en lo señalado y el estudio realizado por la administración se procede a efectuar el reemplazo de dicha maquinaria y se logra así la compra de la misma.

Después de realizado el análisis respectivo de las máquinas que más se adaptaran a las necesidades de la empresa, se escogió por las características del motor es un IP 65 es certificado ATEX (anti explosivo). Esta se adapta a las condiciones Ip65 y ATEX.

5.3. Mejoras

Una vez que se ha definido hacia donde se quiere dirigir, el siguiente paso es diseñar los procesos o actividades requeridas para el mejoramiento. Para ello, se puede emplear el flujograma, donde aparezcan por orden las actividades, para que en forma general se realice el despliegue de manera simplificada como se va a realizar la propuesta.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con el diagrama de flujo, se especifica los pasos que se ejecutaron para la optimización del proceso, es una de las mejoras que se obtiene con la aceptación del cambio de la máquina. La selección de la alternativa de mejora, permite definir la mejor opción; ya sea a través de cambios en el proceso o introduciendo correcciones, para lo cual tomar la decisión más óptima.

En vista de que la empresa puede tener diferentes problemas, se conversa con el administrador para que indique el más relevante y necesario de solventar. De ese modo, se identifica el problema, que en este caso es el reproceso. Una vez efectuado este paso,

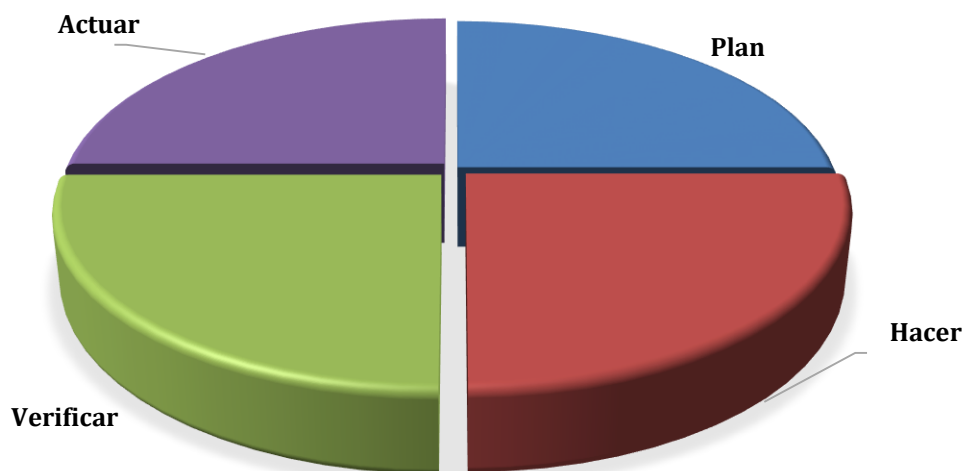
se define la causa – efecto. De ese modo, se establece que la causa del reproceso es el mal funcionamiento de la máquina hidráulica y su efecto es que haya que reproducir cierta cantidad de cartuchos de dinamita, lo cual incide en otros efectos tales como: desperdicio de materia prima, de empaque, horas trabajador, electricidad, entre otros. Asimismo, se hace la definición de las medidas de solución.

El siguiente paso constituye la búsqueda de solución, para lo cual se establece que es el cambio de la máquina hidráulica por una eléctrica; para lo cual se hace un análisis de diferentes tipos de maquinarias, como una manera de establecer las medidas de corrección y selección de la mejor alternativa de mejora.

En el paso correspondiente a la exposición a la administración, se refiere a explicar cada uno de los tipos de máquinas que se hicieron análisis para que conjunto con los encargados realice un estudio de las ventajas y desventajas y en forma conjunta se tome la decisión de la maquinaria más idónea, según las cualidades y referencias y de, ese modo, elegir la más apta para las características de lo que produce la empresa.

En ese sentido, se puede decir que fue un proceso que constó de diversas etapas y cada una de ellas con una finalidad definida, pero que en forma conjunta constituye todo el proceso para solventar el problema de establecido con anterioridad y como se ha indicado que el reproceso de cartuchos de dinamita, por falta de presión que tienen la máquina hidráulica al iniciar el proceso.

De igual modo, se pone en práctica la metodología PDCA



Plan	Hacer
<ul style="list-style-type: none"> • Identificar los cambios que se requieren • Definir los pasos que se deben poner en práctica • Estimar los beneficios del cambio 	<ul style="list-style-type: none"> • Dar a conocer el plan • Llevar a cabo el plan.
Verificar	Actuar
<ul style="list-style-type: none"> • Estudio de los cambios • Análisis de los resultados 	<ul style="list-style-type: none"> • Implementar las mejoras • Adopción de los cambios

Fuente: Elaboración propia

A través de este método, se pone en práctica los diferentes pasos para implementar la propuesta de mejora del problema. De ese modo, se busca que a través de esta se logre la solución del mismo.

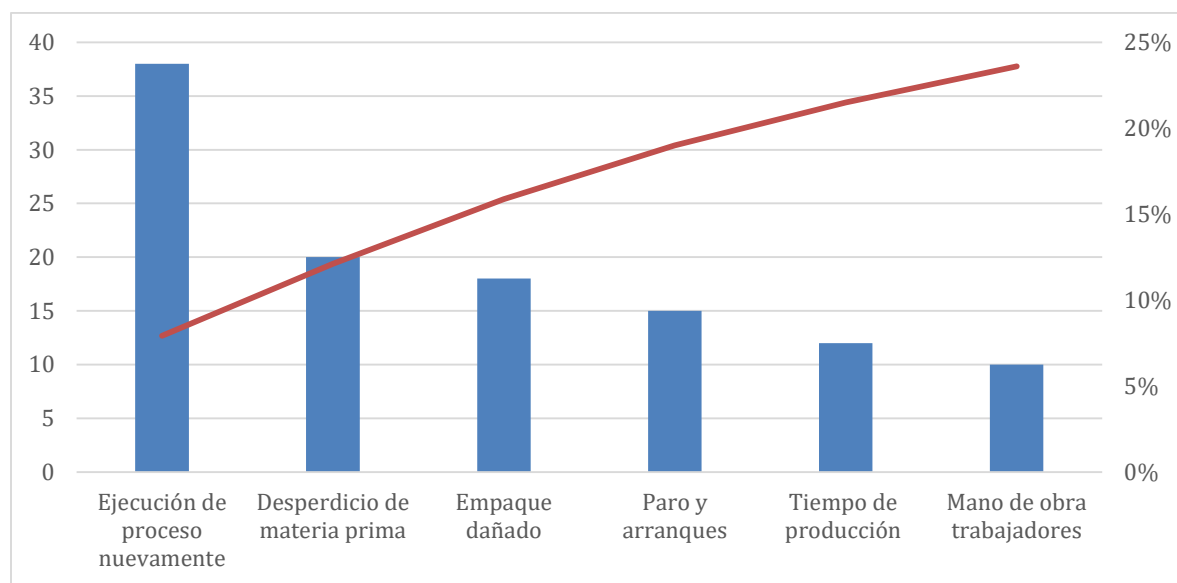
El Ciclo PDCA también es conocido como Círculo de Deming constituye una estrategia de mejora continua de la calidad en cuatro pasos. Lo primero que hay que hacer es planificar cómo conseguirlo, después se procede a realizar las acciones planificadas; o sea hacer; a continuación se comprueba qué tal se ha hecho conocido como verificar y finalmente se implementan los cambios pertinentes para no volver a incurrir en los mismos errores, que corresponde a actuar. Nuevamente se empieza el ciclo planificando su ejecución pero introduciendo las mejoras provenientes de la experiencia anterior.

En relación con este trabajo, el primer paso es que ya reconocido el problema, se realiza el plan, que consiste en la identificación de los cambios que se ameritan; de ese modo, se podrá poner en práctica las acciones pertinentes; o sea establecer los pasos requeridos, que aportaran los beneficios deseados. Terminado esta etapa, se da a conocer el plan a los administradores, para que den el consentimiento para su ejecución y, de ese modo, llevar a cabo el plan.

En este caso, consistió en el cambio de la máquina hidráulica a una máquina eléctrica. Una vez ejecutado la variación, se hace una verificación a los beneficios que se suscitan con la implementación de la nueva maquinaria y se ejecutó la actuación y

en ese sentido, se hizo un análisis de comparación en lo referente a la disminución de reproceso una vez implementada la máquina eléctrica.

Otro elemento empleado es el Diagrama de Pareto, que constituye en un gráfico que permite discriminar las causas más importantes de un problema y que se detalla a continuación



Fuente: Elaboración propia

Según los datos obtenidos, en la metodología de Pareto se distingue que el principal problema es la ejecución de proceso nuevamente; o sea el reproceso.

Cada una de las partes indicadas, de los distintos métodos requiere de un proceso, que conlleva diversas etapas y para lo cual se hace uso de un diagrama de Gantt.

Gráfico de Gantt

Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Diagnóstico del problema																
Recopilación de datos - Observación - Entrevista - Recorrido																
Evaluación del problema																
Planeamiento de solución																
Definición de pasos																
Exposición a la administración																
Implementación de solución																
Valoración de la solución																

El diagrama de Gantt es una herramienta que permite tener un cronograma de las acciones que se planifican, con la finalidad de llevar un mejor control de las actividades a desarrollar y hacer los ajustes pertinentes. Con base en la observación, se puede externar que se pudo determinar que la empresa realiza una serie de cartuchos de dinamita de diferentes dimensiones y se pudieron constatar en ese período de 15 distintos tamaños.

5.4. Beneficios por implementación

En cuanto a los beneficios que se obtienen del cambio de la máquina hidráulica a la eléctrica, se pueden decir que son varios y dentro de ellos se citan los siguientes:

- Ahorro de materiales
- Optimización del proceso
- Disminución de tiempo
- Mayor velocidad en la producción
- Reducción de desechos
- Disminución de reproceso

En cuanto al primer aspecto, al reducir el reproceso, se logra disminución de desperdicio de la materia prima; lo cual también conlleva en la optimización del proceso. Asimismo, se reduce el tiempo de trabajo, puesto que ya no se tendrá que reprocesar el producto y eso deriva en que haya mayor productividad.

Cuadro comparativo de reproceso con máquina hidráulica y con máquina eléctrica

Reproceso con máquina hidráulica			
Meses	Cantidad producida	Kilogramos reprocesados	Porcentaje de reproceso
Agosto	22.179,72	389	1,75%
Setiembre	81.514,00	1.244	1,53%
Reproceso con máquina eléctrica			
Meses	Cantidad producida	Kilogramos reprocesados	Porcentaje de reproceso
Octubre	152.875,90	1.067	0,70%
Noviembre	148.770,54	953	0,63%

Fuente: datos brindados por la empresa

Con base en el cuadro comparativo, se visualiza claramente una disminución sustantiva en el reproceso, que en el caso de los meses de octubre y noviembre se debieron a otros motivos como mal grapado, mal sellado y se dedujo por el arranque de la máquina. De igual manera, esto conlleva un ahorro en materia prima y rollo film; puesto que el número de cartuchos de dinamita defectuosos se redujo en más de un 1% Esto también conlleva que las horas de trabajo también se disminuyó. Asimismo, un mayor incremento de producción, por cuanto se logra una optimización mayor; ya que se observa ahorro en tiempo, mayor volumen de producción al tener menor reprocesamiento.

Con base en los datos brindados sobre el ahorro bimensual que en total fue de ₡1.388.890 y se toma esta cantidad como promedio; se puede indicar que anualmente se podrá tener una economía de ₡8.333.340,00. Por consiguiente, la optimización lograda es representativa, ya que al no tener fallas en el arranque de la máquina eléctrica, se podrá trabajar en ir solventando los otros problemas como error de impresión, mal grapado, mal sellado, fin de alambre u otros. Asimismo, los colaboradores pueden trabajar en otras tareas y, de ese modo, tener más efectividad, como disminuir el tiempo en cambio de alambre o rollo film.

Todo lo anterior conlleva a que por medio de los beneficios indicados, la compra de la maquinaria eléctrica sea pagada con estos ahorros. Cabe destacar que la inversión por la compra de la máquina eléctrica es del \$10.000.00 (diez mil dólares). No obstante, como se ha señalado anteriormente, en dos meses hubo un ahorro de más de \$1.000,00. Por consiguiente, se tiene programada que en aproximadamente dos años se recobre la inversión.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. CONCLUSIONES

Según lo descrito en este trabajo, se llega a las siguientes conclusiones:

- El desarrollo de esta tesis ha permitido ampliar el conocimiento de las distintas herramientas que se pueden implementar en los proyectos de mejora en el campo de la ingeniería industrial. Cada una de ellas tiene sus características propias, pero son de gran utilidad para hacer una valoración de los puntos débiles que requieren cambios o modificaciones.
- La empresa Austin de Costa Rica es la única en el país que se dedica a la fabricación de cartuchos de dinamita utilizados como explosivos de gran impacto, porque se emplean en proyectos de mucha precisión. Dada las características de sus productos, estos deben cumplir las especificaciones establecidas por los clientes; lo cual conlleva a que no pueden tener ningún tipo de defecto.
- El principal problema que se detectó fue la imprecisión del sistema de arranque de la máquina hidráulica, lo cual impacta en que el peso del cartucho no cumpla con las especificaciones del cliente. Esto tiene como resultado que se deba realizar un reproceso para suplir los cartuchos defectuosos.
- Esta falla en el proceso implica también una serie de problemas secundarios como son: desperdicio de materia prima como emulsiones y cartuchos; tiempo que se

dedica al reproceso; lapso de revisión de cartuchos, puesta en marcha de la máquina nuevamente, electricidad, entre otros.

- Ante este problema, se propone a la administración un cambio de la máquina hidráulica por una eléctrica, para que se disminuya el reproceso y, de ese modo, lograr una mayor optimización y mejora continua del proceso, ya que no se tendrá inconvenientes en la velocidad de inicio de la producción.
- La implementación de la propuesta conlleva no solo a mejorar la productividad, sino también a disminuir los problemas secundarios detallados y, por ende, ahorro en recursos, material, presupuesto, mantenimiento, humano y que el costo de inversión sea retornado por lo que se economizará en los insumos detallados.
- Asimismo, la reducción de materia prima de la dinamita también constituye beneficios de impacto para la conservación y protección del ambiente, puesto que el material que contiene es perjudicial y debe ser tratado de manera óptima. Esto favorece a que la propuesta sea factible, por cuanto no solo coadyuva a que la empresa logre más rentabilidad sino es sensible a la problemática ambiental.

6.2. RECOMENDACIONES

En cuanto a las recomendaciones se tienen las siguientes:

- En forma general se recomienda hacer un análisis de los diferentes métodos y herramientas de procesos para implementar los más apropiados de acuerdo con el proyecto que se vaya a desarrollar y, de ese modo, lograr mejoras para la empresa.
- Ejecutar el diagnóstico pertinente para conocer el problema raíz y así tomar las medidas necesarias sobre las causas – efecto de este y, de ese modo, facilitar la búsqueda de alternativas de soluciones más óptimas.
- Utilizar las distintas herramientas de calidad necesaria y apropiada que faciliten la realización de un mejor análisis de los datos y de esa manera, contar con los apoyos para determinar con mayor exactitud los factores causales más importantes que puedan ser motivos del problema raíz.
- Emplear herramientas que permitan la recolección y registro de información oportuna y que pueden visualizarse a través de histogramas, diagramas de flujo, gráficos de control, registros, pareto, dispersión, entre otros. Todos con la finalidad comprender mejor la realidad de la problemática de la empresa y al mismo tiempo que sirva como elemento para la implementación de alternativas de solución.

- Se recomienda realizar el cambio de la máquina hidráulica a la máquina eléctrica con la finalidad de que el problema de velocidad inicial del proceso de producción no sea un motivo para realizar reproceso o reducirlo al mínimo. De ese modo, habrá una serie de ahorros de diversa índole.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Alvarado, O. (2017). Mejora del valor añadido en los procesos. Ediciones Gestión. Barcelona: Aenor.

Baca, G. (2015). Evaluación de Proyectos. México. Ed. Mc Graw Hill. 5a Edición.

Betancourt, D. F. (2017). Los 5 Por qué: Análisis de causa raíz basado en preguntas. México: Tercer Milenio

Chaves, T. (2014). El mantenimiento productivo total y su aplicabilidad industrial. México: Limusa Wiley.

Cole, A. (2015). Administración de la calidad total: conceptos y enseñanzas. México: Editorial Pax.

Córdoba, E. (2015). La gestión de los procesos. España: Editorial Mondragón.

Da Silva, R. (2016). Teoría de la administración. Madrid: Editores Thomson.

Davenport, T. H. (2015). La Nueva Ingeniería Industrial: Tecnología de la Información y Rediseño de Procesos. Estados Unidos. Revista Sloan Management.

Gibson, T. (2015). La Gestión de la Productividad. Madrid: Thomson Paraninfo.

Gutiérrez, H. (2016). Mejoramiento de los Procesos de la Empresa. México: McGraw Hill.

Harrington, J. H. (2014). Mejoramiento de los procesos de la empresa. México: McGraw Hill.

Hernández, M. (2015) Metodología para el análisis y planificación de acciones de mejora continua. Madrid: Editorial EOI.

León, V. (2014). Gestión de proyectos. Introducción a Six Sigma.

Martínez, M. (2018). Diagramas: Causa-Efecto, Pareto y de flujo. Elementos clave. Colombia: Editorial Alfaomega.

Navarro, M. (2016). Gestión Integral de Mantenimiento. México: Limusa.

Neibely y Freival (2014). Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. (12° ed.). México: McGraw Hill.

Nieto, R. (2014). TPM Mantenimiento Productivo Total, su definición e historia. Bogotá: Editorial Norma.

Pedraza, L. (2014). Optimización de procesos industriales. Madrid: Editorial Alianza.

Pérez, J. A. (2017). Gestión de la Calidad orientada a los Procesos. España: Esic.

Pérez, S. (2014). Gestión y mejora de procesos. Madrid: Siglo XXI.

Pulido, H. (2015). Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma. México: Mc Graw Hill.

Richard, Y. (2016). Mejora continua de procesos. Barcelona: Ediciones Granica

Rodríguez, C. (2015). Calidad, productividad y competitividad. México: Prentice Hall.

Roncalli, M. (2014). La calidad total en organizaciones y entornos complejos. Madrid: Editorial Síntesis.

Spurr, W. (2014). Herramientas para la mejora de calidad. México: Editorial Limusa.

Stincer, R. (2014). Introducción a la ingeniería industrial. México: Red Tercer Milenio. S.C.

Suñe, M. (2016). Gestión y mejora de procesos. Colombia: Editorial Norma.

Velázquez, H. (2016). Dirección de la Producción y de operaciones. (8° ed.). Mexico: Pearson.

Vera, V. (2017). Gestión de Mantenimiento: Eliminación de las seis grandes pérdidas, pilares del TPM.

ANEXOS

Entrevista al Administrador de la empresa

- 1) ¿Cuál es la principal actividad de producción de la empresa?
- 2) ¿Cuántas personas o personal intervienen en el proceso?
- 3) ¿Qué problemas se presentan en el proceso de producción?
- 4) De los problemas indicados, ¿Cuál es el principal problema que incide en que la productividad sea más eficiente?
- 5) ¿Cómo resuelven el problema de los productos defectuosos por no tener el peso correcto?
- 6) ¿Qué otros inconvenientes se derivan de la realización del reproceso?
- 7) ¿Cómo cree usted que se pueden solucionar o disminuir esta problemática que se da en la producción?

Observación

Lista de Cotejo				
¿Por qué se da el reproceso de los cartuchos de dinamita?				
Fecha _____				
Ítems	Opciones			
	Siempre	A veces	Rara vez	Nunca
La máquina tuvo fallas en el arranque				
Se tuvo que hacer cambio de rollo film				
Se tuvo que realizar cambio de alambre para sellado				
Material de empaque perforado				
Error de impresión específico				
Fallo de fluido eléctrico				
Cambio de diámetro				
Análisis : _____				

_____.				

Control de tutorías

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	28-09-19
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	x									

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
1pm	2pm	sí

TEMAS TRATADOS :

Presentación profesor-estudiante. Y contextos del problema
--

ACUERDOS:

Acuerdos para abordar el capítulo 1

AVANCES

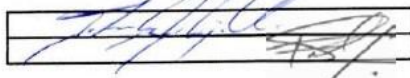
Acuerdos para abordar el capítulo 1

LIMITACIONES

Sin limitaciones

PROXIMA SESIÓN : FECHA: 11-01-20 HORA: 5pm LUGAR: virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor:



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	11-01-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
		x								

HORA DE INICIO
5pm

HORA DE CIERRE
6pm

PUNTUALIDAD
sí

TEMAS TRATADOS :

Abordaje de dudas y comentarios sobre el capítulo 1 y 2

ACUERDOS:

Mejoras a realizar sobre los capítulos nombrados anteriormente, y acuerdos para abordar el capítulo 3

AVANCES

Comentarios y propuestas del capítulo 3

LIMITACIONES

Sin limitaciones

PROXIMA SESIÓN : FECHA 18-01-20 HORA 5:30pm LUGAR virtual

Firma Estudiante:

Firma Tutor:

 
--

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	18-01-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
			x							

HORA DE INICIO
5:30pm

HORA DE CIERRE
6:30pm

PUNTUALIDAD
sí

TEMAS TRATADOS :

Abordaje de dudas con respecto al capítulo 3, metodologías y herreamientas de Ingeniería a utilizar.

ACUERDOS:

Recomendaciones sobre las metodologías a utilizar y cambios solicitados.

AVANCES

Se realizaron las correcciones solicitadas y se comenta sobre la solicitud de prórroga, entre otros.

LIMITACIONES

Sin limitaciones

PROXIMA SESIÓN : FECHA 21-03-20 HORA 7pm LUGAR virtual

Firma Estudiante:

Firma Tutor:




Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	21-03-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
				x						

HORA DE INICIO
7pm

HORA DE CIERRE
8pm

PUNTUALIDAD
sí

TEMAS TRATADOS :

<p>Preguntas sobre la estructura del capítulo 4. Implementación de costos, estadísticas que representan las mejoras del proyecto realizado en la empresa. Metodología. Prórroga.</p>
--

ACUERDOS:

<p>Mejoras a realizar y solicitud de prórroga. Además de recomendaciones de como realizar el capítulo 5.</p>
--

AVANCES

<p>Conclusión del capítulo tres y en últimos detalles del capítulo 4</p>
--

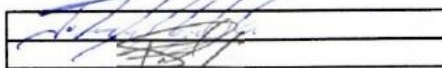
LIMITACIONES

<p>Sin limitaciones</p>

PROXIMA SESIÓN : FECHA HORA LUGAR

Firma Estudiante:

Firma Tutor:



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	30-04-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
					x					

HORA DE INICIO
7pm

HORA DE CIERRE
8pm

PUNTUALIDAD
sí

TEMAS TRATADOS :

Preguntas sobre las mejoras realizadas al capítulo 4.

ACUERDOS:

Realizar los cambios solicitados.

AVANCES

Se corrige el grafico de Ishikawa y amplian los datos en costos o perdidas económicas por el reprocreso.
--

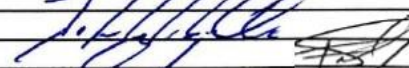
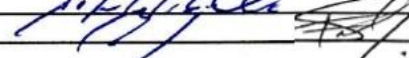
LIMITACIONES

La empresa en donde se realiza el proyecto de tesis, permanece cerrada por algunos días, debido a la emergencia sanitaria covid-19.

PROXIMA SESIÓN : FECHA 01-05-20 HORA 12md LUGAR virtual

Firma Estudiante:

Firma Tutor:

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	01-05-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
						x				

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
12md	12:30pm	sí

TEMAS TRATADOS :

Se hace la revisión de las recomendaciones dadas por el tutor y se continúa.

ACUERDOS:

Continuar con el capítulo 5

AVANCES

Se realizan los cambios entre ellos, se amplía la información de la cantidad de reprocesos por cantidad producida. Se justifica el porque se compran esos motores electricos.

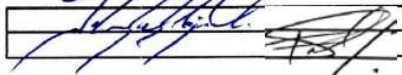
LIMITACIONES

Información limitada por confidencialidad de la empresa.

PROXIMA SESIÓN : FECHA HORA LUGAR

Firma Estudiante:

Firma Tutor:



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	02-05-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
							x			

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
3pm	3:30pm	sí

TEMAS TRATADOS :

El avance con el capítulo 5. Se revisan las propuestas, y las mejoras, se explican los pasos ejecutados.

ACUERDOS:

Buscar información cuantificada sobre los ahorros en materiales, optimización del proceso, disminución del tiempo de producción posterior al cambio de motores entre otros.

AVANCES


Se realizan las propuestas de mejora, las mejoras realizadas, se realiza un flujograma con las propuestas a mejoras.

LIMITACIONES

Información limitada por confidencialidad de la empresa.

PROXIMA SESIÓN : FECHA 03-05-20 HORA 3pm LUGAR virtual

Firma Estudiante:
Firma Tutor:



Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	03-05-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
								x		

HORA DE INICIO
3pm

HORA DE CIERRE
3:30pm

PUNTUALIDAD
sí

TEMAS TRATADOS :

Se revisa la información cuantificada sobre los ahorros en materiales, optimización del proceso, disminución del tiempo de producción posterior al cambio de motores entre otros.

ACUERDOS:

Realizar las bitácoras pendientes. Desarrollar más las descripciones de las acciones tomadas y los beneficios económicos .

AVANCES

Se sustrae información a la empresa acerca de los ahorros en materiales, optimización en tiempos posterior al cambio de motores de hidráulicos a eléctricos.

LIMITACIONES

La empresa en donde se realiza el proyecto de tesis, permanece cerrada por algunos días, debido a la emergencia sanitaria covid-19.

PROXIMA SESIÓN : FECHA 04-05-20 HORA 4pm LUGAR virtual

Firma Estudiante:

Firma Tutor:

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	04-05-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
									x	

HORA DE INICIO
4pm

HORA DE CIERRE
5pm

PUNTUALIDAD
si

TEMAS TRATADOS :

Se conversa sobre la estructura de la bibliografía y anexos. Se realizan las bitácoras pendientes. Se revisan descripciones de las acciones tomadas y los beneficios económicos.

ACUERDOS:

Realizar la bibliografía de forma completa, e incluir la información de los anexos.

AVANCES

Se inicia con el capítulo 6, las conclusiones, recomendaciones

LIMITACIONES

Sin limitaciones

PROXIMA SESIÓN : FECHA 06-05-20 HORA 11am LUGAR virtual

Firma Estudiante:

Firma Tutor:

Universidad Hispanoamericana

SEDE	Puntarenas
FECHA	06-05-20
LUGAR	virtual

REGISTRO DE TUTORIAS PARA TESINA O TESIS

SESIÓN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
										x

HORA DE INICIO	HORA DE CIERRE	PUNTUALIDAD
11am	12md	sí

TEMAS TRATADOS :

Se revisa la bibliografía , y anexos.

ACUERDOS:

Documento listo.

AVANCES

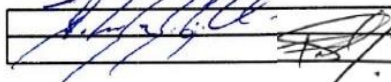
Se concluye con toda la revision de la tesis y anexos.

LIMITACIONES

Sin limitaciones

PROXIMA SESIÓN : FECHA HORA LUGAR

Firma Estudiante:
Firma Tutor:



Carta de Autorización de los autores para la consulta.

**UNIVERSIDAD HISPANOAMERICANA
CENTRO DE INFORMACION TECNOLOGICO (CENIT)
CARTA DE AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA LA CONSULTA, LA
REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA
DE LOS TRABAJOS FINALES DE GRADUACION**

San José, 01 de junio del 2020

Señores:
Universidad Hispanoamericana
Centro de Información Tecnológico (CENIT)

Estimados Señores:

El suscrito (a) Johnson Moisés Sibaja Ugalde con número de identificación 603890436 autor (a) del trabajo de graduación titulado Disminución del reproceso y cumplimiento de las especificaciones de los pedidos de los clientes para el mejoramiento de la rentabilidad de la empresa Industriales Austin de Costa Rica S.A. presentado y aprobado en el año 2020 como requisito para optar por el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial; (SI) autorizo al Centro de Información Tecnológico (CENIT) para que con fines académicos, muestre a la comunidad universitaria la producción intelectual contenida en este documento.

De conformidad con lo establecido en la Ley sobre Derechos de Autor y Derechos Conexos N° 6683, Asamblea Legislativa de la República de Costa Rica.

Cordialmente,


6389 436
Firma y Documento de Identidad

**ANEXO 1 (Versión en línea dentro del Repositorio)
LICENCIA Y AUTORIZACIÓN DE LOS AUTORES PARA PUBLICAR Y
PERMITIR LA CONSULTA Y USO**

Parte 1. Términos de la licencia general para publicación de obras en el repositorio institucional

Como titular del derecho de autor, confiero al Centro de Información Tecnológico (CENIT) una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, el autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito.
- b) Autoriza al Centro de Información Tecnológico (CENIT) a publicar la obra en digital, los usuarios puedan consultar el contenido de su Trabajo Final de Graduación en la página Web de la Biblioteca Digital de la Universidad Hispanoamericana
- c) Los autores aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) Los autores manifiestan que se trata de una obra original sobre la que tienen los derechos que autorizan y que son ellos quienes asumen total responsabilidad por el contenido de su obra ante el Centro de Información Tecnológico (CENIT) y ante terceros. En todo caso el Centro de Información Tecnológico (CENIT) se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- e) Autorizo al Centro de Información Tecnológica (CENIT) para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- f) Acepto que el Centro de Información Tecnológico (CENIT) pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- g) Autorizo que la obra sea puesta a disposición de la comunidad universitaria en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en las "Condiciones de uso de estricto cumplimiento" de los recursos publicados en Repositorio Institucional.

SI EL DOCUMENTO SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA O UNA ORGANIZACIÓN, CON EXCEPCIÓN DEL CENTRO DE INFORMACIÓN TECNOLÓGICO (CENIT), EL AUTOR GARANTIZA QUE SE HA CUMPLIDO CON LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES REQUERIDOS POR EL RESPECTIVO CONTRATO O ACUERDO.