Artículo **Revista de Ingeniería Industrial**
Diciembre 2018 Vol.2 No.6, 23-33

Solución de problemas mediante la aplicación de las etapas de ingeniería de métodos

Problem solution through the application of the method engineering stages

GUZMÁN-SÁNCHEZ, Edgar Edin*†, RODRÍGUEZ-REALYVAZQUEZ, José Rafael, MOLINA GARDEA, Claudia Janeth y CORTES-CARRILLO, Francisco

Universidad Tecnológica de Chihuahua, Montes Americanos 9501, Col del Colegio, CP. 31216 Chihuahua, Chihuahua, México. Procesos Industriales

ID 1er Autor: *Edgar Edin, Guzmán-Sánchez* / **ORC ID**: 0000-0001-9789-6998, **Researcher ID Thomson**: M-8031-2018, **arXiv ID**: O6KJUF-AIN79R, **CVU CONACYT-ID**: 919656

ID 1er Coautor: *José Rafael, Rodríguez-Realyvazquez* / **ORC ID**: 0000-0002-8485-3048, **Researcher ID Thomson**: I-4305-2018, **arXiv ID**: RZCPUB-PUN9EX

ID 2do Coautor: *Claudia Janeth, Molina-Gardea* / **ORC ID**: 0000-0002-9713-400X, **Researcher ID Thomson**: I-4295-2018, **arXiv ID**: 68M4E9-SJHMDKE

ID 3er Coautor: *Francisco Cortes-Carrillo* / **ORC ID**: 0000-0003-4692-135, **Researcher ID Thomson**: G-2507-2018, **arXiv ID**: II5643-4KEGCJ, **CVU CONACYT-ID**: 899860

Recibido 20 de Agosto, 2018; Aceptado 20 Noviembre, 2018

Resumen

Esta publicación se lleva a cabo, como solución al problema que representa la mejora continua en los procesos productivos mediante el análisis sistemático y aplicación de las etapas de un programa de ingeniería de métodos a fondo de todas las operaciones directas e indirectas con el fin de implementar mejoras que permitan que el trabajo se desarrolle más fácilmente, en términos de salud y seguridad del trabajador, y que permita que éste se realice en menos tiempo con una menor inversión por unidad. El objetivo del proyecto consiste en la aplicación del modelo de solución de problemas mediante las etapas del programa de ingeniería de métodos, y de una serie de actividades coordinadas, que se llevan a cabo para lograr la calidad del producto que se ofrece, es decir, estandarizar y mejorar aquellas operaciones que influyan en la satisfacción del cliente, y de la misma empresa. La contribución de este proyecto, es la de generar procesos de producción más robustos y controlados, por medio de reducir la variabilidad del proceso, ya que con esto se consigue un proceso consistente, eficaz y con una alta capacidad de fabricación, esto ayuda a la finalidad de lograr satisfacer la demanda y también para obtener las mayores ganancias posibles de las ventas del producto final.

Mejora, Control, Estandarización

Abstract

This publication is done as a solution to the problem that means the improvement in the productive process through a deep systematic analysis o the stages of a methods engineering program of all the operations direct and indirect having as a target apply improvements that allow develop the work on an easier way in terms of health and worker safeness, and allows that the work may be done in less time and with a minor investment by unit. The objective of the project consist on the application of the problems solution model through the stages of the methods engineering and a serie of coordinated activities, that are done in order to achieve the quality of the product, meaning this to standard and improve those operations that have influence on the customers satisfaction and the Company itself. This project contribution is to generate more strong and controlled processes through the reduction on the process variability, achieving by this a consistent and effective process with a high capacity of manufacturing, this assist to the purpose of satisfy the demand and obtain higher possible earnings of the finished product.

Improvement, Control, Standard

Citación: GUZMÁN-SÁNCHEZ, Edgar Edin, RODRÍGUEZ-REALYVAZQUEZ, José Rafael, MOLINA GARDEA, Claudia Janeth y CORTES-CARRILLO, Francisco. Solución de problemas mediante la aplicación de las etapas de ingeniería de métodos. Revista de Ingeniería Industrial. 2018. 2-6: 23-33.

† Investigador contribuyendo como primer autor.
*Correspondencia al Autor Correo Electrónico: (eguzman@utch.edu.mx)

1. Introducción

La información que se detalla en este trabajo, es obtenida de un proyecto de mejora que se llevó a cabo en una empresa fabricadora de clavos en rollo. La información recabada tiene el objetivo de establecer la resolución al problema (Incremento en el nivel de scrap de un 2.95% a 5%), que se viene dando en la empresa desde Diciembre del 2012 de ese momento.

La compañía en sus inicios se mostraba administrativamente solida con una dirección estratégica de trabajo bien estructurada y en forma, al momento que se estaba llevando a cabo el proyecto de mejora, en lo administrativo como en la planeación estratégica de trabajo tienen muchas áreas de oportunidad y muestran una gran deficiencia, además de que los trabajadores están en su estatus de confort y muy renuentes a cambios para mejorar. En estos momentos se le presenta a la compañía un muy buen panorama, ya que, han aumentado sus ventas en un 60%, pero la capacidad instalada de la empresa es de tan solo 50000 kilos/día y lo que ellos requieren fabricar son 90000 kilos/día que era su demanda actual.

El objetivo general de este proyecto: "consiste en la aplicación de las etapas de ingeniería de métodos, y de una serie de actividades coordinadas, que se llevan a cabo para lograr la calidad del producto que se ofrece, es decir, controlar el porcentaje de scrap y mejorar aquellas operaciones que influyan en la satisfacción del cliente, y de la misma empresa." Este trabajo muestra a detalle a la empresa, de qué se trata, así como también los problemas con los que se cuentan actualmente, se hace una descripción referente a su giro, tamaño, contexto nacional o internacional. Se menciona los objetivos que tendrá a bien alcanzar este proyecto.

Esta compañía es una empresa mexicana de la industria metal-mecánica especializada en fabricación de diversos modelos de clavo roscado, principalmente utilizado en el armado de tarimas y bases de madera para empaque de productos y clavo liso especialmente diseñado para reja manzanera (frutas y legumbres) con excelentes características de diseño y forjado que permiten mejorar el desempeño y durabilidad del producto final y la duración y facilidad de trabajo de las clavadoras.

Se ofrecen diversas líneas de productos estándar en clavo roscado y anillado, soldado con micro alambre en bobinas de 300 clavos, todos incluyen recubrimiento (glue) para una mejor sujeción a la madera (withdrawal).

La empresa fundada en el año del 2007, manufactura y comercializa clavo en rollo (Colateado) para ser usado en herramientas neumáticas, para soluciones eficientes y aplicaciones industriales específicas como tarimas de madera y plástico, contenedores, cajas, construcciones de madera y cercas, a lo largo de todo México y el sur de Estados Unidos desde su planta localizada en Chihuahua, Chihuahua, México a 370 Km de El Paso Texas y a 200 Km de Presidio Texas.

Los trabajadores de la compañía han estado manufacturado clavo en rollo en Chihuahua, México y otras plantas del mundo desde 1996 en diferentes compañías. Se cuenta con una gran experiencia en esta clase de industria, además de la tecnología y el conocimiento para la innovación, el desarrollo y la generación de máxima calidad, tanto en los procesos como en el producto final.

Los beneficios que se persiguen conseguir con este proyecto es el de evaluar el impacto que tienen las mejoras de un proyecto seis sigma en la productividad de la compañía, correspondientes con el aumento de la capacidad instalada de la planta de fabricación, así como además el efecto de satisfacer la demanda de 90000 kilos/día.

También muy apegado a esto se espera establecer las instrucciones de trabajo de cada operación tanto de fabricación como del área administrativa, esto traerá consigo muchos cambios que se deberán manejarse a la perfección por parte de cada uno de los involucrados en este proyecto de mejora, esperando inclusive bajar el nivel de scrap que se está presentando en estos últimos meses que oscila entre un 3% y un 5%, para establecerlo en tan solo un 2% que es el nivel aceptable en la compañía.

Al lograr lo anteriormente mencionado se verá un incremento en la economía hablando de ingresos y ganancias de la empresa, provocando con esto grandes cambios para la compañía ya que se podrá inclusive pensar un poco a futuro en una ampliación de la misma compañía.

ISSN 2523-0344
ECORFAN® Todos los derechos reservados.

2. Descripción del método

Muy a menudo, los términos análisis de operaciones, diseño del trabajo, simplificación del trabajo, ingeniería de métodos y reingeniería corporativa se utiliza como sinónimos. En la mayoría de los casos, todos ellos se refieren a una técnica para aumentar la producción por unidad de tiempo o reducir el costo por unidad de producción: en otras palabras, a la mejora de la productividad. Sin embargo, la ingeniería de métodos, en la forma en que se define en este proyecto, implica en análisis en dos tiempos diferentes durante la historia de un producto. Primero, el ingeniero de métodos es responsable del diseño y desarrollo de varios centros de trabajo donde el producto será fabricado. Segundo, ese ingeniero debe estudiar continuamente estos centros de trabajo con el fin de encontrar una mejor forma de fabricar el producto y/o mejorar su calidad.

Figura 1 Principales etapas del programa ingeniería de métodos
(Niebel & Freivalds, 2009, págs. 3-5)

a) Selección del proyecto

Por lo general, los proyectos seleccionados representan ya sea nuevos productos o productos existentes que tienen un alto costo de manufactura y una baja ganancia. También, los productos que actualmente experimentan dificultades para conservar la calidad y tienen problemas para ser competitivos son proyectos aptos para aplicar ingeniería de métodos (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

La definición de proyecto se presenta a continuación:

"El término proyecto proviene del latín proiectus y cuenta con diversas significaciones. Podría definirse a un proyecto como el conjunto de las actividades que desarrolla una persona o una entidad para alcanzar un determinado objetivo. Estas actividades se encuentran interrelacionadas y se desarrollan de manera coordinada (Definicion.de , 2012)."

Así, esta definición indica los componentes primordiales y que deben de quedar claros desde inicio de un proyecto, además de que señala que hay que estar cuidando los siguientes aspectos del mismo:

- Debe de contener uno o varios objetivo(s) preciso(s) y específico(s) que hay que alcanzar.
- Debe de establecerse desde un inicio un calendario a seguir y que hay que respetar.
- Debe de definir los recursos, que incluyen un presupuesto, un equipo y unos medios técnicos.

También indica claramente la duración del proyecto en cuanto a meses o años, siempre tiene una duración determinada y limitada.

Carta del proyecto o la definición del proyecto es una manifestación del alcance, objetivos y participantes en un proyecto. Se ofrece en ella una demarcación preliminar de las funciones y responsabilidades, se exponen los alcances del proyecto, identifica las principales partes interesadas, y puntualiza la autoridad del director del proyecto.

En la tabla N.1 se presenta la carta del proyecto la cual indica claramente los tiempos, las actividades a seguir por parte de los integrantes del grupo de trabajo e inclusive los costos, además de indicar lo que es muy importante el propósito del proyecto que es la reducción del scrap que se está generando en el proceso.

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

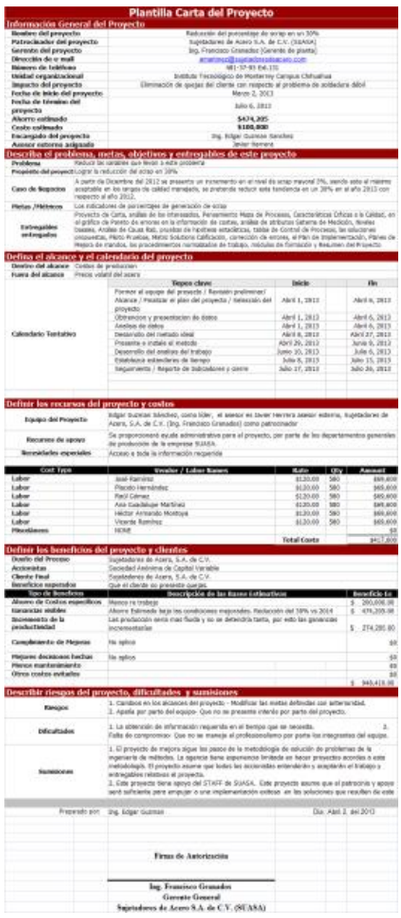


Tabla 1 Carta del proyecto
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

b) Obtención y presentación de datos

Integre todos los hechos relevantes relacionados con el producto o servicio. Esta tarea incluye diagramas y especificaciones, cantidades requeridas, requerimientos de entrega y proyecciones de la vida anticipada del producto o servicio. Una vez que se ha recabado toda la información relevante, almacénela en forma ordenada para su estudio y análisis. En esta etapa, el desarrollo de las gráficas de proceso es de mucha utilidad (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

Para este proyecto, se obtuvo mucha información relevante, entre la que destacan los diversos mapeos de procesos, que muestran claramente el seguimiento del proceso las rutas que toman cada elemento del mismo tanto en producto como el scrap como se va generando.
El mapeo de procesos es una metodología que permite orientar y redefinir los principales elementos del proceso para la reinversión del mismo de acurdo a lo que el cliente considera de valor.

Conocer el mapeo de proceso permite planear e identificar los elementos de entrada y salida para mejorar su diseño y operación entre los aspectos más importantes, con objeto de establecer las estrategias necesarias para resolver las necesidades de nuestros clientes (interno/externo); además permite resaltar los principales obstáculos y oportunidades que se pueden presentar, por lo anterior, es la mejor forma de medir los avances en forma sistemática y de comunicar los requerimientos a toda la empresa (Miranda Rivera, 2006, pág. 17).

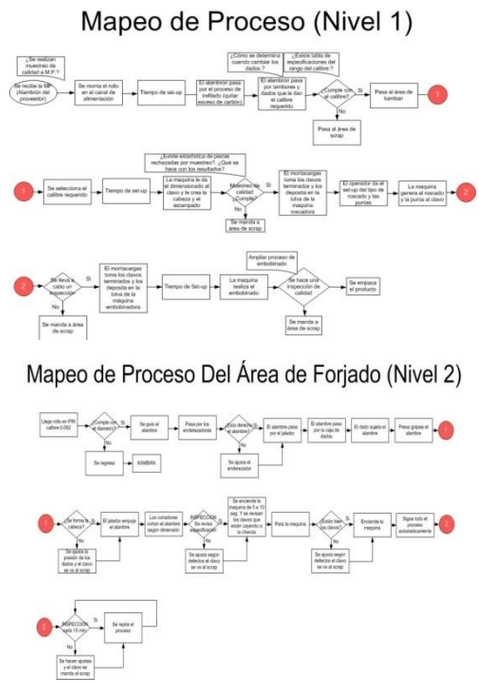


Figura 2 Mapeos de proceso
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013).

Figura 3 Mapeo de proceso del scrap
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

Los métricos que se presentan en la tabla N.2, son indicadores de referencia que se utilizan para establecer puntos críticos que deben de estar cotidianamente supervisados y monitoreados, a medida de saber con certeza las condiciones del problema a resolver que en este caso es bajar la cantidad de scrap del 6% al 2%. Y sobre todo mostraran claramente la mejora en y el logro de alcanzar el objetivo planeado en el proyecto.

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

Prioridad	Y (s)	Medible	Linea base actual	Objetivo
Primaria	Especificacion (Diametro, calibre, punta, cabeza rosca, longitud, distancia entre clavos, impregnacion del glue, loaclizacion y fortaleza de la soldadura)	Inspeccion de la especificacion	6% de scrap	2% de scrap
Secundaria	Dimencion del rollo	Inspeccion de la especificacion con el gage	No se cuenta con un gage en todas las maquinas	Colocar gage en todas las maquinas

Tabla 2 Métrico primario, secundario y grafica del métrico primario
(Sujetadores de Acero S. A. de C. V. (SUASA))

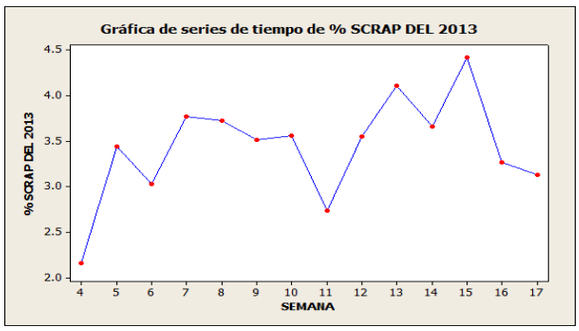


Gráfico 1 Grafica del métrico primario
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

c) Análisis de datos

Utilice los principales métodos de análisis de operaciones para decidir que alternativa dará como resultado el mejor producto o servicio. Dichos métodos principales incluyen el propósito de la operación, el diseño de la parte, las tolerancias y especificaciones, los materiales, los procesos de manufactura, la configuración y las herramientas, las condiciones de trabajo, el manejo de materiales, la distribución de la planta, y el diseño del trabajo (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

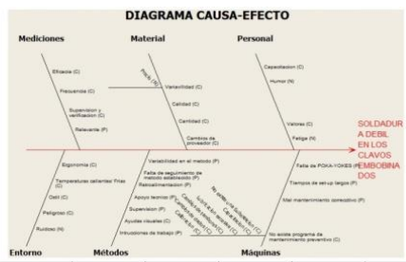
En esta fase se hace un análisis de los datos obtenidos del proceso, mediante la aplicación de varias técnicas de análisis de datos entre las que destaca el diagrama causa efecto el cual tiene como objetivo lo siguiente:

Los diagramas causa-efecto se construyen para ilustrar con claridad cuáles son las posibles causas que producen el problema. Un eje central se dirige al efecto. Sobre el eje se disponen las posibles causas. El análisis causa efecto, es el proceso mediante el que se parte de una definición precisa del efecto que se desea estudiar. Posteriormente, se disponen todas las causas que pueden provocar el efecto. La construcción de este diagrama presenta un esquema grafico que permite efectuar un análisis de las causas que influyen sobre el efecto objeto de estudio.

El análisis causa efecto puede dividirse en tres etapas:

- Definición del efecto que se desea estudiar.
- Construcción del diagrama causa efecto.
- Análisis causa efecto del diagrama construido (Arnoletto, 2007, pág. 70).

A continuación, se hace un análisis de la principal queja del cliente referente al producto de clavo rolado en rollo para pistola de clavos el cual presenta un error recurrente que es la soldadura débil lo cual hace que se dañe la pistola de clavos y sobretodo que el producto no cumpla con satisfacer la necesidad para la cual se creó. En la figura N.4 se muestra a detalle el diagrama causa efecto para verificar la causa raíz del problema.



Mediciones	Material	Personal	Medio Ambiente	Metodos	Maquinas	Gastos	Variables en maquinas
Eficacia (C)	Variavilidad (C)	Capacitacion (C)	Ruidoso (N)	Infrucciones de trabajo (P)	No existe programa de mantenimiento preventivo (C)	Precio (N)	Calibracion (C)
Frecuencia (C)	Calidad (C)	Humor (N)	Peligroso (C)	Ayudas visuales (C)	Mal mantenimiento correctivo (P)		Cambios de dados (C)
Supervision y verificacion (C)	Cantidad (C)	Actitud (C)	Ostil (C)	Supervision (P)	Tiempos de set-up largos (P)		Cambios de tambores (C)
Relevante (P)	Cambios de proveedor (C)	Valores (C)	Temperaturas calientes/ Frias (C)	Apoyo tecnico (P)	Falta de POKA-YOKES (P)		Lubricacion excesiva (C)
		Fatiga (N)	Ergonomia (C)	Retroalimentacion (P)			Capacitacion (C)
				Falta de seguimiento de metodo			No existe una Subestacion (C)
				Variabilidad en el metodo (P)			

Figura 4 Diagrama causa y efecto
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

Además, como se puede observar en la imagen anterior, el análisis del diagrama causa efecto en este caso, para ser más puntuales y certeros al identificar la causa raíz del problema, se realizó la matriz causa efecto del anterior diagrama provocando con esto identificar claramente el principal generador de fallas en el proceso y que debe controlarse lo más rápido posible.

Descripcion	Rango	Rango %
Prensa	192	7.82%
Recurso humano	684	27.87%
Alambre	264	10.76%
Cortadores	366	14.91%
Dados	246	10.02%
Lubricante	102	4.16%
Enderezadores	168	6.85%
Lengüeta	96	3.91%
Lineas de aire	96	3.91%
Jalador	240	9.78%

Process: Area Forjadoras
Date: 19/04/2013

Ranking Scale:
1- none, 3- marginal, 9- highest

	Output Variables (Ys)	Description	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
			Cabeza ancha	Longitu corta	Hurrache	Clavos doblados	Clavo sucio	Rebaba en punta	Longitud larga	Impresion de cabeza	Mala simetria de corte	Cabeza decentrada	
		Weight	9	9	9	9	3	9	9	3	9	9	
	Input Variables (Xs)												Ranking
1	Alambre		9	1	1	1	9	9	1	1	1	3	264
2	Lubricante		1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	102
3	Recurso humano		9	9	9	9	3	9	9	9	9	9	684
4	Cortadores		1	1	9	1	1	9	1	1	9	9	366
5	Dados		9	1	1	3	1	1	1	3	1	9	246
6	Prensa		9	1	1	1	1	1	1	9	1	3	192
7	Lengüeta		1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	96
8	Lineas de aire		1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	96
9	Enderezadores		1	1	1	9	1	1	1	1	1	3	168
10	Jalador		1	9	1	3	1	1	9	1	1	1	240
													2454

Tabla 3 Matriz causa y efecto
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

De acuerdo a la información de las variables de entrada y por medio de una ponderación se identifican las causas que más impactan a la generación del scrap, donde el "Recurso humano" es la principal causa y seguido por los "Cortadores"

Como nos podemos dar cuenta, el problema se está de alguna forma encerrando a manera de detecta donde hay que aplicar mayor observación y cuidado, que en este caso, es en el recurso humano, pero además de lo anterior nos dimos a la tarea de identificar cuáles son los principales defectos que se presentan y que la principal causa de la generación de estos defectos es el recurso humano, para esto aplicamos el diagrama de Pareto, a continuación se muestran los usos de este diagrama:

El diagrama de Pareto representa uno de los primeros pasos que deben darse para realizar mejoras. Efectivamente:

- Ayuda a definir las áreas prioritarias de intervención.
- Atrae la atención de todos sobre las prioridades y facilita la creación del consenso.

El diagrama de Pareto responde plenamente a estas exigencias: es muy útil para aprender a concentrar los esfuerzos en los aspectos más importantes y rentables del problema analizado, es decir, en los aspectos que ocupan las partes más elevadas del propio diagrama (Galgano, 1992, pág. 125).

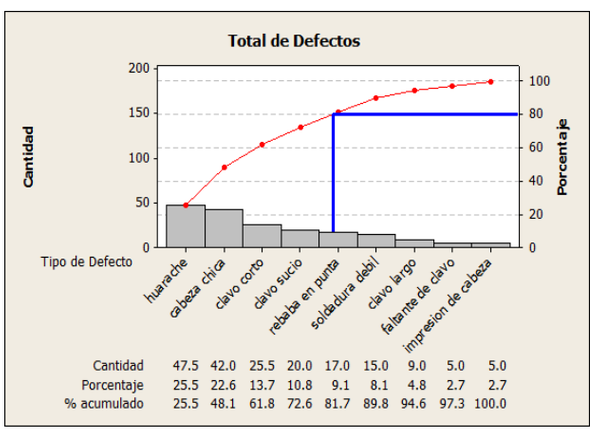


Gráfico 2 Diagrama de Pareto de los defectos generados por el recurso humano en el área de forjado
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

De acuerdo al diagrama de Pareto anterior, se analizan las causas con mayor incidencia, mismas que se localizan en el área de forjado, y que nos representan el 81.7%, por tal motivo es en esa área en la que debemos enfocar nuestros esfuerzos.

d) Desarrollo del método ideal

Seleccione el procedimiento para cada operación, inspección y transporte considerando las diversas restricciones asociadas con cada alternativa, entre ellas la productividad, la ergonomía y las implicaciones sobre salud y seguridad (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

Las actividades de mejora que se realizan en este proyecto, como bien se vio en la fase anterior, vienen enfocadas a atacar de raíz la generación del efecto que contribuye en mayor medida a la generación del scrap evidentemente se espera que con estas mejoras se eliminen los defectos que se presentan con mayor regularidad y los esporádicos.

La asignación de actividades y seguimientos se hace con la generación de un programa, el cual es administrado por medio de un cronograma. El cronograma es la descripción de las actividades en relación con el tiempo en el cual se van a desarrollar, lo cual implica, primero que todo, determinar con precisión cuáles son esas actividades, a partir de los aspectos técnicos presentados en el proyecto.

De acuerdo con los recursos, el tiempo total y el equipo humano con que se cuenta, se calcula para cada uno de ellos el tiempo en el cual habrán de ser desarrolladas: este cálculo debe hacerse en horas/hombre y debe presentar ciertas tolerancias para efectos de improviso (Tamayo y Tamayo, 2004, pág. 219).

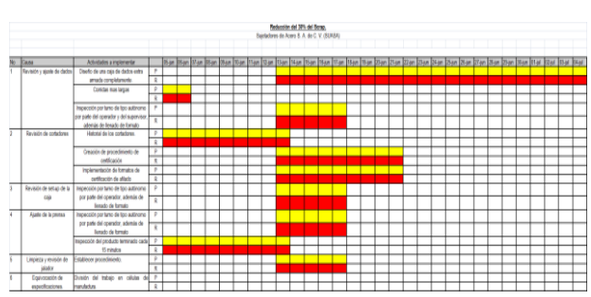


Tabla 4 Cronograma de actividades
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

Se establecen las actividades a llevar a cabo para mejorar el proceso considerando las causas vitales que generan el scrap, incluyendo las fechas a cumplir dentro del tiempo requerido.

e) Presente e instale el método

Explique el método propuesto a detalle a las personas responsables de su operación y mantenimiento. Tome en cuenta todos los detalles del centro de trabajo con el fin de asegurar que el método propuesto ofrezca los resultados planeados (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

Para esta fase se optó por aplicar la metodología de análisis del modo y efecto de la falla (FMEA o AMEF), ya que gracias esta metodología es:

Un grupo sistemático de actividades con el propósito de:

- Reconocer y evaluar las fallas portenciales de un producto o proceso, y los efectos de dichas fallas.
- Identificar acciones que podrían eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran fallas potenciales.
- Documentar todo el proceso.

Las características del AMEF son: la probabilidad de una falla o minimizar el efecto de la falla; se efectúa previamente a la finalización del concepto (diseño) o previamente al inicio de la producción (proceso); es un proceso interactivo sin fin, y es una manera de documentar el diseño y el proceso.

El AMEF de diseño evalúa lo que podría resultar mal con el producto durante su uso y durante su manufactura como consecuencia de debilidades del diseño.

El AMEF de proceso se enfoca en las razones de fallas potenciales durante manufactura, como resultado del incumplimiento con el diseño original, o el incumplimiento de las especificaciones del diseño. El uso del AMEF se enfoca en nuevos diseños, nueva tecnología o procesos nuevos, cuando se hacen modificaciones a diseños o procesos existentes, cuando se usa un diseño o proceso existente en un nuevo ambiente, o en un nuevo lugar, o una nueva aplicación.

Sin embargo también se pueden usar en procesos que ya están instalados y funcionando, y también como técnica de solución de problemas (Escalante Vázquez, 2008, pág. 337).

#	Process Function (Step)	Potential Failure Modes (process defects)	Potential Failure Effects (KPOVs)	SEV	CLASS	Potential Causes of Failure (KPIVs)	OCC	Current Process Controls	DET	RPN	Recommend Actions	Responsible Person & Target Date	Taken Actions	SEV	OCC	DET	RPN
1	Llega rollo al pin	Recurso Humano	Huarache	8	C	Por el cortador, lengüeta y aire	4	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	4	96							
2	Sequia el alambre		Cabeza chica	8	C	Diametro del alambre y ajuste de la prensa	3	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	5	90							
3	Pasa por los endenesadores		Clavo corto	6	C	Problemas en el jalador o ajuste del operador.	3	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	9	162	Programa de mantenimiento preventivo en el jalador, realizar la inspeccion de la maquina	Ing. Vicente Ramirez (3 de Mayo del 2013) (Jueves 23 de Mayo del 2013) Resultado de la eficiencia, mantenimiento preventivo, estudio de condiciones de las maquinas, Definir los instrumentos de medicion	Certificacion del sistema de medicion (Viernes)	2	1	9	18
4	El alambre pasa por el jalador		Clavo sucio	3	c	Por falta de orden y limpieza aderas de exceso de lubricacion.	3	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	4	36	-						
5	El alambre pasa por la caja de dados		Rebaba en punta	7	C	Problema con los cortadores o el ajuste	3	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	3	63							
6	El dado sujeta el alambre		Cabeza desentrada	6	C	Problemas con dados, diametro del alambre, ajuste.	4	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	3	72							
7	La prensa golpea el alambre		Clavo largo	4	C	Problemas en el jalador o ajuste del operador.	3	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	9	108	Poka Yoke	Ing. Vicente Ramirez (28 de Abril del 2013) (los ajustes se llevaran a cabo 2 de Mayo del 2013)(Jueves 9 de mayo del 2013)	Se efectuo el ordenamiento de las area de produccion en base a celulas de manufactura y se identificaron todos los contenedores	3	1	4	12
8	Se forma la cabeza		Impresión de cabeza	7	C	Desgaste de la prensa.	2	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	2	28							
9	El jalador empuja el alambre		Clavo doblado	7	C	Problemas con los endenesadores, jalador.	2	Inpeccion de atributos y variables cada 15 minutos	3	42							
10	Los cortadores cortan el alambre según dimensión		Mala operación de la maquina	8	P	Falta de capacitacion, actitud, negligencia.	4	Nada	10	320	Generar instrucción de trabajo, capacitacion y entrenamiento continua y evaluación	Ing. Jose Ramirez (24 de Abril del 2013) Lic. Ana Martinez Ramirez (26 de Abril del 2013) (el dia 2 de Mayo del 2013 se presentara estrategia de capacitacion despues de examen diagnostico)	Aplicacion de examen de evaluacion (Jueves 9 de Mayo del 2013 resultados) (Se realizo el programa de capacitacion y se esta trabajando en la capacitacion especifica checar el 10 de Junio del 2013) Checar resultados el 28 de Junio del 2013	3	4	8	15

Tabla 5 Análisis del modo y efecto de la falla (AMEF) del proyecto
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

Una vez detectadas las causas que generan el scrap, se elabora el AMEF, para dejar registrado las causas potenciales que causan el problema y con ello indicar las acciones preventivas a llevar a cabo, así como los controles de proceso a considerar con los respectivos responsables, cotidianamente se está revisando y actualizando el AMEF para checar avances y cambios en las mejoras.

f) Desarrollo del análisis del trabajo

Lleve a cabo un análisis del trabajo del método instalado con el fin de asegurar que los operadores sean seleccionados, entrenados y recompensados adecuadamente (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

Es primordial que los trabajadores sean capacitados y evaluados en todas las actividades realizadas según las operaciones que llevan a cabo en cada estación de trabajo, ya que, con esto se asegura la empresa de que las actividades realizadas por ellos son hechas con la mayor eficiencia y seguridad.

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

En este proyecto el recurso humano es un foco de atención que se tiene que cuidar ampliamente, puesto que, es el mayor contribuyente al scrap generado en la empresa, y es claro que anteriormente, antes de este proyecto no se tenía una capacitación bien estructurada, generando con ello que el trabajador incurra en varias fallas en el proceso. El primer paso en el proceso de capacitación y desarrollo consiste en determinar las necesidades específicas de capacitación y desarrollo. En el ambiente de negocios altamente competitivo de hoy, implementar programas simplemente porque otras empresas lo hacen es meterse en problemas. Se debe implementar un enfoque sistemático para bordar las necesidades auténticas.

Las necesidades de capacitación y desarrollo se determinan mediante un análisis en varios niveles.

– Análisis organizacional: desde una perspectiva organizacional general, se estudia la misión, los objetivos y los planes corporativos estratégicos de la empresa, junto con los resultados de la planeación de recursos humanos.

– Análisis de tarea: el siguiente nivel de análisis se centra en las tareas requeridas para lograr los propósitos de la empresa. las descripciones de puesto son fuentes de datos importantes en este nivel de análisis.

– Análisis de personas: la determinación de las necesidades de capacitación individual es el último nivel. En este nivel son útiles las evaluaciones del desempeño y las entrevistas o las encuestas a supervisores y titulares de empleos (Wayne & M., 2005, págs. 208 - 209).

A continuación se presenta el programa de capacitación y evaluación para cada puesto de trabajo:

PROGRAMA DE CAPACITACIÓN 2013
SUASA
Sujetadores de Acero, S.A de C.V.
OPERATIVO, TECNICO Y ADMINISTRATIVO

Tema	Duración	Instructor	Turnos	Fechas	Horario
Seguridad en el trabajo	30min	Ana Martínez	T1	01/06/2013	12:30
			T2	01/06/2013	12:00
			T3	02/06/2013	10:00
5´S + 1	40min	Ana Martínez	T1	15/06/2013	12:30
			T2	15/06/2013	12:00
			T3	16/06/2013	10:00
Residuos Peligrosos	30min	Temesa	T1	13/07/2013	12:30
			T2	13/07/2013	12:00
			T3	14/07/2013	10:00
Politica Ambiental	30min	Jose Ramirez	T1	27/07/2013	12:30
			T2	27/07/2013	12:00
			T3	28/07/2013	10:00
Politica de Calidad	30min	Jose Ramirez	T1	10/08/2013	12:30
			T2	10/08/2013	12:00
			T3	11/08/2013	10:00
Equipos de trabajo	30min	Ana Martínez	T1	17/08/2013	12:30
			T2	17/08/2013	12:00
			T3	18/08/2013	10:00
Actitud y Liderazgo	30min	Ana Martínez	T1	31/08/2013	12:30
			T2	31/08/2013	12:00
			T3	01/09/2013	10:00
Herramientas de Producc	50min	Jose Ramirez	T1	14/09/2013	12:30
			T2	14/09/2013	12:00
			T3	15/09/2013	10:00
Kaizen	50min	Vicente Ramirez	T1	28/09/2013	12:30
			T2	28/09/2013	12:00
			T3	29-0-13	10:00
Primeros Auxilios	40min	Cruz Roja	T1	12/10/2013	12:30
			T2	12/10/2013	12:00
			T3	13/10/2013	10:00
Brigada	3hrs	Bomberos	T1	26/10/2013	07:00
			T2	26/10/2013	07:00
			T3	26/10/2013	07:00

Tabla 6 Programa de capacitación
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

El plan de capacitación que aquí se presenta nos define qué conocimientos deben de tener todas aquellas personas que están involucradas en las actividades de mejora y que entrenamiento deben de impartir en la empresa, para generar un proceso consistente y robusto.

SUASA
Sujetadores de Acero, S.A de C.V.
MATRIZ DE ENTRENAMIENTO
✓ CURSOS OBLIGATORIOS
CURSOS DESEADOS
CURSOS PENDIENTE
PRODUCCION

Gafet	Nombre	Puesto	STATUS	INDUCCION	PARTES DE TREFILADO	TIPOS DE ALAMBRE	PRINCIPALES FALLAS	PARTES DE FORJADORA	TIPOS DE CLAVO	PRINCIPALES FALLAS	DEFECTOS EN LOS CLA	AJUSTES A LA MAQUINA	PARTES DE ROSCADORA	PRINCIPALES FALLAS	PARTES DE SOLDADO	PRINCIPALES FALLAS	EMPAQUE Y ETIQUETAD	IMPREGNACIO DEL SLU	LOCALIZACION DE SOLD	PRINCIPLAES FALLAS	SEGURIDAD EN EL TRAB	5'S +1	RESIDUOS PELIGROSOS	POLITICA AMBIENTAL	POLITICA DE CALIDAD	EQUIPOS DE TRABAJO	ACTITUD Y LIDERAZGO	7 HERRAMIENTAS	KAIZEN	PRIMEROS AUXILIOS	EVACUACION	BRIGADA CONTRA INCE			
5	Bernardo Bernal	Supervisor	Planta		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓															
103	Jose Ramirez Perez	Supervisor	Temporal	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓															
21	Raul Gomez Mejia	Gerente	Planta		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓															

Tabla 7 Matriz de entrenamiento
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

Es de resaltar que en esta fase de mejora es de gran importancia el uso y administración de los recursos humanos, ya que, ellos son los que dan la resolución a los problemas, dependiendo, eso sí, del nivel de conocimiento del personal encargado de su ejecución, de los programas, de los empleados, y de las limitaciones de la empresa.

g) Establezca estándares de tiempo

Determine un estándar justo y equitativo para el método instalado (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6). Cuando se necesita un estándar de tiempo durante la fase de planeación del programa de desarrollo de un producto nuevo se usa la técnica sistemas de estándares predeterminados de tiempo.

ISSN 2523-0344
ECORFAN® Todos los derechos reservados.

En esta etapa del desarrollo del producto nuevo solo se dispone de información muy general, y el tecnólogo debe visualizar lo que se necesita en cuanto a herramientas, equipo y métodos de trabajo. El tecnólogo debe diseñar una estación de manufactura para cada etapa del plan de trabajo del producto nuevo, desarrollar un patrón de movimiento, medir cada uno de ellos y asignarles un valor de tiempo. El total de estos valores de tiempo seria el tiempo estándar. Este estándar se usaría para determinar las necesidades de equipo, espacio y personal del producto nuevo, así como su precio de venta (Meyers, 2000, pág. 66).

h) Seguimiento

A intervalos regulares, audite el método instalado con el fin de determinar si se están alcanzando la productividad y la calidad planeadas, si los costos se proyectaron correctamente y si se pueden hacer mejoras adicionales (Niebel & Freivalds, 2009, pág. 6).

El seguimiento es la fase de la gestión que acompaña a la ejecución de los proyectos y su finalidad básica consiste en informar sobre el estado en que se encuentra la ejecución así como el de conocer en qué medida se están realizando las actividades y, por tanto, hasta qué punto se están alcanzando los objetivos y resultados previstos. La información que proporciona el seguimiento permite introducir, si es necesario, las oportunas modificaciones en forma preexistente (Calvo Verdú, 2005, pág. 236).

SUASA
Sujetadores de Acero, S.A. de C.V.

PLAN DE ACCIONES AUDITORIA INTERNA

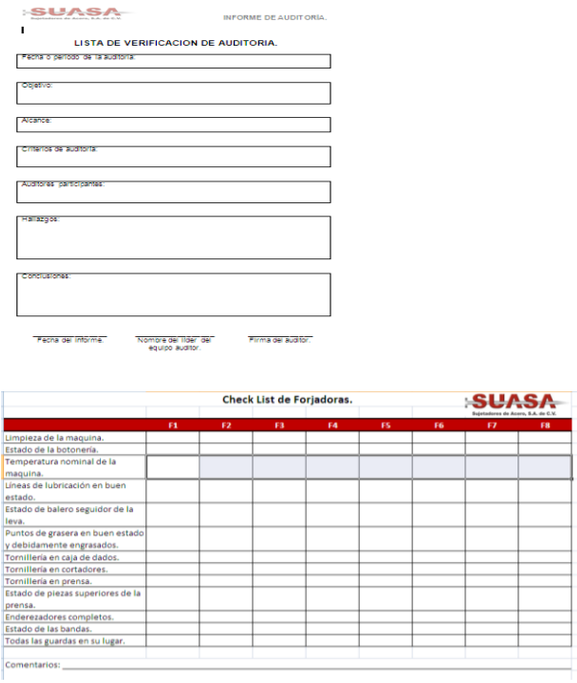
AUDITOR/ES	AUDITORIA Nº	FECHA	ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN

CÓD.	DESCRIPCIÓN NO CONFORMIDAD	CAUSAS	CORRECCIONES Y ACCIONES CORRECTIVAS	FECHA	RESPONSABLE/S	SEGUIMIENTO / RESULTADOS	
						Fecha	Estado
01							
02							
03							
04							
05							
06							

Programa de Auditoria.
SUASA
Sujetadores de Acero, S.A. de C.V.

Objetivo de la auditoria: Valorar la situación actual de cada una de las áreas de la organización.
Auditoria No:
Duración:
Alcance: Las áreas que se auditan son todas las de la empresa, al finalizar la auditoria se obtendrá, observaciones, las no conformidades detectadas y las propuestas de acciones correctivas.

Proceso	Actividades a realizar / Documentos solicitados	Auditor	Responsable del proceso	Fecha	Hora
Antecedentes, misión, visión, objetivos y organigrama de la empresa.	Información obtenida de archivos o documentos.	Lic. Ana Martinez	Ing. Francisco Granados	29/07/2013	08:00 a.m.
Entrevistas a usuarios mas relevantes.	Encuestas y entrevistas.	Lic. Ana Martinez	Ing. Francisco Granados	29/07/2013	10:00 a.m.
Analizar con que documentos de gestión y técnicos cuenta la compañía.	Solicitud de la documentación de los sistemas de operación (manuales técnicos, de operación del usuario, diseño, etc.)	Lic. Ana Martinez	Ing. Francisco Granados	30/07/2013	08:00 a.m.
Verificar si los equipos y herramientas actualmente están utilizando se encuentran inventariados y si cumplen con los requerimientos.	Solicitud de los estudios de viabilidad y características de los equipos y herramientas utilizadas actualmente.	Lic. Ana Martinez	Ing. Francisco Granados	30/07/2013	10:00 a.m.
Evaluar el sistema de información con el que cuenta la empresa.	Solicitud de la documentación referente al sistema de comunicación en todas sus áreas.	Lic. Ana Martinez	Ing. Francisco Granados	31/07/2013	08:00 a.m.


SUASA
Sujetadores de Acero, S.A. de C.V.

INFORME DE AUDITORIA.

LISTA DE VERIFICACION DE AUDITORIA.

Fecha o periodo de la auditoria:
Objetivo:
Alcance:
Criterios de auditoria:
Auditores participantes:
Hallazgos:
Conclusiones:

Fecha del informe. Nombre del líder del equipo auditor. Firma del auditor.

Check List de Forjadoras.
SUASA
Sujetadores de Acero, S.A. de C.V.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8
Limpieza de la maquina.								
Estado de la botonería.								
Temperatura nominal de la maquina.								
Líneas de lubricación en buen estado.								
Estado de balero seguidor de la leva.								
Puntos de grasera en buen estado y debidamente engrasados.								
Tornillería en caja de dados.								
Tornillería en cortadores.								
Tornillería en prensa.								
Estado de piezas superiores de la prensa.								
Enderezadores completos.								
Estado de las bandas.								
Todas las guardas en su lugar.								

Comentarios: _____

Figura 5 Programa de auditoría interna y seguimiento del proyecto
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

3. Análisis a partir de la regresión por curva de demanda

Los logros obtenidos en la empresa son muy satisfactorios, ya que a pesar de que se consiguieron los objetivos planteados, estos a su vez acarrearon mejoras inesperadas como lo fue el incremento en la capacidad de la planta, esto lo podemos ver en las imágenes N.15.

Concluyendo nos queda claro que las etapas de estudio de métodos es un sistema completo y flexible para lograr, mantener y mejorar el éxito de las organizaciones. Además, está basado en el entendimiento de los requerimientos del cliente. Es de resaltar que en esta metodología es de gran importancia el uso de los recursos estadísticos ya que resultan muy eficaces en la resolución de problemas, dependiendo, eso sí, del nivel de conocimiento del personal encargado de su ejecución, de los programas, de los empleados, y de las limitaciones de la empresa.

Este sistema es completo y flexible para lograr, mantener y mejorar el éxito de las organizaciones. Además, está basado en el entendimiento de los requerimientos del cliente.

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

Es de resaltar que en cada fase es de gran importancia el uso de los gráficos de control ya que resultan muy eficaces en el análisis de las mejoras implementadas, dependiendo, eso sí, del nivel de conocimiento del personal encargado de su ejecución, de los programas, de los empleados, y de las limitaciones de la empresa.

4. Resultados

Como se puede observar en las tabla N.6, se ve la notable mejoría del proceso de producción en sus indicadores, es claro que el objetivo del proyecto, es establecer en un 2% los niveles de scrap, lo cual es aceptable para la compañía, en los gráficos de los diferentes métricos utilizados, se realiza una comparación del antes y el después del proyecto de mejora, y en ellos se muestra el comportamiento del proceso y las tendencias que tiene el mismo.

Prioridad	Y (s)	Medible	Linea base	Objetivo	Actualmente
Primaria	Especificación (Diámetro, calibre, punta, cabeza rosca, longitud, distancia entre clavos, impregnación del glue, localización y fortaleza de la soldadura)	Inspección de la especificación	6% de scrap	2% de scrap	Oscila entre el 2% y 3% de scrap
Secundaria	Cantidad de materia prima que entra al procesos de producción para ser convertida en producto terminado y que sale como tal.	Peso de la materia prima en toneladas.	70000 Kilos por semana.	95000 Kilos por semana.	80000 Kilos por semana y esta aumentando cada semana.

Tabla 8 Métricos primario y secundario con su estado actual
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

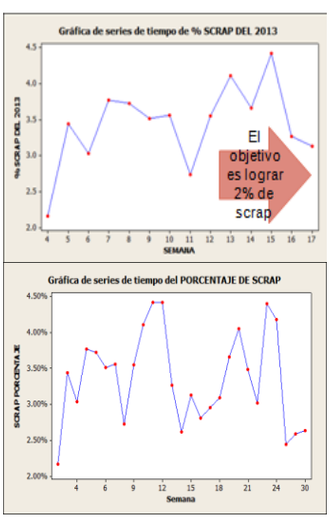


Gráfico 3 Métrico primario y su comparación con su estado actual
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

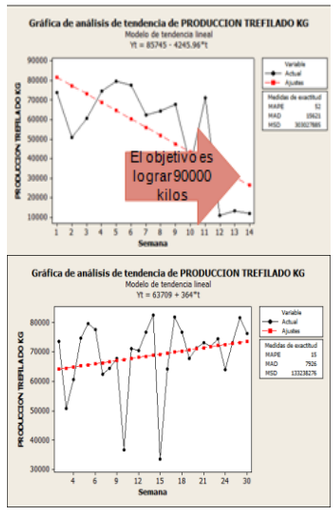


Gráfico 4 Métrico secundario y su comparación con su estado actual
(Sujetadores de Acero, S.A. de C.V., 2013)

5. Agradecimientos

Me gustaría que este escrito sirva para expresar mi más profundo y sincero reconocimiento a todas aquellas personas inmiscuidas en la realización del presente trabajo que ayudaron y colaboraron con el presente proyecto de mejora, en especial a la Universidad Tecnológica de Chihuahua (UTCH), a mis colaboradores y asesores, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la mismo proyecto, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido a lo largo de este periodo.

Le agradezco a dios por haberme acompañado y guiado a lo largo de mi carrera, por ser mi fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobretodo felicidad. Un agradecimiento muy especial merecen por la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de nuestros familiares y amigos. A todos ellos, muchas gracias.

6. Conclusiones

La conclusión que se tiene con respecto al cumplimiento de los objetivos, es que, se lograran generar ganancias para la empresa, y que estas se podrán usar para otros elementos que falten en la misma compañía, además de que se alcanzara por fin, tener un proceso más robusto y sobre todo controlado.

ECORFAN® Todos los derechos reservados.

Los beneficios son varios, primero que nada la reducción del scrap, la estandarización de los métodos de trabajo, la generación de mayor cantidad de ganancias, el superior monto de satisfacción por parte de los clientes, tener un proceso confiable, aumentar la capacidad de la planta, entre otros.

Las limitaciones son muy variadas, ya que, se puede dar que el proyecto de mejora no funcione en su aplicación, que se quede inconcluso solo como un análisis y no se aplique, que no se dé la seriedad requerida al proyecto, que no haya los apoyos para la estrategia, que los trabajadores estén renuentes al cambio, que la empresa se vuelva no rentable, que no se cuente con el capital requerido para hacer los cambios, que se administren mal las mejoras, etc.

La recomendaciones son: mantener el proceso en constante vigilancia y análisis, se debe de apoyar las mejoras por parte de cada uno de los trabajadores así como por la gerencia, confiar en que el proyecto generara los resultados esperados, etc.

7. Referencias

Arnoletto, E. J. (2007). *Administración de la producción como ventaja competitiva.* Madrid: eumed.net.

Bacás, J. (2013). *Senderos de productividad*. Recuperado el 13 de Junio de 2014, de Senderos de productividad: http://www.senderosdeproductividad.com/2009/06/16/el-lider-productivo-texto/

Calvo Verdú, M. (2005). *Monitor sociocultural: Formación prefesional ocupacional.* Madrid: Mad, S. L.

Definicion.de . (2012). *Definicion.de* . Recuperado el 18 de junio de 2018, de Definicion.de : https://definicion.de/proyecto/

Escalante Vázquez, E. J. (2008). *Seis-Sigma: metodología y técnicas.* México: Limusa.

Galgano, A. (1992). *Los siete instrumentos de la calidad total.* Madrid: Diaz de Santos.

Geo, R., & Yoko, K. (s.f.). *Cómo desarrollar una cultura de mejora continua*. Recuperado el 8 de Septiembre de 2014, de Cómo desarrollar una cultura de mejora continua: http://es.wikihow.com/desarrollar-una-cultura-de-mejora-continua

Meyers, F. E. (2000). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales.* México: Pearson educacion.

Miranda Rivera, L. N. (2006). *Seis sigma guia para principiantes.* Ciudad de México: Panorama.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingenieria industrial: Metodos, estandares y diseños de trabajo.* Ciudad de México: Mc. Graw Hill.

Publicaciones vertice S. L. (2008). *Direccion estrategica: Direccion y gestion de empresas.* Malaga: Vertice.

Sujetadores de Acero S. A. de C. V. (SUASA). (s.f.). *Calidad*. Recuperado el 24 de Septiembre de 2013, de Calidad: http://www.sujetadoresdeacero.com/calidad.html

Sujetadores de Acero, S.A. de C.V. (Diciembre de 2013). Proyecto de mejora continua. Chihuahua, Chihuahua, México.

Tamayo y Tamayo, M. (2004). *El proceso de la investigación científica.* México: Limusa.

Tec Milenio. (Enero de 2015). Administracion de la cadena de suministros. Monterrey, Nuevo Leon, Mexico.

Tec Milenio. (23 de Marzo de 2015). Desarrollo de proyecto de campo. Monterrey, Nuevo Leon, México.

Wayne, M. R., & M., N. R. (2005). *Administración de recursos humanos.* México: Person educación.

ECORFAN® Todos los derechos reservados.