



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE
PRODUCCIÓN APLICANDO LA METODOLOGÍA
SIX SIGMA PARA REDUCIR DEFECTOS EN LA
EMPRESA RMB SATECI S.A.C

Tesis para optar el título profesional de:
Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Luis Felipe Pastor Ravines

Asesor:

Ing. Jimmy Frank Oblitas Cruz

Cajamarca – Perú

2018



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

COPYRIGHT ©2018 by
Autor: Pastor Ravines Luis Felipe
Todos los derechos reservados

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el Bachiller **Luis Felipe Pastor Ravines** denominada:

PROPUESTA DE MEJORA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN APLICANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA PARA REDUCIR DEFECTOS EN LA EMPRESA RMB SATECI S.A.C

Ing. Jimy Frank Oblitas Cruz
ASESOR

Ing. Mylena Karen Vilchez Torres
JURADO

Ing. Elmer Aguilar Briones
JURADO

Ing. Ricardo Fernando Ortega Mestanza
JURADO

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado a mis padre y hermano Felipe, Elsa y Paul, ya que ellos me brindan el apoyo y cariño para salir adelante y sobre todo no me dejaron en este proceso, animándome a no darme por vencido.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento es para mis padres, por darme la vida y ayudarme a realizar el presente trabajo, a los asesores por su paciencia, dedicación en el desarrollo de la presente tesis.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	12
1.1. Realidad Problemática	13
1.2. Formulación del problema	14
1.3. Justificación	14
1.4. Limitaciones	15
1.5. Objetivos	16
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	16
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	16
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	17
2.1. Antecedentes	18
2.2. Bases teóricas	22
2.2.1. <i>Concepto Six Sigma</i>	22
2.2.2. <i>Objetivo de la Metodología Seis Sigma</i>	25
2.2.3. <i>Estadísticos de la Metodología</i>	25
2.2.4. <i>Six Sigma como instrumento para mejorar la Calidad</i>	27
2.2.5. <i>La visión de algunas empresas que se deciden por Six Sigma</i>	27
2.3. Métricas del Six Sigma	28
2.4. Proceso DMAIC	29
2.5. Fase de Definición (Define)	30
2.6. Fase de Medición (Measure)	31
2.7. Fase de Análisis (Analyze)	31
2.8. Fase de Mejoramiento (Improve)	32
2.9. Fase de Control (Control)	32
2.10. Costos de Calidad	33
2.11. Tolvas para Volquetes	33
2.12. Partes de la Tolva	34
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	36
3.1. Operacionalización de variables	37
3.2. Diseño de investigación	38
3.3. Unidad de estudio	38
3.4. Población	38
3.5. Muestra (muestreo o selección)	38
3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	38
3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos	40
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	41
4.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa	42
3.1. Operacionalización de variables	47
4.3. Fase de definición	48
4.3.1. Identificación del cliente	48
4.3. Fase de medición	53

4.3. Fase de analizar.....	54
4.3. Fase de mejora.	56
4.6.2.2.1 Proceso de granallado.....	59
4.3. Fase de Controlar.....	63
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN.....	72
CONCLUSIONES.....	74
RECOMENDACIONES.....	75
REFERENCIAS.....	76
ANEXOS.....	78
Anexo n° 01. Listado de materiales utilizados para la fabricación de la tolva.	78
Anexo n°02. Costeo de los materiales directos en la fabricación de una tolva de 12 m3	80
Anexo n° 03. Mano de obra directa.....	82
Anexo n° 04. Foto Área de Soldadura	83
Anexo n° 05. Foto Área de Milimetrado	83
Anexo n° 06. Foto Cubre cabina	84
Anexo n° 07. Foto Puerta trasera.....	84
Anexo n° 08. Foto Guarda Fangos	85
Anexo n° 09. Costo de los materiales indirectos.....	85
Anexo n° 10. Descripción de la mano de obra indirecta.	86
Anexo n° 11. Planos de la Tolva	87
Anexo n° 12. Plan de mantenimiento de tolvas y recomendaciones	88
Anexo n° 13. Propuesta de recuperación de la inversión en el proyecto de granallado.	93
Anexo n°14. Planos para la fabricación del proyecto	95
Anexo n°15. Diagramas de análisis de procesos.....	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla nº1. Nivel del Six Sigma.....	23
Tabla nº2. Operacionalización de variables	37
Tabla nº3. Métodos de recolección de datos.	40
Tabla nº4. Operacionalización de variables	47
Tabla nº5. Tipos de defectos presentes en una pieza pintada	50
Tabla nº6. Criterio de puntuación utilizada para los procesos	50
Tabla nº7. Lista de defectos presentes en la producción	51
Tabla nº8. Lista de defectos presentes en la producción	52
Tabla nº9. Dimensiones de la Cabina de Granallado	60
Tabla nº10. Lista de defectos presentes en la producción	63
Tabla nº11. Costo total por la elaboración del proyecto six sigma	66
Tabla nº12. Flujo de caja proyectado.....	68
Tabla nº13. Flujo de caja neto proyectado	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura nº1. Proceso Six Sigma Centrado.....	26
Figura nº2. Proceso Six Sigma Descentrado	26
Figura nº3. Etapas de la fase de definición	30
Figura nº4. Distribución de Planta.....	45
Figura nº5. Diagrama Ishikawa	49
Figura nº6.grafica histograma corte, pintado, soldadura	52
Figura nº7. Gráfica Capacidad del proceso.....	53
Figura nº8. Gráfica nivel sigma del proceso.....	54
Figura nº9. Gráfica circular de tipo de proceso	55
Figura nº10. Gráfica de probabilidad de pintura	56
Figura nº11. Abolladuras concentradas de Tolvas	57
Figura nº12.Desprendimiento de pintura de Tolvas	57
Figura nº13. Granallado Semiautomático.....	59
Figura nº14. Cabina de Granallado Semiautomático	60
Figura nº15. Diseño de Sistema de Ductos.....	61
Figura nº16. Diseño de Cabina de Granallado con Ductos	62
Figura nº17.Accesorios de granallado	62
Figura nº18. Capacidad de Proceso	64
Figura nº19. Capacidad de proceso Sigma.....	65

RESUMEN

La fabricación de tolvas de la empresa RMB SATECI S.A.C. presenta una variabilidad en su proceso de producción teniendo un desperdicio de material y gastos demandados en cuanto a la corrección de errores. El objetivo principal de la presente investigación fue identificar las principales causas de esta variabilidad para proponer una mejora en el proceso de producción e incrementar la calidad del producto y así evitar pérdidas económicas para la empresa, apoyándonos con la aplicación de la metodología DMAIC de Six Sigma, el cálculo sigma encontrado antes de la mejora fue 1.26 sigma con una capacidad de proceso (Cp) del 0.42 y un índice de capacidad de proceso (Cpk) de -0.08. Las causas principales que afectaban la variabilidad, fueron encontradas en el área de pintura donde se propone a la empresa fabricar una cabina de granallado que también funcionará como área aislada del proceso de pintura. Con la aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar), se determinó que para mejorar la calidad y evitar pérdidas económicas se tendría que implementar una cabina de granallado. Proyectando nuestros nuevos datos obtuvimos un sigma de 2.36 con una Capacidad de Proceso (Cp) de = 0.54 y un índice de capacidad de proceso (Cpk) de = 0.30 lo cual indica una mejora considerable.

Palabras clave:

Cp: Capacidad de proceso.

Cpk: Índice de capacidad de proceso.

DPMO: Acrónimo de Defectos por Millón de Oportunidades

Método: Medio utilizado para llegar a un fin, su significado señala el camino que conduce a un lugar.

Metodología DMAIC: Por sus siglas en inglés: Define, Measure, Analyze, Improve, Control.

ABSTRACT

The manufacture of hoppers of the company RMB SATECI S.A.C. It presents a variability in its production process, having a waste of material and demanded expenses in terms of correcting errors. The main objective of this research was to identify the main causes of this variability to propose an improvement in the production process and increase the quality of the product and thus avoid economic losses for the company, supporting us with the application of the Six Sigma DMAIC methodology , the sigma calculation found before the improvement was 1.26 sigma with a processing capacity (Cp) of 0.42 and a process capacity index (Cpk) of -0.08. The main causes that affected the variability, was in the painting area where the company is proposed to manufacture a shot blasting cabin that will also function as an isolated area of the painting process. With the application of the DMAIC methodology (define, measure, analyze, improve and control), it was determined that to improve the quality and avoid economic losses, a blasting cabin would have to be implemented. Projecting our new data we obtained a sigma of 2.36 with a Process Capacity (Cp) of = 0.54 and a process capacity index (Cpk) of = 0.30 which indicates a considerable improvement.

Keywords:

Cp: Process capability.

Cpk: Process capacity index.

DPMO: Acronym of Defects by Million Opportunities, is a way to calculate the call Capacity of a certain characteristic of a process.

Method: means used to reach an end, its meaning points the way that leads to a place.

DMAIC Methodology: (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) It is a tool of the Six

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

En el Perú se cuenta con yacimientos mineros, que crean interesantes oportunidades de desarrollo en el complejo metal – metálico. El crecimiento del sector metal mecánico está ligado al comportamiento de los sectores mineros, pesquero, energético y de la construcción.

Como se puede intuir por alcance y difusión. La Industria Metalmeccánica constituye un eslabón fundamental en el entramado productivo de una nación. El informe del Consejo Federal de Ciencia y Tecnología ([COFECyT], 2008) Indicó

El comercio internacional de productos metalmeccánicos supera los 4.000 billones de dólares, representando más del 30% del total mundial. Dentro de esta industria, casi un 40% corresponde al sector de bienes de capital, un 20% a la industria automotriz y otro tanto al sector componentes electrónicos y artefactos eléctricos, completando el resto los demás sectores metalmeccánicos. Como puede inferirse, la industria local representa una porción casi nula en el total de comercio mundial. En este sentido, las economías exportadoras más importantes son los países de la Unión Europea (Alemania, Francia, Italia), China, Estados Unidos, Japón y los países del sudeste asiático (principalmente Corea del Sur)

RMB SATECI S.A.C es una empresa de capitales peruanos que cuenta con más de 60 años de experiencia, líder del sector industrial metalmeccánico. Especialistas en la producción de carrocerías para transporte de carga pesada diversa.

Un problema que afronta la empresa está enteramente ligado a los desperdicios y errores de los productos, Estas partes con errores son reparadas para la entrega en el plazo acordado con el cliente que solicita dichos productos, pero reparar las piezas con los errores, lleva a un costo de reparación o corrección de manufactura en la fábrica, para de tal forma no generar cierta incomodidad a los clientes al no tener sus pedidos al 100% y poniendo a la empresa en una situación en la cual pone en riesgo su eficiencia y confianza con sus clientes.

Otro problema que afronta es la falta de control en cuanto al consumo de la materia prima e insumos de pintura. Al no tener un estricto control logístico durante todos los

turnos, la empresa pone su entera confianza en los trabajadores de dichos turnos y se nota desperdicio de pintura.

Otro problema que se notó es que en los productos de clase por industria en hormiguera y cisterna hubo más de un percance ya que al llevar a cabo la etapa de pintura se notó defectos. También afronta un sorpresivo incremento de mermas en el área de soldadura, que aparte de generar pérdidas de material también por lo consecuente se emplea más combustible para las máquinas de soldadura.

Las formas de control que se utilizan para inspeccionar la calidad de los procesos que se están usando, resultan siendo insuficientes por el constante cambio en el lugar de trabajo o en las tecnologías usadas con el pasar del tiempo. La aparición de nuevas metodologías y herramientas cuantitativas, podrían ayudar a analizar profundamente la situación actual del proceso de producción de la empresa RMB SATECI S.A.C. procesos de calidad como el Six Sigma o el Lean Six Sigma que son metodologías para la mejora de los procesos creada en Motorola por el Ingeniero Bill Smith en la década de los 80, esta metodología está centrada en la reducción de la variabilidad consiguiendo reducir o eliminar defectos o fallos en la entrega del producto o servicio al cliente.

La empresa viene registrando notables cambios en sus procesos, en donde se enfoca que; la empresa tenga una mejora continua de cada proceso de producción, cuidando siempre la integridad, seguridad de los empleados y medio ambiente. Se cree necesario saber en qué se está fallando cuales son los motivos y lograr los cambios esperados, a partir de la identificación de oportunidades de mejora.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo diseñar una propuesta de mejora en el proceso de producción aplicando la metodología Six Sigma para reducir los defectos en la empresa RMB SATECI S.A.C?

1.3. Justificación

Para dar solución al problema que presenta la empresa se determinara en qué nivel sigma se encuentra, se aplicarán las herramientas necesarias para mejorar los defectos por millón de oportunidades (DPMO). Logrando de este modo que la

empresa fabrique un producto con menos errores, perdidas y su cliente quede del todo satisfecho, dejando una mejor imagen empresarial.

Justificación teórica: A través de este trabajo y la aplicación de la metodología Seis Sigma se podrá contribuir a la empresa para la mejora del proceso de producción de los productos.

Justificación aplicativa práctica: Con la aplicación de la metodología Six Sigma, se solucionará la problemática actual que presenta la empresa RMB SATECI S.A.C, logrando mejorar la calidad del producto en peso, para ello se utilizará la herramienta DMAIC.

Justificación valorativa: Con la metodología Six sigma, se podrá lograr encontrar y mejorar los puntos débiles que tenga el proceso de producción, dando una solución a cada problema encontrado, logrando de esta manera, fabricar productos con mejor calidad y mejorar las pérdidas de tal manera tener a sus clientes satisfechos y los mismos dueños.

Justificación académica: Se da para poder colaborar con la empresa para que pueda mejorar en su calidad, también para aumentar los antecedentes como es el método del Six sigma, ya que hoy en día pocas empresas lo utilizan.

1.4. Limitaciones

En el desarrollo de la presente investigación se presentaron las siguientes limitaciones:

- Falta de información de antecedentes de investigación relacionados con el tema de aplicación six sigma en empresas de metal mecánico.
- Existen diferentes paquetes estadísticos que poseen las herramientas para el trabajo con six sigma, siendo uno de los más eficientes el programa SAS: Statistical Analysis System. Sin embargo, no me fue posible adquirirlo dicho software por el elevado precio de su licencia, y la versión libre del programa no se encontraba disponible en línea. Por lo que se utilizó el programa estadístico Minitab v.16 que se encontró la licencia libre en línea.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Diseñar una propuesta de mejora en el proceso de producción aplicando la metodología Six Sigma para reducir los defectos en la empresa RMB SATECI S.A.C

1.5.2. Objetivos específicos

- Hacer un diagnóstico del proceso de producción
- Desarrollar la propuesta de mejora del proceso
- Proyectar la mejora del proceso.
- Estimar el beneficio económicamente

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

La tesis titulada, PROPOSICIÓN DE MEJORAS POR MEDIO DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN SIX SIGMA MEDIANTE EL CICLO INVESTIGACIÓN – ACCIÓN A UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ROPA QUIRURGICA EN UNA EMPRESA DEL SECTÓR SALUD EN SANTANDER, de (Rodríguez & Durán, 2013), En el área de ropa quirúrgica de la unidad estratégica empresarial productos hospitalarios, empresa del sector salud en Colombia, se está implementando desde abril de 2013 la metodología Lean Six Sigma bajo el ciclo Investigación Acción.

La implementación de la metodología Lean Six Sigma se está realizando bajo el ciclo Investigación Acción en vista de que ésta permite flexibilidad al momento de ajustar y desarrollar el proyecto para atender las necesidades de la situación detectada e identificar oportunidades de mejora que permitan eliminar la causa raíz del problema y responder al ciclo de mejoramiento total. El tipo de investigación utilizado para el desarrollo de este proyecto es de tipo cualitativo – inductivo, con datos cuantitativos, para dimensionar el caso único de estudio. A su vez, es no experimental de estudio de caso, teórico, no probabilístico y poco habitual.

Teniendo en cuenta la magnitud del proyecto y por ser un estudio cualitativo se escogió como tamaño de muestra un único caso, correspondiente a un tipo de estudio de caso. Siguiendo el ciclo Investigación Acción que consta de 5 etapas: Planear, actuar, observar y reflexionar y dentro de las cuales se contempla el ciclo DMAMC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) se diagnosticó dentro de la unidad estratégica empresarial la no planeación y control de la producción que está conllevando a errores en los procesos y defectos en los productos, como: tiempo improductivo e inactivo por reorganización de la planta para atender urgencias o pedidos que no se cumplen en las fechas pactadas (\$1.000.000 mensual); tiempo extra laboral, producto de la no asignación de tareas y organización del trabajo en un período de nueve horas laborales desde el día lunes hasta el día viernes (\$20.000.000); almacenamiento prolongado de producto en proceso y producto terminado; tiempo inactivo de la maquinaria, incumplimiento en la entrega de pedidos (60%), producto no conforme, baja o poca disponibilidad de producto terminado en el momento en el que cliente lo requiere (22%) y un incumplimiento del indicador de

productividad por operario que debería alcanzar el 100% pero se encuentra en un 88%. Se espera que al finalizar el proyecto se genere la documentación e implementación de la planeación y control de la producción en la elaboración de ropa quirúrgica y se generen los respectivos indicadores para que la unidad estratégica empresarial pueda dar continuidad y cumplimiento a este proceso. A su vez, proponer mejoras que permitan la disminución de errores encontrados en el área y que obstaculizan la eficacia y eficiencia de los procesos de la misma.

Análisis de relación: Esta tesis nos ayuda a conocer el método lean six sigma para atender las necesidades e identificar oportunidades que podemos tener gracias al lean six sigma ya que la empresa también trabaja en soluciones integrales y de esta forma darle mayor fuerza al ciclo de investigación.

El trabajo de aplicación titulado, APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN EL PROCESO DE PEDIDOS DE REPUESTOS Y COMPONENTES DEL ÁREA DE SERVICIOS DE LA EMPRESA CUMMINNS PERÚ S.A.C. Sucursal Cajamarca para Elevar el Índice de satisfacción de los Clientes, de (Chávez & Colchado, 2014), el presente trabajo desarrollo una propuesta de mejora en el proceso de pedidos de repuestos y componentes con la finalidad de elevar el índice de satisfacción al cliente y como resultado elevaron el nivel Six Sigma de 3.0 a 3.91 un total de 22.78%.

Conclusiones: Esta propuesta está basada en cambiar el concepto tradicional de la organización ya que el área de servicio trabajaría para repuestos, mejorando los tiempos de atención, programación de mantenimiento al cliente y ejecución del servicio esto impactará positivamente en el cliente, cambiando su percepción del servicio, logrando ser una empresa a la medida del cliente, por lo cual se logra elevar el índice de satisfacción al cliente (ISC) de 62.55% a 85%.

Análisis:

Esta tesis realiza un diagnóstico a la empresa al igual que en este estudio para evaluar los déficits que hay para posteriormente aplicar la metodología y dar posibles soluciones a estos, además analiza la rentabilidad económica de la propuesta y logra un VAN aceptable lo cual también realizaremos.

Combinando el poder de Six sigma con la iso 9001, de (Pardo & Suarez, Universidad Santo Tomas, Colombia), La metodología six sigma y la norma

ISO 9001 pueden ser muy complementarios. Lamentablemente estos dos conceptos son impulsados por líderes de proyectos con objetivos diferentes que compiten por recursos y por lo tanto no ofrecen los mejores resultados. Existe sin embargo una manera de combinar la potencia de ambos conceptos para agregarle valor a una empresa. Los objetivos de este trabajo es utilizar las herramientas de six sigma para satisfacer los requisitos de la ISO 9001 y usar el marco de la ISO 9001 para evaluar un sistema six sigma. Una conclusión temprana a la que podemos llegar es que es un desperdicio tener una un sistema de gestión de la calidad y un enfoque de procesos de mejoras existentes lado a lado sin ningún tipo de relación, Ha esta problemática se debe la intención de presentar un poster que muestre la posibilidad de integrar estas dos nociones con la finalidad de buscar mejorar la credibilidad y la sostenibilidad de estos conceptos siendo implementados en conjunto.

Análisis:

Esta tesis nos ayuda a usar el método six sigma para satisfacer las necesidades de los clientes, gracias a que la empresa cuenta con el ISO 9001 y también se apoya con las OSHAS que cuenta.

Según Herrera en la tesis “Diseño de una Planeación Agregada para la mejora de las operaciones de la División de Planeamiento y Control de la Producción de la Empresa Metalmecánica de Servicios Industriales de la Marina - SIMA- Chimbote” (2010) demostró que

La empresa Servicios Industriales de la Marina S.A., ejecuta proyectos relacionados con la Industria Naval y Metal Mecánica para el sector estatal y privado, dentro de los más exigentes estándares de calidad, con el fin de contribuir a la defensa y el desarrollo socioeconómico y tecnológico del país; y su capacidad productiva está fuertemente relacionada con la disponibilidad de mano de obra, la cual se distribuye entre las actividades de fabricación e instalación del producto. Para la empresa es muy importante mejorar la planificación de su producción, ya que la forma en la cual se desempeña en el mercado es en su mayoría, por concursos. De acuerdo a ello, es necesario que la empresa realice presupuestos atractivos para poder adjudicarse los proyectos. Al realizar esta gestión se logrará facilitar la coordinación entre las áreas de la empresa ya que el plan de operaciones necesariamente tiene que

ajustarse a los requerimientos de ventas, finanzas y con los objetivos generales de la empresa.

Este trabajo presenta un modelo de planificación agregada para la optimización de la producción e instalación de una empresa del rubro metalmecánico. El objetivo de este estudio es diseñar un modelo de planificación agregada, que le permita a la empresa alcanzar mejores rendimientos en su actividad y la elaboración de presupuestos de buena calidad. De tal manera que los presupuestos diseñados se ajusten a los costos y operaciones reales, entregando como resultado las decisiones operacionales que se deben tomar para alcanzar las metas de la empresa.

Para determinar algunos parámetros del modelo se recurrió al estudio de tiempos con cronómetro. Gracias a la implementación del modelo propuesto, se mejoró la planificación de la producción y la calidad de los presupuestos para participar en licitaciones.

Análisis de relación:

La tesis de la empresa mencionada, se dedica al rubro de la metalmecánica, y tiene problemas de producción los cuales tendrán que ser resueltos con una planeación agregada la cual dio resultados satisfactorios en el área de producción.

- Villa,(1999) señalo que en la realización de un estudio en la fábrica de tejidos “Imperial S.A”, la cual produce calcetines; se busca controlar el proceso de producción las tallas de dichos calcetines, para evitar que dichos productos sean descartados más adelante en el proceso; se hizo uso de métodos estadísticos como graficas de control, que existen varios rangos que se separan por más de 1 cm del rango promedio de muestras, lo cual indicaba que el proceso se encontraba fuera de control, aunque la variación no era mucha, era más de lo permitido por los estándares de calidad de la fábrica de tejidos “Imperial S.A” Por lo que fue necesario implementar medidas correctivas en el proceso de producción, lo cual asegura que las medidas de los calcetines en producción se mantengan dentro de los parámetros requeridos. Para esto, se procedió capacitar a una persona encargada del control de las medidas, la cual debe tomar cinco observaciones diarias de la medida de cada calcetín en producción, esta información es recolectada y almacenada.

Análisis de relación:

Se garantiza que las medidas de todos los artículos que estén en producción se encuentren controlados estadísticamente. Podemos concluir que luego de Implantar

el programa de COESCA, el proceso se encuentra mucho mejor controlado. Lo cual ayuda a la empresa de calcetines.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Concepto Six Sigma

Es una herramienta que facilita información acerca de calidad de los productos y de la satisfacción del cliente. Una característica fundamental, es que logra prevenir la ocurrencia de errores. Se le conoce también como la aplicación de métodos estadísticos en la ingeniería industrial y gestión, implementado en procesos. Six Sigma se convierte en una herramienta que provee información acerca de cómo se encuentra la calidad del producto y la satisfacción del cliente. Además, se debe tener en cuenta la cuantificación de que satisface al cliente, identificar brechas entre lo que la organización ofrece y las necesidades del cliente, análisis de las razones de las brechas e idear métodos para eliminar las brechas. ALI y otros (2011)

Otro autor, Yahia Zare, señala que es una metodología para la gestión de la cual se puede esperar ahorros impresionantes mediante la reducción de costos y eliminación de pérdidas. La mayoría de organizaciones se cree que operan en Tres Sigma, el cual se traduce en 66000 errores por millón. En términos estadísticos, Six Sigma significa que para cualquier producción no habrá más de 3.4 defectos por millón. Así mismo, se entiende que Six Sigma puede beneficiar mejor a grandes industrias porque sus procesos son repetitivos y fáciles de dar seguimiento al flujo de productos a lo largo de la línea. De esta forma, se empieza un camino de mejora continua que necesita ser tratado y de ser descuidado puede causar grandes problemas a la organización ZARE (2011).

Six sigma se basa tanto en la metodología del DMAIC (Definir-Medir-Analizar Mejorar-Controlar traducido al español) y en Control Estadístico de Procesos (SPC por sus siglas en inglés) en conjunto para conformar lo que actualmente se le conoce; a continuación, se desarrollará cada uno para poder observar la importancia que poseen.

Six Sigma es una metodología de mejora de procesos, centrada en la reducción de la variabilidad de los mismos, consiguiendo reducir o eliminar los defectos o fallas en la entrega de un producto o servicio al cliente. Fue implementado por primera vez por la conocida firma Motorola en el año 1985 y se hizo mucho más conocida cuando

Jack Welch centró su estrategia de negocios en el Six-Sigma en General Electric en 1995 (Fuente: Process Quality Associates Inc. 2006).

Según Barba (2001) la meta de 6 Sigma es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades (DPMO), entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Six Sigma utiliza herramientas estadísticas como las pruebas de Normalidad para el estudio de los procesos. Sigma es la desviación que da una idea de la variabilidad en un proceso, objetivo de la metodología six sigma es reducir de modo que el proceso se encuentre siempre dentro de los límites establecidos por los requisitos del cliente.

Tabla n°1. Nivel del Six Sigma

Nivel α	Defectos por Millón de Oportunidades	Porcentaje de Calidad
6	3.4	99.9997%
5	233	99.9767%
4	6210	99.3790%
3	66807	93.3790%
2	308 537	69.12305%
1	690 000	30.8511%

Elaboración: Eduardo J. Escalante Vázquez

Para facilitar la implementación Six sigma, es importante la formación de un equipo de proyectos que aprenda no solamente el uso de las herramientas y técnicas que mejoren el desempeño de los procesos, sino que además desarrollen técnicas que ayuden a motivar a que los interesados o personas clave acepten las soluciones que impulsan el mejoramiento de los procesos. La estructura humana del equipo de proyectos Six Sigma, según Gitlow (2005) se compone de:

1. Campeones (Champions). Son los directores de área quienes proveen la dirección estratégica y recursos para apoyar a los proyectos por realizar. Seleccionan equipos, establecen la dirección estratégica, crean objetivos medibles,

proporcionan recursos, tienen el seguimiento de desempeño, toman decisiones de implementación e informan los resultados a la alta dirección.

2. Maestros Cinta Negra. (Master black belts): Personal seleccionado y capacitado, que ha desarrollado actividades de Cinta Negra y coordinan, capacitan y dirigen a los expertos Cinta Negra en su desarrollo como expertos Six Sigma.

3. Cintas Negra (Black belts). Expertos técnicos que generalmente se dedican de tiempo completo a la metodología Six Sigma. Son los que asesoran, lideran proyectos y apoyan en mantener una cultura de mejora de procesos. Se encargan de capacitar a los Cinta Verde.

4. Cintas Verde (Green belts). Expertos técnicos que se dedican en forma parcial a actividades de Six Sigma. Se enfocan en actividades cotidianas diferentes de Six Sigma, pero participan o lideran proyectos para atacar problemas de sus áreas

Six Sigma, tiene como meta, lograr procesos con una calidad Seis Sigma, lo que significa, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades con un rendimiento del 99.9997%. Para lograr esto, se utilizará un programa de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollarán proyectos Seis Sigma a lo largo y ancho de la organización con el objetivo de lograr mejoras, así como eliminar defectos y retrasos de productos, procesos y transacciones. (Eckes, 2004) El Six Sigma empezó al final de la década de los 80 y a principios de la década de los de los 90 en Motorola con Mikel Harry.

Él y sus diversos colegas estudiaron las variaciones de los diversos procesos dentro de Motorola, concentrándose en aquellos que producción mayor variación.

No solo mejoraron la efectividad y la eficiencia, sino que comprometieron al director ejecutivo. Este transmitió su experiencia a Bossidy, director de Allied Signal. Finalmente, Bossidy al centro de entrenamientos de ejecutivos de General Electric. Sin embargo, a pesar del éxito que tuvieron Motorola y Allied Signal en la implementación del Six Sigma, fue General Electric la que empleó este sistema de una manera más impresionante ya que en menos de dos años después de la aplicación inicial del Six Sigma, se habían obtenido ahorros en costos por 320 millones de dólares.

2.2.2. Objetivo de la Metodología Seis Sigma

(Commerce, 2009) Indicó que la metodología Seis Sigma, tiene como objetivo principal, la implementación de una estrategia basada en medidas estadísticas, la que se centra en la mejora del proceso y reducción de la variación a través de la aplicación de proyectos de mejora Seis Sigma.

2.2.3. Estadísticos de la Metodología

Membrado (2007), ha concluido que la expresión del nivel sigma se utiliza para representar la desviación estándar de un conjunto de mediciones. Si se representa gráficamente la curva normal de distribución de los resultados de procesos, junto con los límites inferior y superior de especificaciones (tolerancias o límites admisibles), el área que queda dentro de esos límites indica el porcentaje de resultados correctos,

mientras que el área que esta fuera de esos límites indica el porcentaje de resultados defectuosos. Esto se refiere que, el nivel sigma de un proceso es la distancia entre el valor medio del proceso y los límites inferior y superior de especificación. Lo que implica, que cuanto mayor sea el nivel sigma de un proceso, el porcentaje de resultados defectuosos será menor. Tradicionalmente se ha considerado suficiente que un proceso tenga una desviación estándar de ± 3 sigma. Si el proceso tiene un nivel Seis Sigma y está centrado, habrá 0.002 defectos por cada millón de valores resultantes del proceso.

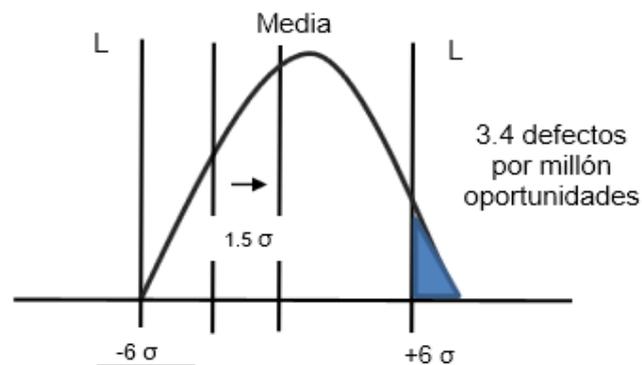


Figura n°1. Proceso Six Sigma Centrado

Fuente: Membrano,2007

Hay que recalcar que la mayor parte de procesos, están descentrados, lo que quiere decir, la media de los resultados del proceso no coincide con el centro de las especificaciones. Si se asume un proceso de nivel Six Sigma descentrado 1.5 sigma, su nivel de defectos será de 3.4 por cada millón de resultados obtenidos.

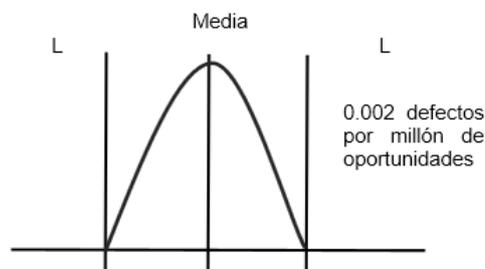


Figura n°2. Proceso Six Sigma Descentrado

Fuente: Membrano, 2007

2.2.4. Six Sigma como instrumento para mejorar la Calidad

El Sistema de Calidad Six Sigma viene a ser la implementación de una tecnología para el mejoramiento de procesos y que es manejada por empresas grandes como Allied Signal, General Electric, Kodak, Texas Instruments, Motorola entre otros.

Su objetivo es reducir la variabilidad del rendimiento a través de la mejora del proceso, y/o aumentar la especificación de los límites del cliente a través del plan para la productividad (DfP), de esta manera, los niveles del defecto deben estar debajo de 3.4 defectos por millones de oportunidades" para un defecto (DPMO).

Numerosas empresas utilizan la metodología Seis Sigma como metodología obligatoria en sus plantas. Un directivo cita tres razones:

- a. Seis Sigma se hace imperativo cuando hay que evaluar y mejorar la capacidad de los procesos.
- b. Seis Sigma es un medio para reducir la complejidad de diseños de productos y procesos al tiempo que se aumenta la fiabilidad.
- c. Seis Sigma es una puesta en escena para combatir lo que muchas veces se achaca a la "mala suerte"; esta puesta en escena es válida no sólo en el taller sino en cualquier lugar de la organización.

2.2.5. La visión de algunas empresas que se deciden por Six Sigma

Fue iniciado en Motorola en el año 1988 por el ingeniero Bill Smith, como una estrategia de negocios y mejora de la calidad, pero posteriormente mejorado y popularizado por General Electric.

Los resultados para Motorola hoy en día son los siguientes: Incremento de la productividad de un 12,3 % anual; reducción de los costos de no calidad por encima de un 84,0 %; eliminación del 99,7 % de los defectos en sus procesos; ahorros en costos de manufactura sobre los 10 000 millones de dólares y un crecimiento anual del 17,0 % compuesto sobre ganancias, ingresos y valor de sus acciones.

El costo en entrenamiento de una persona en Seis Sigma se compensa ampliamente con los beneficios obtenidos a futuro. Motorola asegura haber ahorrado 17 000

millones de dólares desde su implementación, por lo que muchas otras empresas han decidido adoptar este método.

Fraile, Barrio, & Monzón, (2003) Nuestra visión es convertirnos en fabricantes de nivel internacional, haciendo productos de nivel internacional. Este tipo de fabricante tiene la mejor oportunidad para desarrollar su negocio y sobrevivir, debido a su mayor rentabilidad. Tiene un nivel Seis Sigma en todos sus procesos y produce servicios y productos de igual calidad.

(Fraile, Barrio, & Monzón, 2003) Esta visión puede y debe cuantificarse. Técnicamente, calidad Seis Sigma equivale a un nivel de calidad con menos de 0,000003 defectos por oportunidad (3 defectos por millón de oportunidades). Desafortunadamente, no hay una regla inmediata, sencilla y fácil para alcanzar tal nivel de calidad. Seis Sigma es una metodología que ayudará a alcanzar tal objetivo.

2.3. Métricas del Six Sigma

a) Variación (σ)

La variación es un atributo de Six Sigma que mide el grado en el cual, cualquier proceso del negocio se desvía de su meta. La desviación estándar (σ) es una medición de la variación.

Según Lefcovich (2009), Sigma (σ) es un parámetro estadístico de dispersión que expresa la variabilidad de un conjunto de valores respecto a su valor medio, de modo que cuanto menor sea sigma, menor será el número de defectos.

b) DPMO

Son las siglas de defectos por millón de oportunidades y se calcula dividiendo el número total de defectos encontrados entre el número total de oportunidades de defectos por un millón.

$$DPMO = \frac{\# \text{ total de defectos encontrados}}{\# \text{ total de oportunidades de defectos}} \times 1000000$$

c) Capacidad del proceso

La capacidad del proceso es una comparación entre la variabilidad natural y la variabilidad especificada.

$$C_p = \frac{\text{variabilidad especificada}}{\text{variabilidad natural}} = \frac{LES-LEI}{6\sigma}$$

La definición de capacidad de un proceso puede expresarse como:

$C_p \geq 1 \rightarrow$ Proceso Capaz

$C_p < 1 \rightarrow$ Proceso No Capaz

Sin embargo, el índice C_p no es adecuado para aquellos casos en los que el proceso no esté centrado en el nominal de la especificación. Para estos casos se utiliza el índice C_{pk} . Que se define como el cociente entre la amplitud permitida y la amplitud natural, teniendo en cuenta la media del proceso respecto al punto medio de ambos límites de especificación.

$$C_{pk} = \text{menor} \left[\frac{LES - u}{3\sigma}, \frac{LEI - u}{3\sigma} \right]$$

En este caso la capacidad de un proceso se expresa de la siguiente manera:

$C_{pk} \geq 1$ Proceso Capaz

$C_{pk} < 1$ Proceso No Capaz

2.4. Proceso DMAIC

Se ha desarrollado una herramienta para resolver los problemas con la metodología Seis Sigma llamado DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) siendo un vocablo formado por las iniciales de las palabras en inglés de los pasos de la metodología: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar. Siendo esta una herramienta que en cada uno de sus pasos se enfoca a la disminución de la probabilidad de los errores de un proceso. Es importante recalcar que las fases del modelo DMAIC en realidad no se presentan en secuencia lineal.

2.5. Fase de Definición (Define).

Definir es la primera fase del modelo del modelo DMAIC. El propósito de la Fase de Definición es refinar aún más la comprensión del problema por el equipo del Proyecto 6 Sigma enfocado al consumidor. En esta fase, el equipo del proyecto definirá lo que se necesita para tener un proyecto 6 Sigma exitoso, esto incluye:

- Identificación de los clientes.
- Identificación de las necesidades de los clientes. También llamadas CTQ'S (Critical to Quality por sus siglas inglés).
- Alcance del proyecto.

La fase de definición comienza con el desarrollo de una declaración del Problema de Alto Nivel. El equipo del proyecto utilizará la fase de definición para organizarse, determinar funciones y responsabilidades, establecer objetivos y metas intermedias y repasar los pasos de proceso. La conclusión de la fase de definición es la terminación de la Asignación de Proyecto. Las etapas de la fase de definición se muestran en el siguiente diagrama de flujo:

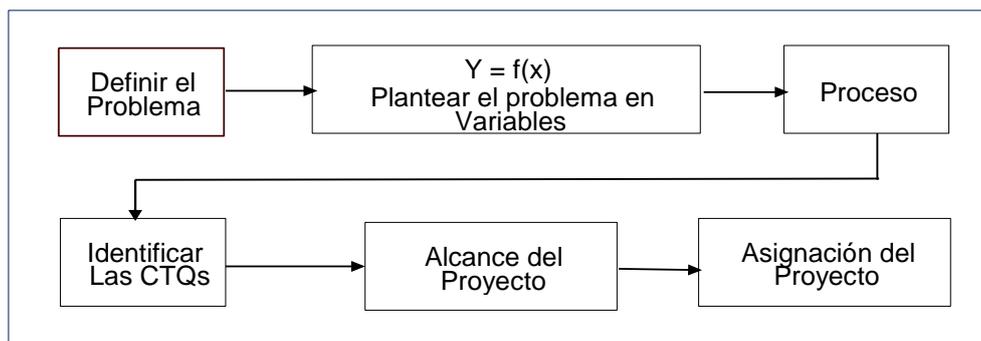


Figura n°3. Etapas de la fase de definición

Fuente: Propias del Autor

Es sumamente importante definir el problema desde un inicio, posteriormente plantear el problema a resolver en forma detallada y concreta. Es conveniente representar el proceso de manera gráfica para así poder comprender cómo es

actualmente y posteriormente replantearlo en forma más eficiente. El equipo del proyecto debe ser capaz de identificar las CTQs y cuáles de ellas son más importantes para el cliente, ya sea de un producto o servicio. Las CTQs deben de ser medibles para determinar el nivel de desempeño. El alcance del proyecto limita el rango de variables o factores que se van a medir y analizar. Lo más importante es que el problema quede dentro del área de control del equipo. La asignación del proyecto se refiere a los documentos y registros que se deben de llevar a cabo sobre el proyecto.

2.6. Fase de Medición (Measure)

En esta fase se miden los procesos internos que tienen un impacto en los clientes y en los críticos de la calidad. Es de suma importancia entender las relaciones de causalidad entre el desempeño de los procesos y el valor para el cliente. Luego de ello se definen los procedimientos para recopilar los datos adecuados. La información referente a los procesos y prácticas de producción proporciona información vital, al igual que la retroalimentación por parte de los supervisores, trabajadores y también los clientes.

Six-sigma utiliza una función en matemáticas para ilustrar la relación entre el proceso de desempeño y el valor del cliente: $Y=f(X)$. Donde Y es el conjunto de críticos de la calidad (variable dependiente) y X el conjunto de variables críticas de entrada que influyen en Y. Evans (2008, p510-512)

En su primera etapa se realiza un plan de recolección de datos para definir qué se debe medir, la cantidad de datos a recolectar, los tipos de datos con los que se va a trabajar, y luego se definen las metas y especificaciones de los productos y servicios para el cliente. En la segunda etapa se ejecuta el plan de recolección de datos, donde se calcula la línea base sigma, punto de partida del proceso o servicio a mejorar.

2.7. Fase de Análisis (Analyze)

En esta etapa se determinan las raíces de por qué ocurren los defectos, y se identifican las variables en el proceso que causan los defectos.

Los datos recolectados en la fase de medición deben analizarse, el tipo de análisis depende de la naturaleza de los datos recogidos, ya sean discretos o continuos. Para el caso de los datos discretos se realiza un Diagrama de Pareto o un diagrama de pastel, mientras que para el otro caso se realiza el análisis con una hoja de distribución de frecuencias o un diagrama de tendencias en Excel.

En el análisis de los procesos se identifican las principales ineficiencias y falencias presentes para luego identificar las posibles causas de dichas falencias. Se desarrolla un Diagrama de causa-efecto para poder llegar a las causas raíz de los problemas.

2.8. Fase de Mejoramiento (Improve)

El propósito de la Fase de Mejora es permitir al Equipo del Proyecto desarrollar, aplicar y evaluar las Alternativas de Mejora que lograrán el nivel de desempeño deseado según lo definido por las CTQ's.

La Fase de Mejora comienza con actividades de generación de ideas para generar Alternativas de Mejora.

El equipo del Proyecto prueba la solución propuesta utilizando un Piloto y evalúa la mejora.

Una vez que el Equipo del Proyecto selecciona la mejor alternativa, creará un nuevo mapa del proceso para ilustrar el nuevo flujo del proceso, y entonces realizará un AMEF (Análisis de modo de fallas y efectos) y un Análisis de Costos/Beneficios para asegurar que la posible mejora es viable y costeable.

La fase de mejora utiliza herramientas para la generación de ideas, experimentación, creación de pilotos, procesos de validación, mapas de proceso.

La Fase de Mejora concluye cuando el Equipo del Proyecto realiza un segundo análisis de capacidad para el nuevo proceso y demuestra mejoras válidas.

2.9. Fase de Control (Control)

Sirve para monitorear las mejoras aplicadas y los resultados obtenidos de ellas para asegurar el continuo éxito. Para esto se debe crear un plan de control y actualizar

documentación de los procesos. Las gráficas de control pueden ser de utilidad para esta etapa.

La última etapa de control no se desarrollará en la presente tesis debido a que el propósito vital es el de proponer mejoras, mas no implementarlas directamente.

El proceso necesita ser controlado para asegurar que los defectos no ocurran de nuevo. Es la fase final de la implementación del Six Sigma para asegurar que la ganancia se mantenga con el tiempo. En ella se define planes de control, documentación y condiciones de monitoreo.

Se debe tener en cuenta el seguimiento continuo para no dejar de perder de vista los problemas y que la variabilidad no regrese con fuerza por algún descuido. KAUSHIK y KHANDUJA (2009, pp 199-204)

2.10. Costos de Calidad

En su libro “Seis Sigma” Barba da a entender por costo de calidad, al costo de personal, material y herramientas, equipos e instalaciones empleados por todos los grupos de la empresa en relación a las actividades vinculadas con la calidad.

El costo de la calidad tiene la siguiente estructura:

Costo de prevención: Es el costo de todas las actividades y medidas tendientes a prevenir fallas o problemas.

Costo de evaluación o costos propios: Es el costo de los ensayos, inspecciones o auditorías para evaluar si la calidad especificada es lograda y mantenida.

Costo de fallas o pérdidas internas: Son los costos resultantes de ineficiencias o de un producto que no logra cumplir con los requisitos de calidad, previo a su entrega al cliente.

Costo de fallas o pérdidas externas: Son los costos resultantes de un producto o servicio que logra cumplir con los requisitos de calidad, luego de ser adquirido por el cliente.

2.11. Tolvas para Volquetes.

El Camión Volquete, también conocido como Camión Basculante o Bañera, se utiliza para el movimiento de tierras, para el acarreo de materiales o productos en general. Está dotado de una tolva o caja abierta basculante que descarga por vuelco. Transporta cargas de hasta 20Tm. A diferencia del Camión Dúmpfer, la caja basculante se adapta a un bastidor dotado de motor, prefabricado en serie.

2.12. Partes de la Tolva.

2.12.1. Cubre cabina

Es diseñada de acuerdo a las características de la cabina, en los camiones semi-roqueros esta es de aproximadamente 0.7m de largo y ancho igual al parachoques. Su función básica es proteger a la cabina de impactos de cualquier material al momento de cargar la tolva, ya que un choque directo podría dañar severamente la estructura de la cabina e incluso penetrarla.

2.12.2. Puerta Trasera

Esta puerta puede ser de accionamiento mecánico o hidráulico, esto depende del comprador ya que con ambos tipos puede funcionar correctamente. Su función es permitir que el material salga de la tolva únicamente cuando se requiera. Esta puerta se refuerza debido a las cargas que soporta al momento de carga de la tolva, ya que el material tiende a deslizarse hacia la parte posterior del camión. El material utilizado en la pared de la tolva es acero de alta resistencia Hardox. ® 450 con refuerzos de acero al carbón A36 y el proceso de soldeo es por arco.

2.12.3. Bisagra Principal

Utiliza un pasador de lado a lado para que la tolva tenga un soporte más en el momento de la descarga (recordemos que existe un cilindro hidráulico principal y dos más cerca del centro de gravedad que ayudan a soportar el peso de la tolva). La bisagra está soldada al bastidor con MIG (la razón se verá más adelante en el proceso de soldadura)

2.12.4. Guarda Fangos

Sirve para evitar que material del camino sea salpicado hasta la tolva y pueda dañar su pintura. Está fabricado con planchas de acero A36 y soldada al cuerpo de la tolva con MIG.

2.12.6. Cubre Tolva

Se utiliza en la ciudad y a las afueras de ella especialmente en lámina, donde es obligatoria que esté presente según la Guía Ambiental de Manejo y Transporte de Concentrados Minerales del MINEM (Ministerio de Energía y Minas) (Anexo B), Así como en Las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras del MTC (Anexo C) Generalmente se usa lona por ser resistente a temperaturas elevadas, humedad, etc.

2.12.7. Refuerzos

Fabricados de acero A36 sirven para añadir resistencia a las paredes de la tolva, esto porque al momento de llenarla, dentro de esta se crean esfuerzos que tienden a deformar las paredes como si fuese un globo llenándose de aire, a continuación, se verá la diferencia de la tolva con la que se trabaja en este proyecto y un modelo comercial de la misma capacidad con mayor uso de refuerzos.

2.12.8. Cubre Tolva

Se utiliza en la ciudad y a las afueras de ella especialmente en la mina, donde es obligatoria que esté presente según la Guía Ambiental de Manejo y Transporte de Concentrados Minerales del MINEM (Ministerio de Energía y Minas) (Anexo B), Así como en Las Especificaciones Técnicas Generales para la Conservación de Carreteras del MTC (Anexo C) Generalmente se usa lona por ser resistente a temperaturas elevadas, humedad, etc.

2.12.9. Recubrimiento y Pintura

Dos capas de esmalte sintético en un color a elección, sobre dos capas de anticorrosivo, además hay una alternativa de pintura electroestática* en color a elección.

CAPÍTULO 3

METODOLOGÍA

3.1. Operacionalización de variables

Tabla n°2. Operacionalización de variables

Variables		Unidad	Índice	Indicador
Variable Independiente	Metodología Six Sigma	DMAIC	<ul style="list-style-type: none"> • Definir • Medir • Analizar • Mejorar • Controlar 	Diseño de Implementación de Mejora
		DPMO	$\frac{\text{Und. defectuosas} \times 1 \text{ millón}}{\text{Und. producidas} \times \text{Oportunidad}}$	Nivel Sigma
Variable Dependiente		Cp	$\frac{LTS - LTI}{6\sigma}$	Índice de Capacidad
		Cpk	$\text{Mínimo} \left[\frac{\mu - LTI}{3\sigma}, \frac{LTS - \mu}{3\sigma} \right]$	Índice de Capacidad Real del Proceso

Fuente: Elaboración Propia

3.2. Diseño de investigación

- Pre experimental
- Transversal y Descriptivo

3.3. Unidad de estudio

Tolvas fabricadas en RMB SATECI

3.4. Población

La población la constituye el área de producción de la empresa RMB SATECI S.A.C.

3.5. Muestra (muestreo o selección)

La muestra constituye las 60 tolvas estudiadas

3.6. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

✓ Diagrama de Pareto:

Objetivo.

Obtener resultados sobre cuáles son los defectos más relevantes que tiene cada tolva.

Procedimiento.

Se analizó cada tolva, para saber cuáles son los defectos más relevantes.

Los defectos identificados son capas de pintura, fisuras.

Esta información se colocó en una tabla de excel para luego en Minitab 16, hacer un diagrama de Pareto.

Instrumentos.

Papel

Exel

Minitab 16

✓ Diagrama de Causa Efecto:

Objetivo.

Identificar las causas que conllevan a los principales problemas de la empresa.

Procedimiento.

Se observó y analizo cada proceso dentro de planta para ver donde había problemas.

De todos los problemas encontrados, analizamos cuales eran los principales, tales como los problemas de pintura, soldadura y corte.

De cada problema se analizó las causas como la mano de obra, la maquinaria entre otros, para de este modo tener más información a detalle de donde se tiene que corregir.

Instrumentos.

Cámara fotográfica.

Papel.

Lapiceros.

Minitab 16.

✓ **Grafica de control:**

Objetivo.

Supervisar procesos de producción e identificar inestabilidad y circunstancias anormales.

Procedimiento.

Dentro de planta en una producción de 60 tolvas se observó cuanto del total, estaba en estado defectuoso.

Esto paso al programa Minitab 16, junto con la media y la desviación estándar, para obtener los puntos críticos en la variabilidad de los defectos.

Instrumentos.

Papel.

Lapiceros.

Programa Minitab 16

3.7. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Tabla n°3. Métodos de recolección de datos.

Métodos	Fuente	Técnicas
	Base de datos sobre los defectos de corte	Análisis estadístico.
Cuantitativo	Base de datos sobre los defectos de pintura	Análisis estadístico.
	Base de datos sobre los defectos de soldadura	Análisis estadístico.

Fuente: Elaboración Propia

En la siguiente tabla se muestra el método de recolección de datos donde apreciamos que el método es Cuantitativo usando una técnica de análisis estadístico para los distintos procesos de producción que hemos tenido en cuenta como son: Corte, Pintura y Soldadura.

CAPÍTULO 4 RESULTADOS

4.1. Diagnóstico Situacional de la Empresa

4.1.1. Aspectos generales

RUC: 20166717389

Razón Social: RMB SATECI S.A.C

Condición: Activo

Fecha Inicio Actividades: 21 / Abril / 2004

Dirección legal: Av. Nicolás Ayllon Nro. 2691

Departamento: Lima

Distrito/Ciudad: El Agustino/Lima

Teléfono: (511) 713-8400 Anexo: 148

Gerente General: Muttini Bertolero Roberto

4.1.2. Descripción de la Actividad

RMB SATECI S.A.C. es una empresa de capitales peruanos con más de 60 años de experiencia, líder del sector industrial metalmecánico. Especialista en la fabricación de carrocerías para el transporte de carga pesada diversa, es la única empresa del sector carrocerero que cuenta con las certificaciones de calidad ISO 9001 y de seguridad OHSAS 18001. Nuestra amplia experiencia y know how nos permiten elaborar productos de altísimo desempeño, así como la mejor propuesta de valor para nuestro cliente.

4.1.3. Servicio al Cliente

Ofrecemos un servicio de calidad, asesorando a nuestros clientes técnica y comercialmente desde el inicio de sus proyectos y estamos presentes, durante y después de la entrega de sus unidades.

4.1.4. Post Venta

Ofrecemos visitas de inspección preventiva, donde nuestros ingenieros realizan un minucioso levantamiento de información y un análisis situacional de cada una de las unidades, lo que nos permite detectar y corregir a tiempo problemas en curso, asegurando la continuidad de las operaciones de nuestros clientes, además tenemos los mejores tiempos de respuesta de postventa, atendiendo a nuestros clientes en obra cuando se requiera.

4.1.5. Misión

Ser reconocidos en el mercado por nuestra calidad de productos y soluciones innovadoras, que cumplan con todas las expectativas de nuestros clientes, con el soporte de un grupo motivado para contribuir al desarrollo del país.

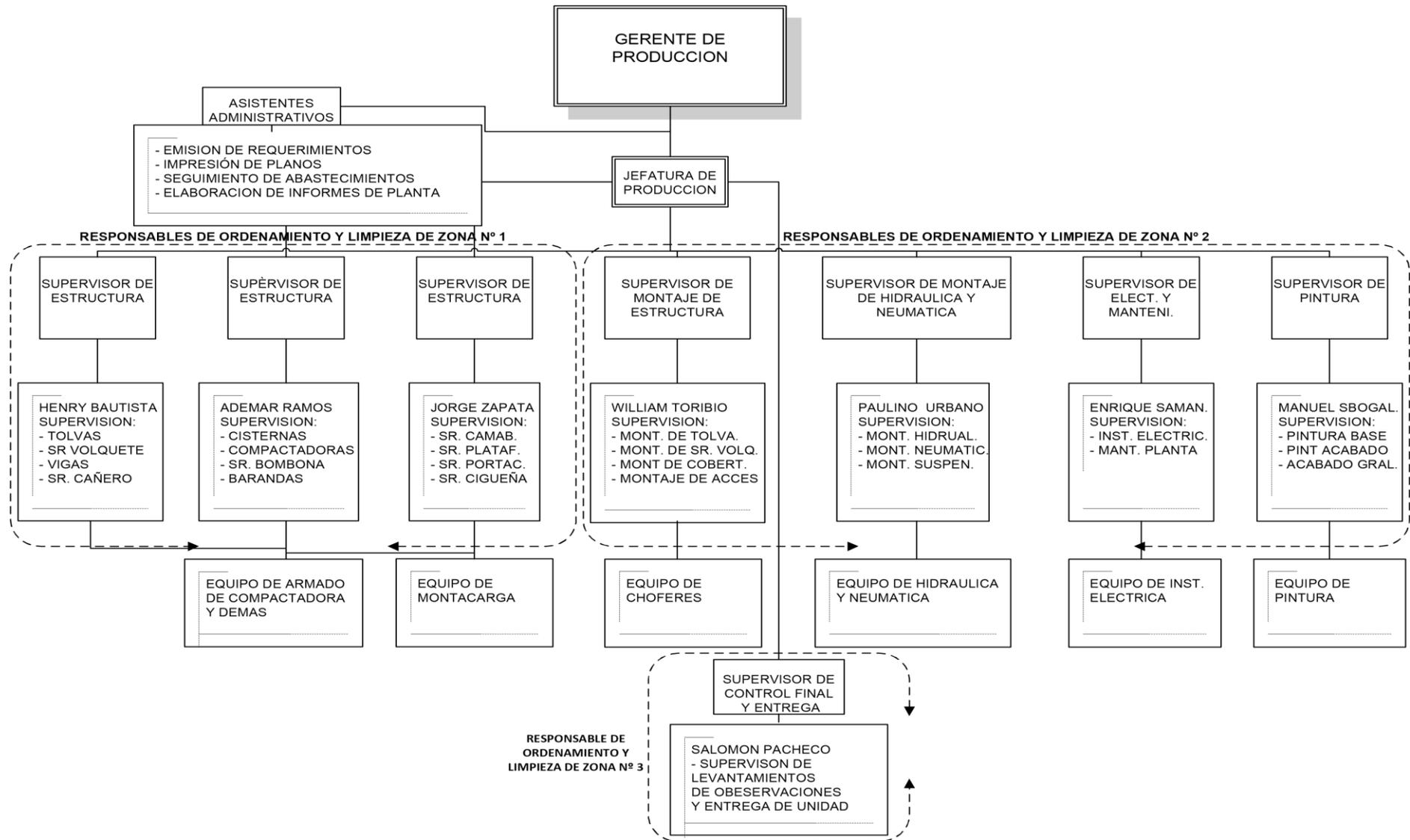
4.1.6. Visión

Ser el líder en la industria nacional de carrocerías para el transporte de carga; y ser reconocidos por los altos estándares de calidad de nuestros productos y servicios.

4.1.7. Productos

- Superestructuras
- Semirremolques
- Remolques
- Proyectos y Estructuras

4.1.8. Organigrama



4.1.9. Distribución de Planta



Figura n°4. Distribución de Planta

Fuente: RMB SATECI S.A.C

4.1.15. Diagramas de Producción

Los diagramas de producción que son las representaciones graficas de los pasos que se siguen en toda la secuencia de actividades dentro de los procesos de producción se encuentran en el anexo n°15 En donde encontramos los siguientes DOP.

- ❖ DOP – Caja Half Round
- ❖ DOP – Pintura
- ❖ DOP – Sistema Eléctrico
- ❖ DOP – Caja cola de Pato

3.1. Operacionalización de variables

Tabla n°4. Operacionalización de variables

Variables	Unidad	Índice	Indicador
Variable Independiente	Metodología Seis Sigma DMAIC	<ul style="list-style-type: none"> • Definir • Medir • Analizar • Mejorar • Controlar 	Diseño de Implementación de Mejora
	Cp	$\frac{LTS - LTI}{6\sigma}$	Cp = 0.42
	Cpk	$\text{Mínimo} \left[\frac{\mu - LTI}{3\sigma}, \frac{LTS - \mu}{3\sigma} \right]$	Cpk = -0.08
Variable Dependiente	DPMO	$\frac{x}{60 \times 10^6} \times 1 \text{ millon} = 592996.82$	Nivel Sigma (1,26)

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente tabla muestra los datos obtenidos en la operacionalización de variables que nos da en nuestras variables independientes índice de capacidad Cp = 0.42; con un índice de capacidad real del proceso Cpk = -0.08 y en nuestra variable dependiente DPMO un nivel sigma de 1.26.

4.3. Fase de definición.

4.3.1. Identificación del cliente.

Los productos que elabora la empresa todos son relacionados al metal mecánico de los diferentes sectores industriales del país y el servicio consiste en fabricar todo tipo de carrocerías mecánicas e hidráulicas.

Utilizando una data para estudiar los síntomas del proceso de producción y saber en qué área es donde se necesita aplicar una mejora.

4.3.2 Selección del proyecto six sigma.

La iniciación de todo proyecto six sigma parte de un problema que se identifica en un proceso.

X	Cantidad de defectos encontrados en el área de proceso de producción	Causa del problema
Y	Defectos presentes en la producción	Problema

4.3.3 Proceso.

Con la ayuda de un representante del área de procesos el cual calificó cada tolva por proceso estudiado, donde se hizo un conteo solo de tolvas fabricadas en un mes. Con esta data se hallará el nivel sigma en el cual se encuentra con la ayuda de programa Minitab v16.

Luego diagnosticando los resultados se propondrá una mejora para elevar el nivel sigma, de tal forma que tengan mejor calidad de producto y reducir posibles gastos de fabricación de las tolvas y otras carrocerías que también son elaboradas en la empresa RMB SATECI S.A.C

4.3.4 Límites de especificación

En el presente estudio, la especificación ha sido determinada por el área de producción, teniendo en cuenta que la decisión no afecte al cliente. Dichos límites delimitan la calidad de cada proceso de producción que están dispuestos a aceptar.

Límite de especificación inferior (LEI O LSL) = 13.0

Límite de especificación superior (LES ULS) = 15.0

4.3.5 Diagrama Ishikawa (causa-efecto)

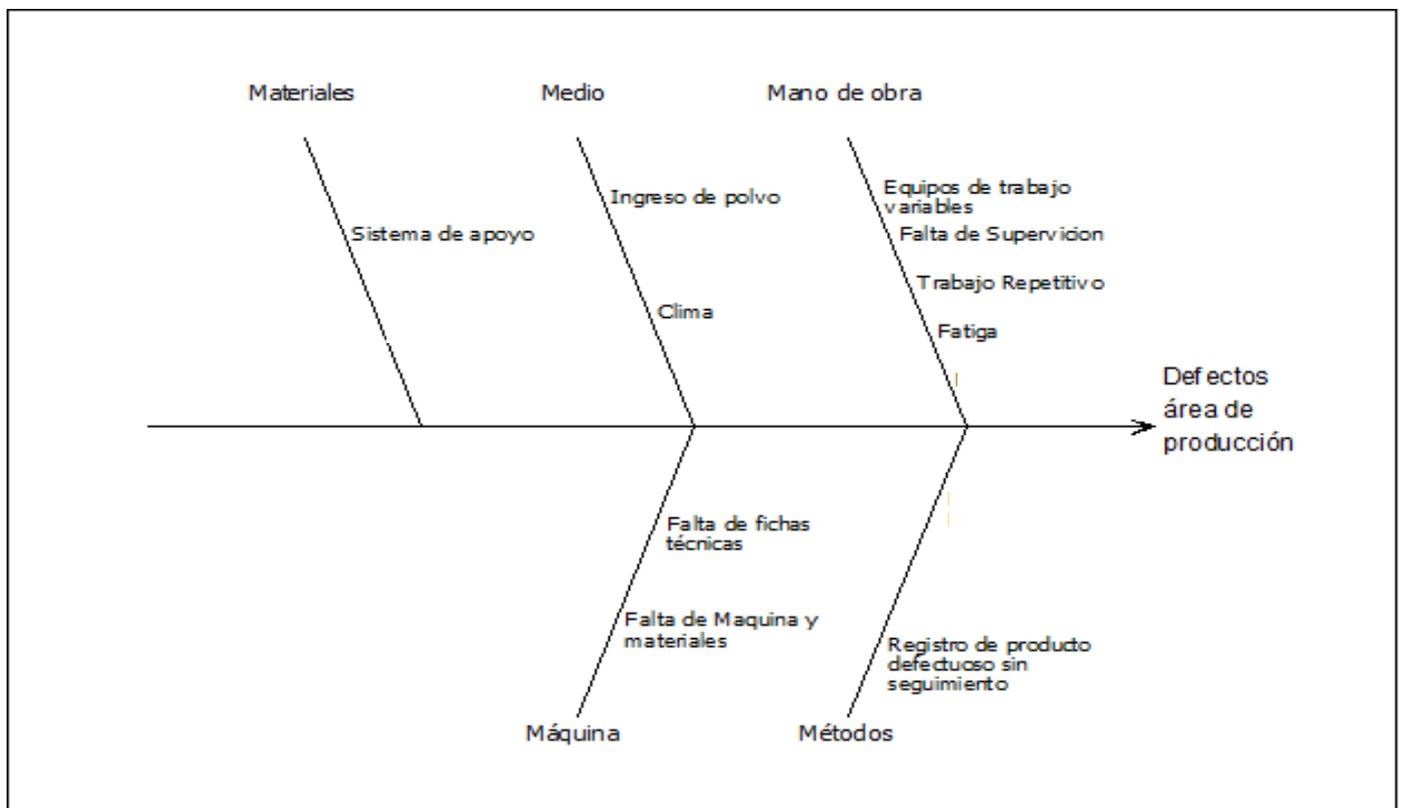


Figura n°5. Diagrama Ishikawa

Fuente: Elaboración Propia

4.3.6 Aplicación de la técnica

En el proceso de producción cuenta con gran cantidad de variables de afectan directa o indirectamente a la elaboración de las tolvas para que estas sean optimas o no, se

tomaron en cuenta sólo las variables más influyentes en la tabla n°7, que son subramas del diagrama de Ishikawa (figura 5).

Tabla n°5. Tipos de defectos presentes en una pieza pintada

#	Defecto	#	Defecto
1	Tonalidad de color	8	Marcas dactilares
2	Repintado	9	Mala distribución de pintura
3	Decapado	10	Decapado incompleto
4	Mermas de soldadura	11	Pieza dañada por corte
5	Grumos	12	Mala soldadura
6	Mal corte de laminas	10	Pintado dañado por polvo

Elaboración: Propia

Se solicitó al jefe de producción y a sus operadores encargados, que asignen un valor (tabla n°7) de acuerdo a la importancia de cada variable.

Tabla n°6. Criterio de puntuación utilizada para los procesos

5	Sin errores (defectos)
4	El error es indiferente
3	Pocos (defectos)
2	Intermedio (defectos)
1	Muchos (defectos)

Fuente: Elaboración Propia

Tabla n°7. Lista de defectos presentes en la producción

N° Tolva	Corte	Soldadura	Pintura	V. T	N° Tolva	Corte	Soldadura	Pintura	V. T
	(1-5)	(1-5)	(1-5)			(1-5)	(1-5)	(1-5)	
1	5	5	5	15	31	5	3	5	13
2	4	5	5	14	32	4	5	3	12
3	5	5	5	15	33	5	5	3	13
4	5	5	3	13	34	5	3	3	11
5	5	5	4	14	35	4	5	4	13
6	5	3	3	11	36	5	5	3	13
7	5	4	3	12	37	5	5	3	13
8	5	5	3	13	38	5	3	3	11
9	5	5	3	13	39	5	5	3	13
10	5	5	3	13	40	5	5	3	13
11	5	5	3	13	41	5	3	5	13
12	5	5	3	13	42	5	3	3	11
13	5	5	3	13	43	5	5	3	13
14	5	5	2	12	44	5	5	3	13
15	5	5	3	13	45	4	5	3	12
16	5	5	3	13	46	5	5	3	13
17	5	5	3	13	47	5	5	3	13
18	5	5	2	12	48	5	5	2	12
19	5	3	5	13	49	4	5	3	12
20	4	4	5	13	50	5	5	4	14
21	5	4	5	14	51	5	5	5	15
22	5	3	3	11	52	4	5	5	14
23	5	5	3	13	53	5	3	5	13
24	5	5	3	13	54	5	5	3	13
25	5	5	3	13	55	5	3	3	11
26	5	5	3	13	56	5	4	3	12
27	5	5	3	13	57	5	5	3	13
28	5	5	2	12	58	5	5	3	13
29	5	5	4	14	59	5	5	2	12
30	4	5	3	12	60	4	5	3	12

Fuente: Información provista por la empresa.

Elaboración propia

Durante el proceso productivo de corte, soldado y pintado de las piezas de las tolvas, mensualmente se detectan un promedio de 60 unidades, que tienen defectos los cuales se encuentran enunciados en la tabla n°5.

Tabla n°8. Lista de defectos presentes en la producción

Defecto	Operación	Defectuosas
Corte de laminas	Corte	9
Grumos en la superficie y tonalidad	Pintado	49
Mermas de soldadura	Soldadura	14

Fuente: Información provista por la empresa.
Elaboración propia

Dicha información se analizó en la herramienta Minitab v16 para obtener el diagrama de Pareto correspondiente a la figura.

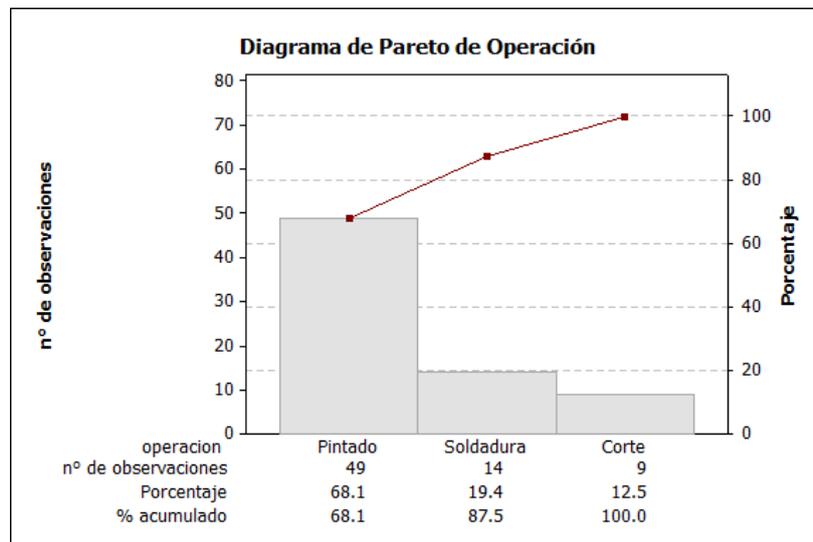


Figura n°6.grafica histograma corte, pintado, soldadura

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, los datos obtenidos mediante la técnica de 80/20 Diagrama de Pareto se tiene como principal causa que el Pintado tiene un porcentaje del 49%

lo que demuestra que es el área donde más problemas se muestran la cual es la principal área de estudio para una mejora.

4.3. Fase de medición.

4.4.1 Capacidad del proceso.

Para llevar a cabo el cálculo del índice de capacidad se utilizó las muestras de la tabla de defectos presentes en el proceso de producción, y las especificaciones basadas en los límites de especificación. (LEI = 13.0 y LES = 15.0).

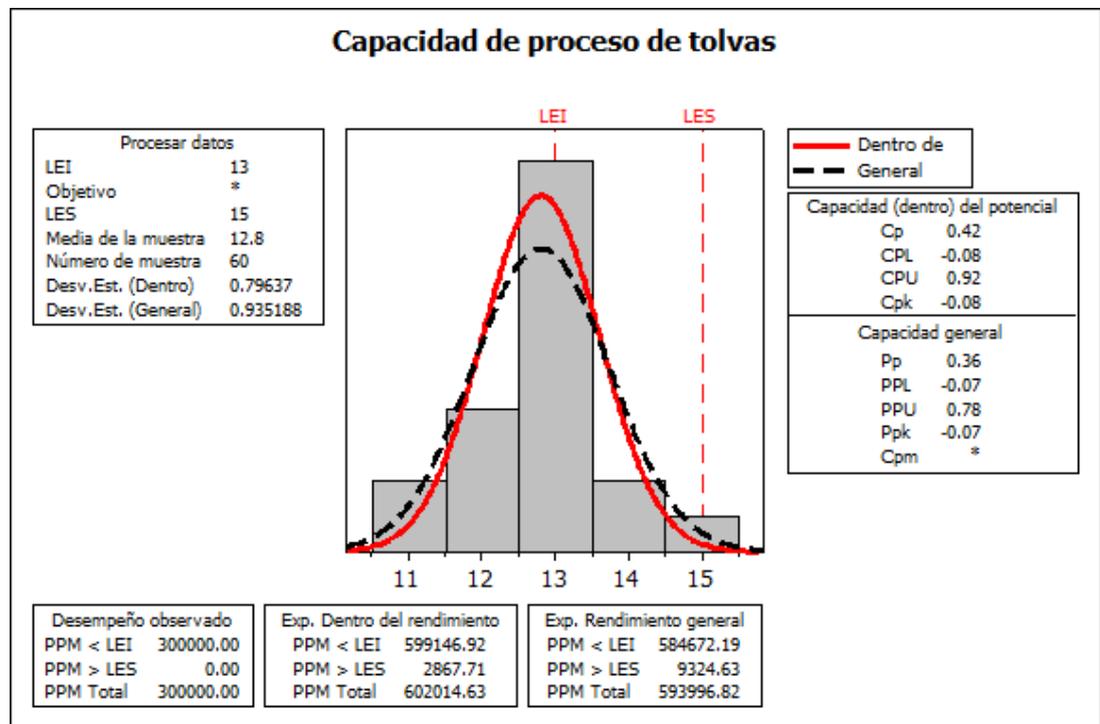


Figura n°7. Gráfica Capacidad del proceso

Fuente: Elaboración propia.

El gráfico de capacidad del proceso arrojó un $C_p = 0.42$. Siendo menor a 1, el C_p indica que el proceso de producción no es capaz de operar dentro de las especificaciones. La cola derecha e izquierda de la campana de gauss, que caen fuera de los límites de especificación. El valor negativo de $C_{pk} = -0.08$ corrobora que la media ($x = 12.8$) está fuera de las especificaciones, verificando lo comentado en el gráfico de control.

4.4.1 Nivel sigma del proceso.

Para el cálculo del nivel sigma se utilizó el valor de Z. bench del gráfico de capacidad de tolva, dicho valor está indicando la probabilidad total de defecto en el proceso antes de la mejora. Asumiendo un desplazamiento de 1,5 sigma, se obtuvo un nivel sigma de 1.26 sigma ($Z. Bench + 1,5 = 1.26$) para el proceso antes de la mejora, cuantificándose un error total de 59,40% o 592996.82 PPM.

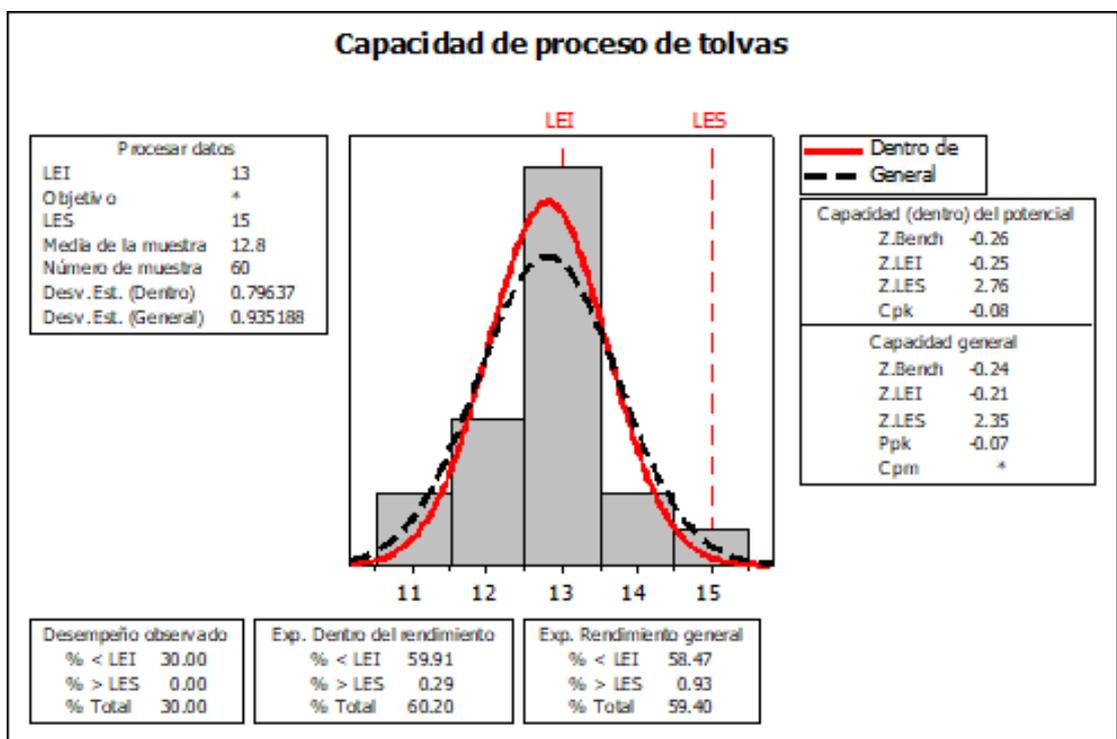


Figura n°8. Gráfica nivel sigma del proceso

FUENTE: Elaboración propia

4.3. Fase de analizar.

4.5.1 Análisis de defectos en el proceso de producción

De acuerdo a las gráficas analizadas podemos notar que el núcleo del problema es el proceso de pintura ya que es el proceso donde más defectos se encontró lo que hace que las puntuaciones estén relativamente bajas el siguiente diagrama de pastel

indica que el proceso de pintura es donde se tiene que aplicar una mejora, para eliminar la gran cantidad de defectos en mencionado proceso.

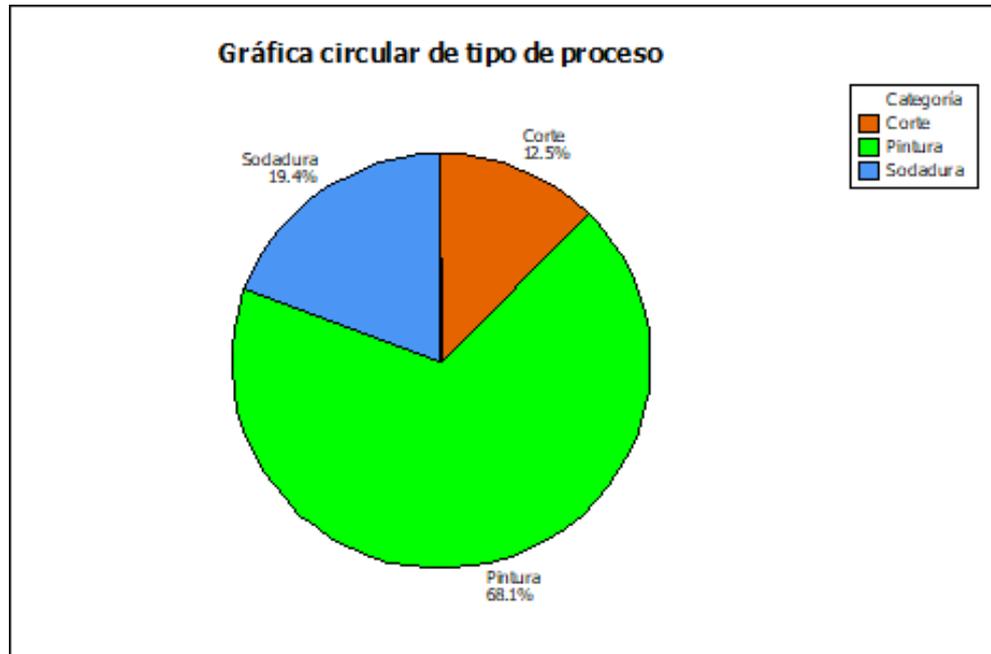


Figura n°9. Gráfica circular de tipo de proceso

Fuente: Elaboración propia.

Luego de analizar la gráfica circular, analizamos la gráfica de probabilidad de pintura obteniendo una media de 3.35 la cual no es lo óptimo y se tiene que proceder a aplicar la mejora ya que esa media conlleva a corregir los errores, y de tal forma se gasta más material y tiempo para tenerlas optimas, lo que es un gasto para la empresa.

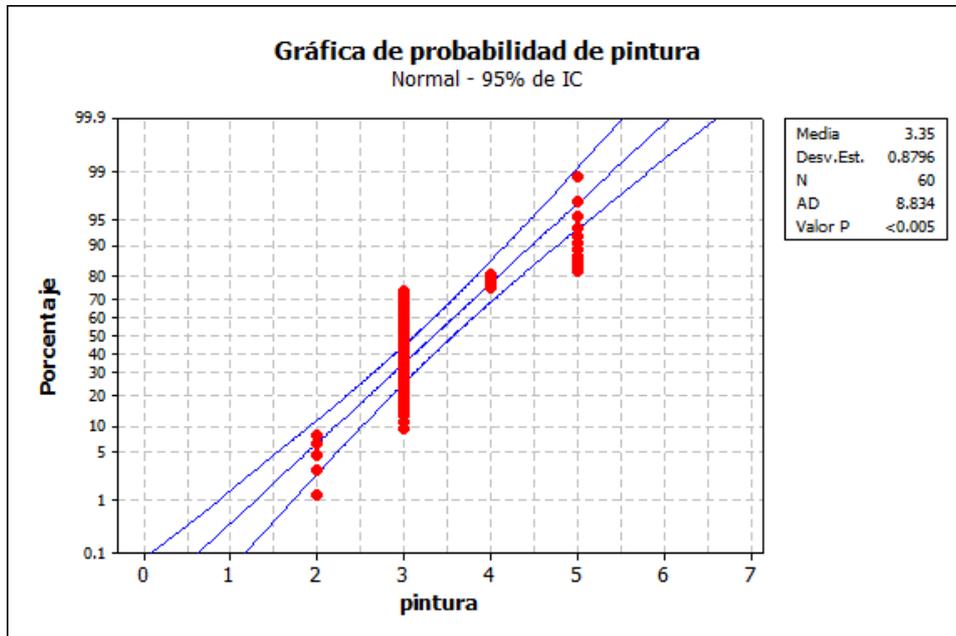


Figura n°10. Gráfica de probabilidad de pintura

Fuente: Elaboración propia

4.3. Fase de mejora.

Después de medir las variables y analizar los datos obtenidos se propone a la empresa de estudio, instalar una cabina de Granallado para mejorar el proceso de pintura.

Actualmente la empresa RMB SATECI S.A.C no cuenta con un área de pintura y acabados aislada, lo cual por motivos medioambientales los productos se manchan, se malogra su acabado y conlleva a un costo extra para darle el óptimo acabado y complicar con su normativa de calidad.

La figura n°11 Y figura n°12 muestra abolladuras concentradas en la tolva y desprendimiento de pintura lo que es muy evidente y genera un gasto en el costo de reparación.



Figura nº11. Abolladuras concentradas de Tolvas
Fuente: Empresa RMB SATECI S.A.C



Figura nº12. Desprendimiento de pintura de Tolvas
Fuente: Empresa RMB SATECI S.A.C

4.6.1 Tipos de limpieza de superficie para pintura que se utiliza.

4.6.1.1 SSPC-SP-1 / Limpieza con Solventes.

Es llamada limpieza con solvente. sin embargo, está basado en la utilización de productos tales como: vapor de agua, soluciones alcalinas, emulsiones jabonosas, detergentes y solventes orgánicos. Mediante este método son removidos la mayoría de los contaminantes como: grasa, aceite, polvo y sales soluble en el agente limpiador. La solución limpiadora es aplicada suavemente o mediante equipo de presión, seguido de un lavado con agua natural y secado con equipo de vacío o simplemente utilizando aire seco.

4.6.1.2 SSPC-SP-2 / Limpieza Manual.

Este método utiliza herramientas manuales, no eléctricas, para eliminar impurezas, tales como: residuos de soldaduras, oxidación, pintura envejecida y otras incrustantes que puedan ser removidos con el solo esfuerzo humano. A través de este método, generalmente no es posible desprender completamente todas las incrustaciones.

4.6.1.2.3 SSPC-SP-8 / Limpieza Química.

Método para limpieza de metales, mediante reacción química, electrólisis o por medio de ambos. A través de una reacción química con algún producto específico, superficies metálicas son liberadas de escamas, óxido, pintura y materiales extraños, posteriormente la reacción es neutralizada con alguna otra solución y secada con aire o vacío.

4.6.2 Grado de Limpieza que debemos adoptar por Chorro abrasivo

4.6.2.1 SSPC-SP-5 / Limpieza con chorro de Abrasivo Grado Metal Blanco

Este tipo de limpieza, utiliza algún tipo de abrasivo a presión para limpiar la superficie, a través de este método, se elimina toda la escama de laminación, óxido, pintura y cualquier material incrustante. Una superficie tratada con este método, presenta un uniforme color gris claro, ligeramente rugoso, que proporciona un excelente anclaje a los recubrimientos.

4.6.2.2 Granallado

Es una técnica de tratamiento de limpieza superficial por impacto con el cual se puede lograr un acabado superficial y simultáneamente una correcta terminación superficial. Consiste en la proyección de partículas abrasivas (granalla) a gran velocidad (65 - 110 m/s) que, al impactar con la pieza tratada, produce la eliminación de los contaminantes de la superficie.

4.6.2.2.1 Proceso de granallado

Ventajas

- ❖ Proceso que proporciona una buena adherencia de pintura a la superficie.
- ❖ Granalla reutilizable 3600 veces.
- ❖ No Absorbe humedad.
- ❖ No crea demasiada polución y contaminación.

Desventajas

- ❖ Implementación de proceso con costo elevado



Figura n°13. Granallado Semiautomático

Fuente: Google

La figura n°13 es una representación de la cabina de granallado donde se aprecia al operador con su equipo de trabajo, los ductos y estructura que se detallará en los siguientes puntos.

4.6.3 Dimensiones de la cabina de granallado

La cabina de granallado tendrá que tener las siguientes dimensiones descritas en la siguiente tabla:

Tabla n°9. Dimensiones de la Cabina de Granallado

CABINA DE GRANALLADO	
ANCHO	5.0 Metros
LARGO	18.0 Metros
ALTO	4.5 Metros

Fuente: Elaboración Propia

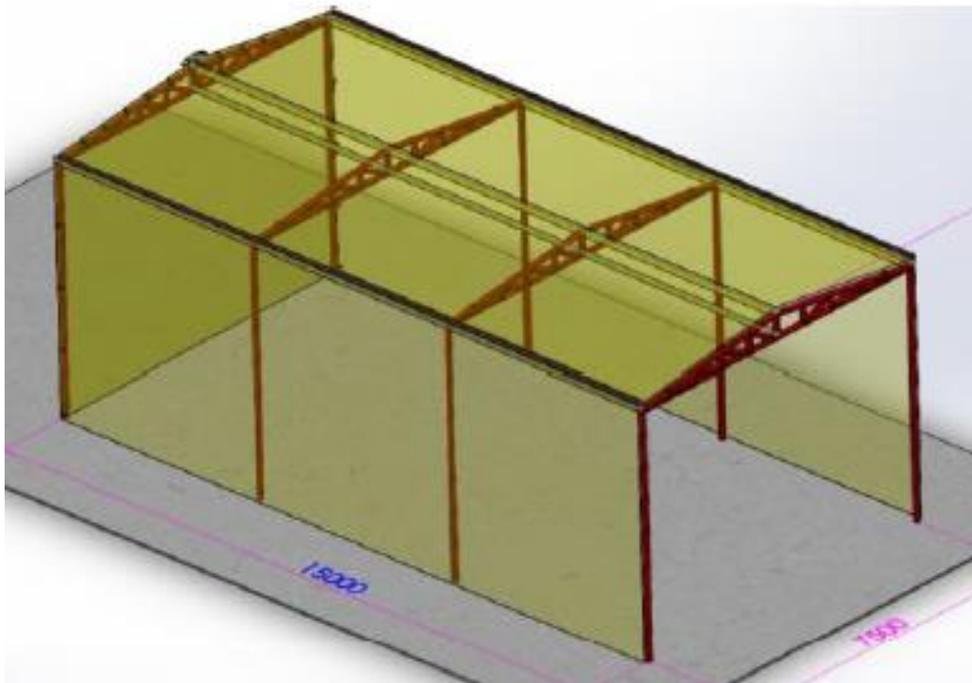


Figura n°14. Cabina de Granallado Semiautomático

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3.1 Limpieza de polvos internos de cabina

Se tendrá que diseñar una campana de extracción la cual se encargara de captar los contaminantes generados por los procesos industriales dentro del cuarto de granallado, su eficacia dependerá de su capacidad para generar cercanías del foco emisor del contaminante

4.6.3.2 Diseño del Sistema de Ductos

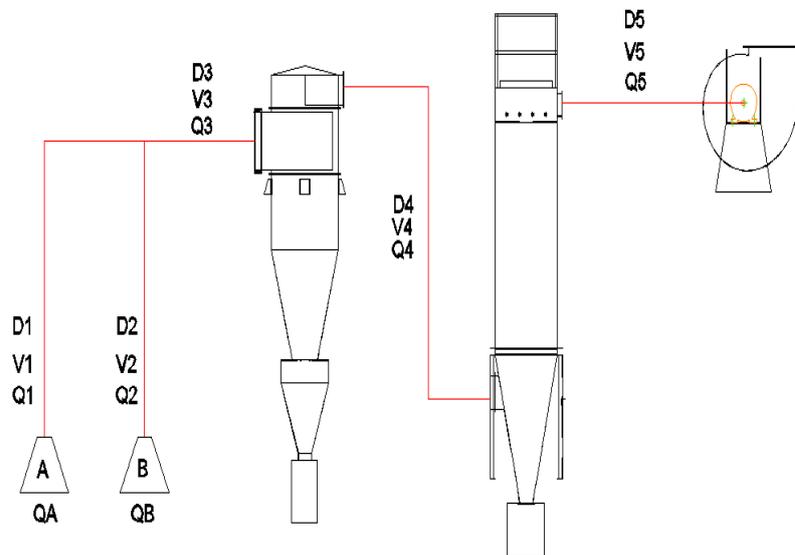


Figura n°15. Diseño de Sistema de Ductos

Elaboración: Propia

En la siguiente figura s muestra un esquema de como tendrían que ser el sistema de ductos para la extracción de polvo para la cabina de granallado.

4.6.3.3 Diseño de Cabina de Granallado con Ductos

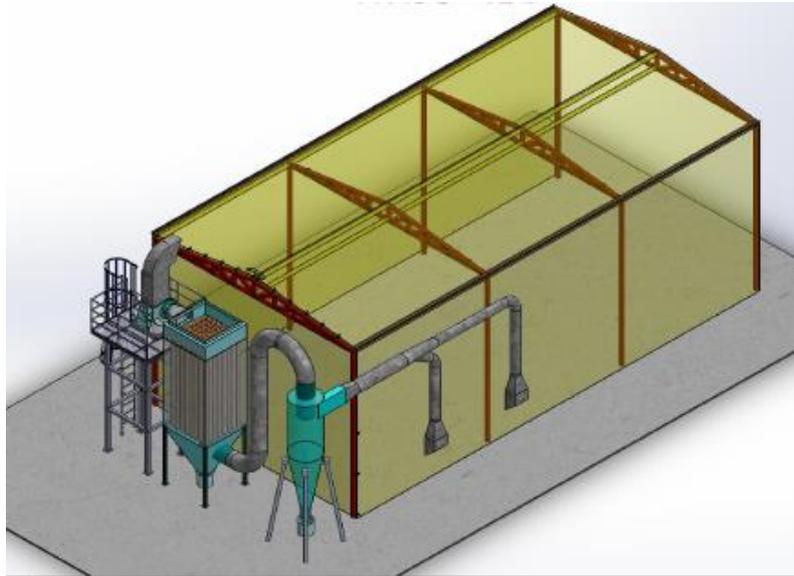


Figura n°16. Diseño de Cabina de Granallado con Ductos

Fuente: Elaboración Propia

4.6.3.3 Accesorios de granallado

GRANALLA DE ACERO G-50, ERVIN Amasteel
(marca americana reconocida a nivel mundial por tener el Más Alto Nivel de Calidad, permite reducción de costos de hasta 50% por su alto nivel de rehuso: 3600 veces)

**ERVIN
AMASTEEL**



EQUIPO PROTECCION MOD.NOVA3 C/ CAPA DE NYLON REFORZADO, RPB (USA). Incluye capa, tubo de respiracion, cinturon y válvula reguladora de aire.

rpb ADVANCING YOUR SAFETY



FILTRO DE AIRE 2 SALIDAS PARA GRANALLADOR, RPB (USA)

rpb ADVANCING YOUR SAFETY



MANGUERA DE AIRE PARA GRANALLADOR, 15MTS, RPB(USA)

rpb ADVANCING YOUR SAFETY



Figura n°17. Accesorios de granallado

Fuente: Elaboración Propia

Es importante que operario tenga su equipo de protección la cual es una capa de nylon reforzado. La granalla de acero G-50 la cual permitirá reducción de costos hasta 50% por su nivel de reutilización la cual es de hasta 3600 veces.

4.3. Fase de Controlar.

Luego de la propuesta de mejora se proyecta que eliminaremos por completo los errores en el proceso de pintura en la siguiente tabla estas los datos de como seria la tabla de errores.

En el proceso de corte no se han aplicado mejoras ni el proceso de soldadura ya que solo se ha centrado en el proceso de pintura.

Tabla n°10. Lista de defectos presentes en la producción

N° Tolva	Corte	Soldadura	Pintura	V. T	N° Tolva	Corte	Soldadura	Pintura	V. T
	(1-5)	(1-5)	(1-5)			(1-5)	(1-5)	(1-5)	
1	5	5	5	15	31	5	3	5	13
2	4	5	5	14	32	4	5	5	12
3	5	5	5	15	33	5	5	5	13
4	5	5	5	13	34	5	3	5	11
5	5	5	5	14	35	4	5	5	13
6	5	3	5	11	36	5	5	5	13
7	5	4	5	12	37	5	5	5	13
8	5	5	5	13	38	5	3	5	11
9	5	5	5	13	39	5	5	5	13
10	5	5	5	13	40	5	5	5	13
11	5	5	5	13	41	5	3	5	13
12	5	5	5	13	42	5	3	5	11
13	5	5	5	13	43	5	5	5	13
14	5	5	5	12	44	5	5	5	13
15	5	5	5	13	45	4	5	5	12
16	5	5	5	13	46	5	5	5	13
17	5	5	5	13	47	5	5	5	13
18	5	5	5	12	48	5	5	5	12
19	5	3	5	13	49	4	5	5	12
20	4	4	5	13	50	5	5	5	14
21	5	4	5	14	51	5	5	5	15
22	5	3	5	11	52	4	5	5	14

23	5	5	5	13	53	5	3	5	13
24	5	5	5	13	54	5	5	5	13
25	5	5	5	13	55	5	3	5	11
26	5	5	5	13	56	5	4	5	12
27	5	5	5	13	57	5	5	5	13
28	5	5	5	12	58	5	5	5	13
29	5	5	5	14	59	5	5	5	12
30	4	5	5	12	60	4	5	5	12

Fuente: Información proyectada
Elaboración propia

Se analizó los nuevos datos en el programa Minitab v16 y obtuvimos los siguientes datos

4.6.1 Capacidad del proceso después de la mejora

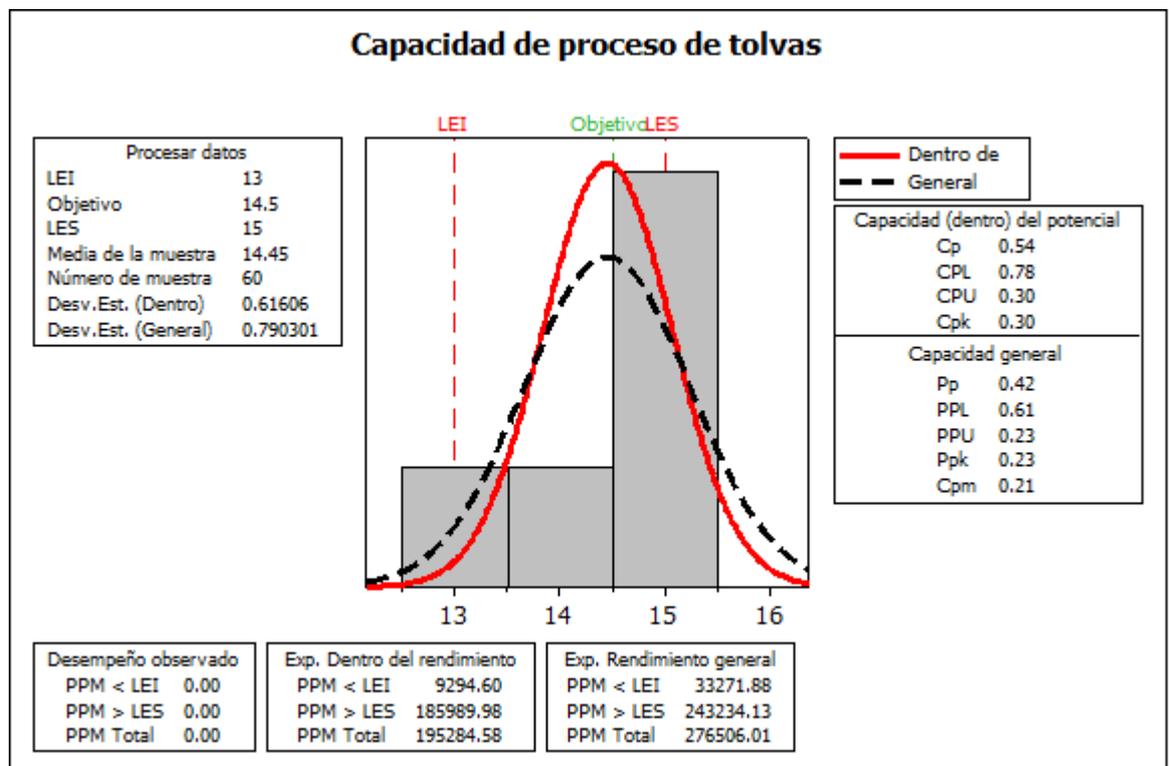


Figura n°18. Capacidad de Proceso

Elaboración: Propia

El nuevo $C_p = 0.54$ Indica que el proceso de producción todavía sigue siendo no capaz, esto se debe a que se centró en el proceso de pintura y no se aplicaron mejoras en los otros procesos ya que esos defectos son más fáciles de corregir, pero su valor ha mejorado significativamente ya que el proceso es más capaz que antes. El nuevo $C_{pk} = 0.30$ indica que todavía se están fabricando fuera de las especificaciones. El error total obtenido en el rendimiento general es de 276506.01 PPM.

Con ello, se verifica que se ha reducido aproximadamente en un 49%, la cantidad de eventos fuera de las especificaciones.

4.6.2 Nivel sigma del proceso después de la mejora

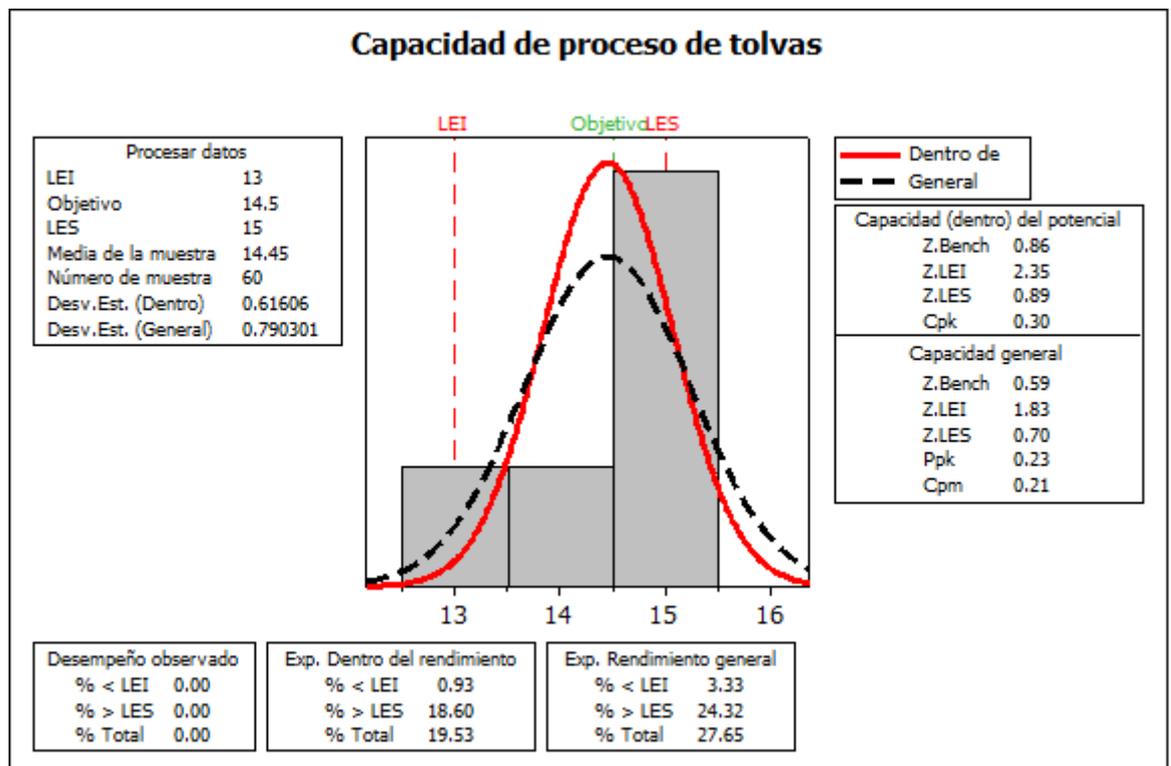


Figura n°19. Capacidad de proceso Sigma

Elaboración: Propia

El valor de Z. bench es de 0.86 con el cual se obtuvo un nivel sigma de 2.36 sigma ($Z_{bench} + 1.5 = 2.36$) para el proceso después de la mejora, cuantificándose un error total de 27.65% o 276506.01 PPM.

4.7. Evaluación Económica del proyecto

4.7.1. Costos del Proyecto

La evaluación económica se inicia calculando el costo total del proyecto, para determinar la inversión que conlleva la puesta en marcha del presente proyecto six sigma.

Tabla n°11. Costo total por la elaboración del proyecto six sigma

COSTO DE IMPLEMENTACION DE GRANALLADORA	
COMPONENETES ESTRUCTURALES	
LIMPIADOR Y RECUPERADOR DE GRANALLA	\$20,500.00
SISTEMA DE ASPIRACION DE POLVO CON COLECTOR	\$19,500.00
CABINA DE GRANALLADO	\$5,000.00
GRANALLA DE ACERO - 4 TONELADAS	\$4,720.00
TOLVA DE GRANALLADO	\$2,850.00
ACCESORIOS - EQUIPAMIENTO	
SISTEMA DE CONTROL REMOTO	\$889.00
EQUIPO DE PROTECCION NOVA 3	\$658.00
MICAS	\$47.00
FILTROS DE ADMISION DE AIRE	\$350.00
MANGUERA DE AIRE	\$169.00
GUANTES DE CUERO	\$18.00
TRAJE PARA GRANALLADO C/CUERO	\$190.00
COMPRESOR DE 450 CFM - 8 BARES	\$30,000.00
OBRAS CIVILES	
CIMENTACION Y EXCAVACION	\$20,000.00
TOTAL	\$104,891.00

Fuente: Elaboración Propia

4.6.4.1 Análisis de recuperación de la inversión

Para recuperar la inversión en el menor tiempo posible se analizará la siguiente tabla ubicada en el anexo n°13 donde nos muestra la cantidad de unidades terminadas y vendidas durante 12 meses.

El objetivo es encontrar un criterio para tomar decisiones referentes a la ejecución del proyecto y no salgan afectados los clientes ni la empresa.

Tabla n°12. Flujo de caja proyectado

MATERIALES DE IMPLEMENTACIÓN	AÑO: 0	AÑO: 1	AÑO: 2	AÑO: 3	AÑO: 4	AÑO: 5
Componentes estructurales	S/. 151,287.35			S/.		
accesorios y equipamiento	S/. 102,189.31	S/. 7,389.31	S/. 7,389.31	S/ 7,389.31	S/. 7,389.31	S/. 7,389.31
Obras Civiles	S/. 63,234.00	S/. 1,000.00	S/. 1,000.00	S/. 1,500.00	S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
Granalla de acero 4 ton	S/. 14,923.22					
OTROS GASTOS		S/. 37,500.00	S/. 37,500.00	S/. 37,500.00	S/. 37,500.00	S/. 37,500.00
Luz		S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00	S/. 21,000.00
Agua		S/. 10,800.00	S/. 10,800.00	S/. 10,800.00	S/. 10,800.00	S/. 10,800.00
Telefonía/internet		S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00	S/. 5,000.00
Telefonía Móvil		S/. 700.00	S/. 700.00	S/. 700.00	S/. 700.00	S/. 700.00
GASTOS DE PERSONAL		S/.702,400.00	S/. 702,400.00	S/.702,400.00	S/. 702,400.00	S/. 702,400.00
Operarios Calificados		S/.288,000.00	S/. 288,000.00	S/.288,000.00	S/. 288,000.00	S/. 288,000.00
Jefes de grupo		S/.403,200.00	S/. 403,200.00	S/.403,200.00	S/. 403,200.00	S/. 403,200.00
Operarios extra		S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00	S/. 11,200.00
TOTAL DE GASTOS	S/. 331,973.87	S/.748,290.31	S/. 748,291.31	S/.748,792.31	S/. 748,893.31	S/. 748,894.31

Fuente: Elaboración Propia

OTROS GASTOS

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	TOTAL, INVERSION
Luz	12	meses	S/. 1,800.00	S/. 21,600.00
Agua	12	meses	S/. 900.00	S/. 10,800.00
Telefonía/internet	12	meses	S/. 480.00	S/. 5,760.00
Telefonía móvil	14	veces	S/. 50.00	S/. 700.00
TOTAL, OTROS GASTOS				38,860.00

GASTOS DE PERSONAL

ITEM	CANTIDAD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	NUM. PERSONAS	TOTAL, INVERSIÓN
Operarios Calificados	12	meses	S/. 2,000.00	12	S/. 288,000.00
Jefes de grupo	12	meses	S/. 2,800.00	12	S/. 403,200.00
Operarios extra	4	meses	S/. 800.00	4	S/. 12,800.00
TOTAL, GASTOS DE PERSONAL					713,600.00

INDICADORES	ANTES	DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
COSTO TRABAJADORES	S/.	S/.	COSTO TRABAJADORES	S/.	S/.	S/.
	2,619,648.00	1,866,240.00		2,619,648.00	753,408.00	1,866,240.00
COSTO DE GRANALLA	S/.		COSTO DE GRANALLA	S/.	S/.	S/.
	14,923.22			14,923.22	14,923.22	-
COSTO PROYECTO	S/.	S/.	EFICIENCIA ECONOMICA	S/.	S/.	S/.
	331,973.87	8,390.31		331,973.87	323,583.57	8,390.31

INDICADORES		ANTES		DESPUES	INDICADORES	ANTES	BENEFICIO	DESPUES
COSTO TRABAJADORES	S/.	2,619,648.00	S/.	1,866,240.00	COSTO TRABAJADORES	S/.	S/.	S/.
						2,619,648.00	753,408.00	1,866,240.00
COSTO DE GRANALLA	S/.	14,923.22			COSTO DE GRANALLA	S/.	S/.	S/.
						14,923.22	14,923.22	-
COSTO PROYECTO	S/.	331,973.87	S/.	8,390.31	EFICIENCIA ECONOMICA	S/.	S/.	S/.
						331,973.87	323,583.57	8,390.31

INGRESOS PROYECTADOS	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
	S/.	S/.	S/.	S/.	S/.
	1,091,914.79	1,091,914.79	1,091,914.79	1,091,914.79	1,091,914.79

D	Deuda	155,000	Utilidad neta	180,000.00	20%
C	Capital	520,500	Total, de patrimonio	910000	
KD	Costo de la deuda	14.46%			
t	Impuesto a la renta	0.3			
CPPC	Costo promedio ponderado de capital				

$CPPC = WACC = (D/D+C) * (Kd * (1-t)) + (C/D+C) * (Ke)$	17.6%
---	-------

Tabla n°13. Flujo de caja neto proyectado

AÑO 0	- 331,973.87
AÑO 1	343,624.49
AÑO 2	343,623.49
AÑO 3	343,122.49
AÑO 4	343,021.49
AÑO 5	343,020.49

VAN: S/. 752, 402.37

TIR: 100%

IR: 3.27

CPPC: 17.6%

Fuente: Elaboración Propia

Se realizó el análisis luego del periodo de implementación de mejoras. El valor actual neto (VAN) obtenido es elevado, lo cual confirma que el proyecto es bastante atractivo. La tasa interna de retorno (TIR) es mayor que la tasa de descuento, afirmando que el proyecto devolverá el capital invertido. El proyecto debe ser aceptado ya que es viable y rentable.

En el anexo n°13 se detalla cómo se puede recuperar la inversión en relación a costo de venta en las distintas carrocerías que se fabrican para así la empresa tome en cuenta esta opción.

CAPÍTULO 5 DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

La filosofía de six sigma nos señala la orientación al cliente y su satisfacción es prioridad. Por ello, el estudio del proceso dirigido al cliente fue primordial para la determinación del objetivo que es mejorar el proceso de producción.

Se analizó el proceso de producción utilizando la ayuda del encargado del área de procesos de producción otorgándonos una valoración como se muestra en la tabla n°6 determinándose luego de analizarlo en el programa Minitab v16 que las acciones de mejora deben enfocarse preferentemente en el área de pintura, pues una mejora disminuiría significativamente los efectos del problema definido. Ya que teníamos datos reales se utilizó técnicas estadísticas las cuales ayudo a entender mejor el por qué se tenía que retocar las tolvas y de esta forma se pudo confirmar la importancia del estudio de estas variables.

Como las muestras tomadas inicialmente no fueron optimas fue necesario proyectar nuevos datos que se conseguirán al mejorar el área que está proyectando muchos errores Con dicho modelo se logró establecer valores óptimos para el área de pintura, disminuyendo los errores y aumentando los valores promedio con los que se trabaja estadísticamente para saber si aumento el nivel sigma.

Aunque los indicadores del proceso proyectado todavía no son de calidad six sigma, se mejoraría considerablemente. La meta del 3.4 DPMO del six sigma es bastante ambiciosa pero logable. Para llegar a ella, es necesario también ocuparse identificando causas de variación en el proceso de pintura o corte. Como podemos analizar la tesis (Vargas, 2015) manifiesta una mejora en sus productos defectuosos, reduciéndolos a 16865, como en esta investigación la situación inicial en la que se encontró la empresa tenía un índice de capacidad de -0,08 el cual significó que por el proceso no era adecuado. Al aplicar la propuesta de mejora obtuvimos no solo un nuevo índice de capacidad de 0.30 el cual nos indica que el proceso mejoro mucho, sino que también tendríamos un nivel sigma de 2.26.

La tesis (Chávez & Colchado, 2014) en esta tesis ellos aumentan su nivel sigma de 3.0 a 3.91, que es una mejora del 22.78% en este caso aplicando la propuesta de mejora obtenemos una sigma de 2.36 ya que en un principio con datos reales tenemos 1.26 sigma reduciendo el error a 31.75% lo que es muy beneficioso para la empresa

CONCLUSIONES

- ❖ La empresa RMB SATECI S.A.C, en su área de producción se observa que donde más problemas tienen es en el área de Pintura, encontrando mermas de soldadura y grumos lo que conlleva a no tener un óptimo resultado.
- ❖ Se analizó el nivel sigma y obtuvimos un nivel sigma de 1.26 lo cual refleja un error total de 59.40%.
- ❖ Se propone a la empresa para que reduzca sus pérdidas en el proceso de producción se instale una cabina de granallado para que así se reduzca pérdidas innecesarias y se tenga un mejor producto.
- ❖ Se analizó el nuevo nivel sigma proyectado, en relación al plan de mejora y obtuvimos un nivel sigma de 2.36 lo cual cuantifica un error total del 27.65%, lo que es muy beneficioso para la empresa.
- ❖ El proyecto es viable y es beneficioso ya que el valor actual neto es elevado lo que confirma que el proyecto es atractivo y la tasa interna de retorno es mayor que la tasa de descuento afirmando que el proyecto devolverá el capital invertido.

RECOMENDACIONES

- ❖ Realizar estudios dirigidos a la Cadena de suministros para de esta forma reforzar el estudio de six sigma en lo que se refiere al proceso de producción.
- ❖ Partiendo de este estudio se puede mejorar la seguridad del personal y seguridad del proceso ya que se observó acciones poco seguras para personal y producto
- ❖ Buscar nuevas formas de ahorro, seguir aplicando propuestas de mejora para seguir reduciendo perdidas económicas
- ❖ Los pasos a seguir para tener una buena estructura de resolución de problemas es uno de los pilares más importantes dentro de cada empresa en este caso hemos utilizado la metodología DMAIC, lo cual nos ayuda a tener de manera precisa que tanto la voz del cliente no se hace real dentro de las especificaciones del producto. Es recomendable tener bien claro los pasos a seguir dentro de un procedimiento formal, de no ser así cada parte de la empresa lo empleara de diferente manera, generando resultados muy variables que al final solo tienden a perjudicar al cliente
- ❖ Se recomienda la constante capacitación del personal en especial en temas de procedimientos, de manera que sepan específicamente como realizar sus actividades

REFERENCIAS

- Anaya Tejero, J. J. (2008). *Almacenes: Análisis, diseño y organización*. Madrid: ESIC.
- Anaya Tejero, J. J. (2011). *Logística Integral La gestión operativa de la empresa*. Madrid: ESIC.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Kipp, M. (2011). *Métodos Cuantitativos para los Negocios*. México D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Barahona, C. L., & Navarro, I. J. (2013). *Mejora Del Proceso de Galvanizado en una Empresa*. Lima, Perú.
- Blog de Wordpress.com. (18 de Febrero de 2011). *Wordpress*. Recuperado el 24 de Setiembre de 2014, de <https://refrigeracioncomercial.wordpress.com/2011/02/18/sistemas-de-refrigeracion/>
- Blog de Wordpress.com. (14 de Febrero de 2011). *Wordpress*. Recuperado el 24 de Setiembre de 2014, de <https://refrigeracioncomercial.wordpress.com/2011/02/14/productos-perecibles-almacenamiento-en-frio/>
- Bryan, S. L. (23 de Agosto de 2011). *Ingenieros industriales JIMDO*. Recuperado el 24 de Junio de 2013, de Ingenieros Industriales: <http://ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-el-ingeniero-industrial/gesti%C3%B3n-de-almacenes/dise%C3%B1o-y-layout-de-almacenes-y-centros-de-distribuci%C3%B3n/>
- Carreño Solis, A. (2011). *Logística de la A a la Z*. Lima: Fondo editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Chavez, J. H., & Torres Rabello, R. (julio de 2009). La verdad incomoda de mantener inventarios. *Negocios Globales Logística y transporte*, 1.
- Chávez, J. L., & Colchado, O. E. (2014). *Aplicación de la Metodología Six Sigma en el Proceso de Pedidos de Repuestos y Componentes del Área de Servicios de la Empresa Cummins Perú SAC Sucursal Cajamarca para Elevar el Índice de Satisfacción de los Clientes*. Cajamarca, Perú.
- Chavez, J. L., & Colchado, O. R. (2014). *Aplicación de la metodología Six Sigma en el proceso de pedidos de repuestos y componentes del área de servicios de*

la empresa Cummis Peru S.A.C sucursal Cajamarca para elevar el índice de satisfacción de los clientes. Cajamarca.

- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la Cadena de Suministro. Estrategia, planeación y operación*. México: Pearson Educación.
- Commerce, O. o. (2009). *Lean Six Sigma*. USA: Fultus Corporation Editorial.
- Eckes, G. (2004). *El Six Sigma para Todos*. Bogotá: Norma.
- Garcia, L. A. (2007). *Indicadores de la gestión logística KPI los indicadore claves del desempeño*. Colombia: Yobel.
- Garcia, L. A., & Martillano, M. M. (2010). *Modelos de la optimización de la gestión logística*. Colombia: ECOE.
- Gutiérrez, H. (2009). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma, Segunda Edición*. McGraw-Hill. México: Interamericana.
- Gutiérrez, M. (2004). *Administrar para la Calidad de Conceptos Administrativos del Control Total de la Calidad, Segunda Edición*. México: Limusa.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. k. (2008). *Administración de Operaciones*. México: PEARSON EDUCACIÓN.
- Membrado, J. M. (2007). *Metodologías Basadas para la Planificación y Mejoras*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Mora Garcia, L. (2007). *Indicadores de la gestión logística*. Ecoe Ediciones.
- Muñoz Negron, D. (2009). *Administración de Operaciones, Enfoque de administración de procesos de negocios*. D.F.: Cengage learning editores.
- Namakforoosh, M. (2010). *Metodología de la investigación*. D.F: Limusa.
- Nel Quezada, L. (2010). *Metodología de la investigación estadística aplicada a la investigación*. Lima: MACRO.

ANEXOS

Anexo n° 01. Listado de materiales utilizados para la fabricación de la tolva.

ÍTEM	DETALLE	CANTIDAD	UNID.
01.-	Visor de Bomba	01	Unid.
02.-	Shiff de Nivel	01	Unid.
03.-	Bomba Hidráulica	01	Unid.
04.-	Pin de cuatro cuerpos.	01	Unid.
05.-	Listones de madera (tornillo) de 3" x 1" x 5.2 m	02	Unid.
06.-	Toma fuerza	01	Unid.
07.-	Base de Zincromato.	03	Unid.
08.-	Pintura Gloss	03	Unid.
09.-	Masilla	10	Unid.
10.-	Lijas de Fierro	12	Unid.
11.-	Disco de corte	04	Unid.
12.-	Disco de desbaste	06	Unid.
13.-	Cardanes	02	Unid.
14.-	Canales U de 4"	02	Unid.
15.-	Planchas de ¼"	13	Unid.
16.-	Planchas de 4 mm	06	Unid.
17.-	Buchi de 1" a ¾"	02	Unid.
18.-	Buchi de 1 ¼" a 1"	01	Unid.
19.-	Unión hembra con tapón 1"	01	Unid.
20.-	Codos de 1"	02	Unid.

21.-	Manguera de aire ¼"	14	m
22.-	Llaves compuerta de aire.	02	Unid.
23.-	Codo universal con tuerca loca ¾"	01	Unid.
24.-	Manguera de 1 ¼" de 1.7 m con abrazaderas.	01	Unid.
25.-	Manguera de ¾" de 1.7 m – Prensado macho	01	Unid.
26.-	Teflones	04	Unid.
27.-	Precintos de seguridad.	12	Unid.
28.-	Cable acerado de 3/16	06	m
29.-	Grapas	04	Unid.
30.-	Pasadores de 3/16"	04	Unid.
31.-	04 graseras de 3/8"	04	Unid.
32.-	Tee de ¼" para manguera de aire	02	Unid.
33.-	Uniones de ¼" para bombín de aire.	02	Unid.
34.-	Vigas H	02	Unid.
35.-	Tubo Cuadrado 3" x 2 mm	01	Unid.
36.-	Tubo 2 x 1 x 1.5	06	Unid.
37.-	Soldadura p/azul	95	Kg
38.-	Soldadura supecito	01	Kg
39.-	Madera tornillo 3.5 x 1 x 5 m	02	Unid.

Fuente: Información de la empresa.

Anexo n°02. Costeo de los materiales directos en la fabricación de una tolva de 12 m3

MATERIALES DIRECTOS EN LA FABRICACIÓN DE TOLVAS					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID.	COSTO Unit.	COSTO Total
1	VIGA H 8" X 18lbs	2	Unid.	S/. 579.16	S/. 1,158.31
3	PLANCHA NEGRA 1/4	8	Unid.	S/. 135.00	S/. 1,080.00
4	PLANCHA NEGRA 5/32	12	Unid.	S/. 120.50	S/. 1,446.00
7	TOMA FUERZA (\$550.00)	1	Unid.	S/. 1,100.00	S/. 1,100.00
8	PLANCHA NEGRA 5/16	6	Unid.	S/. 322.32	S/. 1,933.90
10	BOCINA DE 2" (INTERIOR) -	1	Unid.	S/. 25.00	S/. 25.00
11	EJE SOLIDO 2" (60 cm)	1	Unid.	S/. 25.00	S/. 25.00
12	REDONDO LISO 3/4 (01)	1	Unid.	S/. 39.70	S/. 39.70
13	PZAS DE TOLVA - VARIAS	1	Unid.	S/. 155.00	S/. 155.00
14	ANGULO 6" * 3/8 * 2mts	1	Unid.	S/. 235.00	S/. 235.00
15	SUPLE P/HINO	1	Unid.	S/. 15.00	S/. 15.00
16	MADERA 3 1/2 X 1 X 5.00mts (02)	2	Unid.	S/. 30.50	S/. 61.00
17	PLANCHA NEGRA 1/4 (02)	2	Unid.	S/. 353.00	S/. 706.00
18	PISTÓN (01) - 15 MTS	1	Unid.	S/. 3,588.00	S/. 3,588.00
19	PLANCHA 3/4 (12 X 14) - 2	2	Unid.	S/. 8.50	S/. 17.00
20	PLANCHA NEGRA 1/8	1	Unid.	S/. 182.17	S/. 182.17
21	PLANCHA NEGRA 1/16	2	Unid.	S/. 101.39	S/. 202.78
23	TUBO CUAD. 3" X 2mm	1	Unid.	S/. 105.12	S/. 105.12
24	TUBO RECT. 2 X 1 X 1.5mm	6	Unid.	S/. 43.93	S/. 263.58

25	BUSHING 1 X 3/4 (02)	2	Unid.	S/. 1.00	S/. 2.00
26	BUSHING 1 1/4 X 1(02)	2	Unid.	S/. 1.50	S/. 3.00
27	UNION C/TAPON 1" (01)	1	Unid.	S/. 5.00	S/. 5.00
28	CODOS 1" C/ 5 NIPLE 1X3 (02)	2	Unid.	S/. 10.50	S/. 21.00
29	VÁLVULA 1" (01)	1	Unid.	S/. 28.00	S/. 28.00
30	MANGUERA 1/4 (14mts)	14	m	S/. 4.00	S/. 56.00
31	TEE 1/4 C/2 UNIÓN 1/4 (02)	2	Unid.	S/. 10.00	S/. 20.00
32	VÁLVULA COMANDO (02)	2	Unid.	S/. 45.00	S/. 90.00
33	MANGUERA 1 1/4 C/2 ABRAZADERAS	1.7	m	S/. 33.24	S/. 56.50
34	MANGUERA 3/4 C/2	1.7	m	S/. 44.12	S/. 75.00
35	TEFLÓN	4	Unid.	S/. 2.50	S/. 10.00
36	CODO 3/4	1	Unid.	S/. 23.00	S/. 23.00
37	UNIÓN 1/4	2	Unid.	S/. 5.00	S/. 10.00
38	GRASERA RECTA M-10	4	Unid.	S/. 1.20	S/. 4.80
39	PASADORES 3/16 X 2	4	Unid.	S/. 0.40	S/. 1.60
40	CABLE ACERADO 3/16	5	m	S/. 1.50	S/. 7.50
41	GRAMPAS P/CABLE 3/16	4	Unid.	S/. 1.00	S/. 4.00
42	BOMBA HIDRAULICA (01) + MEDIDOR	1	Unid.	S/. 204.80	S/. 204.80
43	CARDAN	1	Unid.	S/. 75.00	S/. 75.00
44	CINTILLOS	12	Unid.	S/. 0.83	S/. 10.00
45	BUSHING 1 X 3/4 (02)	2	Unid.	S/. 1.00	S/. 2.00
46	BUSHING 1 1/4 X 1 (01)	1	Unid.	S/. 3.00	S/. 3.00
47	UNIÓN HEMBRA C/TAPON 1" (01)	1	Unid.	S/. 5.00	S/. 5.00
48	NIPLE 1 X 3 (05) / CODO 1" (02)	2	Unid.	S/. 10.50	S/. 21.00

49	VÁLVULA DE PASO 1" (01)	1	Unid.	S/. 28.00	S/. 28.00
50	MANGUERA DE AIRE 1/4 (14 mts)	14	m	S/. 4.00	S/. 56.00
51	LLAVE COMPUERTA DE AIRE (02)	2	Unid.	S/. 45.00	S/. 90.00
52	CODO NPS 3/4 (01)	1	Unid.	S/. 23.00	S/. 23.00
53	SOLDADURA P/AZUL	95	Kg	S/. 10.00	S/. 950.00
54	SUPER GLOOS	3	gl.	S/. 55.00	S/. 165.00
55	BASE ZINCROMATO	3	gl.	S/. 31.00	S/. 93.00
56	ESMALTE SINTÉTICO NEGRO	3	gl.	S/. 31.00	S/. 93.00
57	HIDROLINA	4	Baldes	S/. 175.00	S/. 700.00
58	PURGADOR P/PISTÓN (01)	1	Unid.	S/. 31.00	S/. 31.00
59	PERNO 1 X 7 (01)	1	Unid.	S/. 10.30	S/. 10.30
TOTAL, DE MATERIALES DIRECTOS					S/. 14,616.06

Fuente: Información de la empresa

Anexo n° 03. Mano de obra directa.

MANO DE OBRA DIRECTA		
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
1	M.O Jefe de Grupo	S/. 1,500.00

Fuente: Información de la empresa.

Anexo n° 04. Foto Área de Soldadura



Fuente: Elaboración Propia

Anexo n° 05. Foto Área de Milimetrado



Fuente: Elaboración Propia

Anexo n° 06. Foto Cubre cabina



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/172621591>

Anexo n° 07. Foto Puerta trasera



Fuente: Elaboración Propia

Anexo n° 08. Foto Guarda Fangos



Fuente: <https://es.scribd.com/doc/172621591>

Anexo n° 09. Costo de los materiales indirectos.

MATERIALES INDIRECTOS EN LA FABRICACIÓN DE
TOLVAS

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNID.	COSTO Unit.	COSTO Total
1	OXIGENO (10 mts)	10	Unid.	S/. 15.00	S/. 150.00
2	GUANTES PARA SOLDAR	4.00	Unid.	S/. 10.00	S/. 40.00
3	GUANTES DE MANIOBRA	5.00	Unid.	S/. 7.50	S/. 37.50
4	LENTES DE PROTECCIÓN	5.00	Unid.	S/. 5.00	S/. 25.00
5	TAPONES PARA OÍDO	5.00	Unid.	S/. 2.00	S/. 10.00
6	PORTAELECTRODOS	2.00	Unid.	S/. 8.00	S/. 16.00
TOTAL, DE MATERIALES DIRECTOS					S/. 278.50

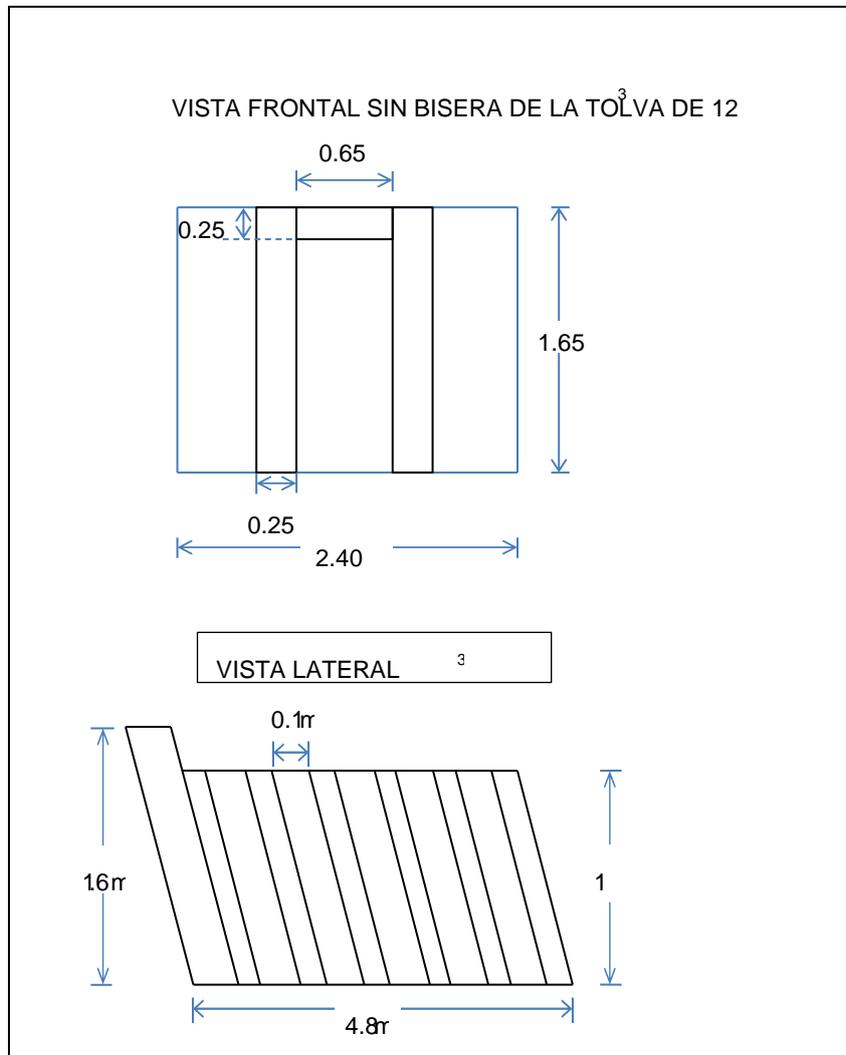
Fuente: Información
de la empresa

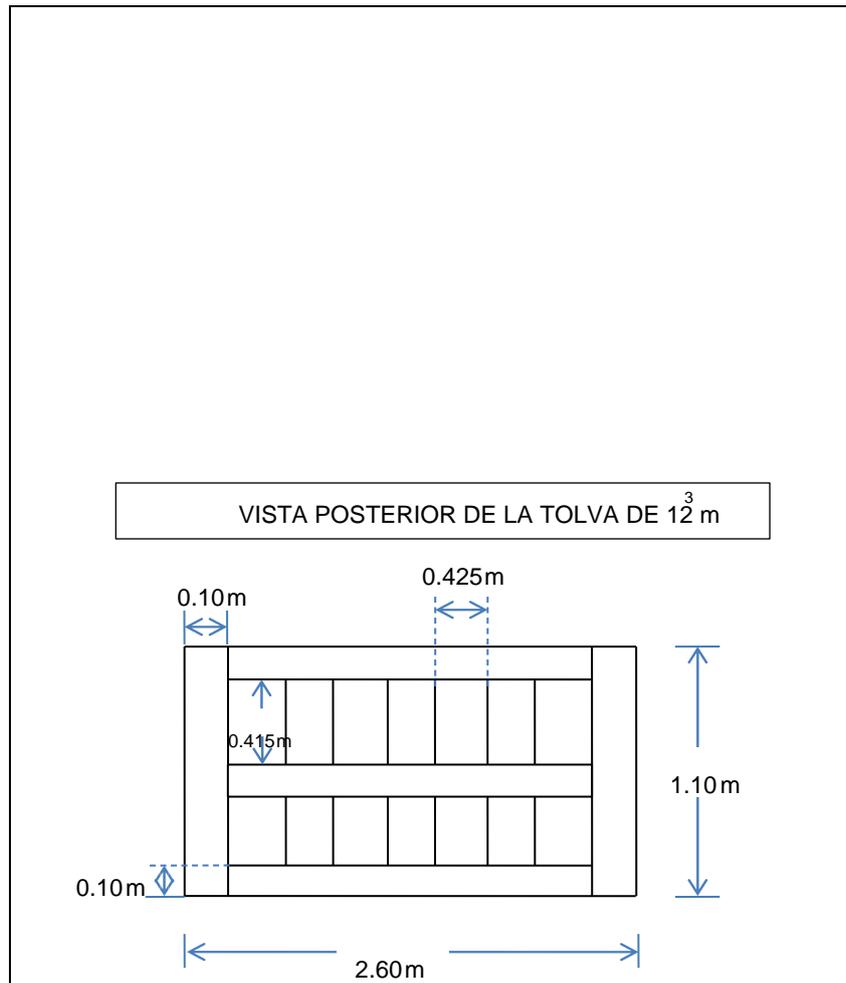
Anexo nº 10. Descripción de la mano de obra indirecta.

MANO DE OBRA INDIRECTA		
ÍTEM		
1	CORTAR Y PLEGAR - PLANCHAS	S/. 1,200.00
2	FLETE RECOGER TOMAFUERZA	S/. 10.00
3	TORNO - AGUJERAR PZAS DE TOLVA	S/. 150.00
4	INSTALACION DE TOMA FUERZA + LIQUIDO	S/. 55.00
5	FLETE RECOGER PISTONES	S/. 70.00
6	INSTALAR BOMBA Y HACER AGUJERO - SR RAMIREZ	S/. 30.00
TOTAL		S/. 1,515.00

Fuente: Información de la empresa.

Anexo n° 11. Planos de la Tolva





Fuente: RMB SATECI

Anexo n° 12. Plan de mantenimiento de tolvas y recomendaciones

Plan de mantenimiento de tolvas

El plan de mantenimiento de una tolva dependerá de su ciclo de trabajo y su aplicación, pero en general se recomienda;

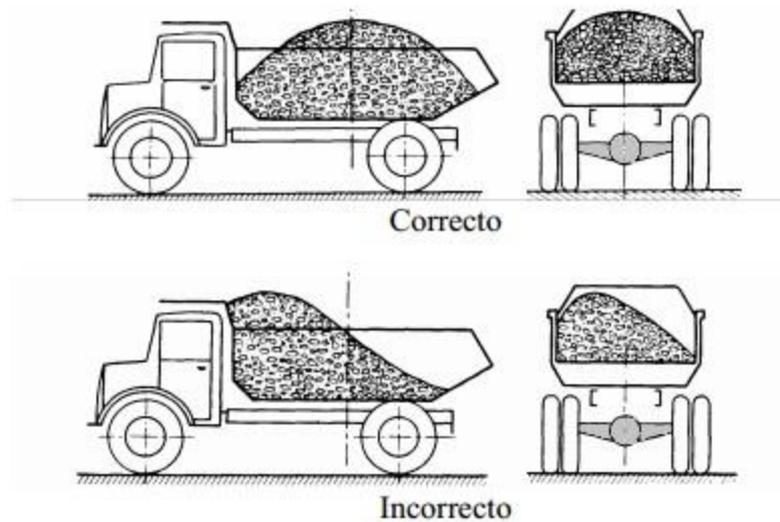
- Lubricación de pasadores de bisagras de puerta trasera cada 6 meses aproximadamente.
- Lubricación de pasador superior de cilindro hidráulico cada 6 meses aproximadamente.

- Lubricación del pivoteo trasero de la tolva cada 6 meses aproximadamente.
- Re-pintado de tolva cada año aproximadamente.

Normas para camiones volquetes

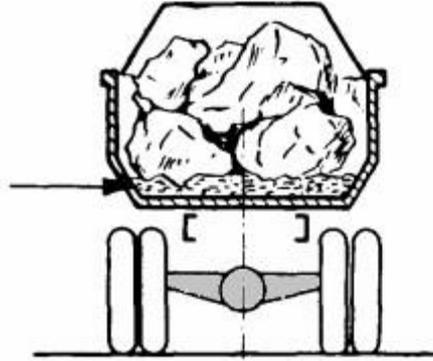
Situación de la carga con un mismo tipo de mercancía

Se debe intentar que el centro de gravedad de la mercancía se encuentre sobre el centro de gravedad de la caja de carga, tal y como se indican en las figuras. En las otras 2 figuras se indican la forma incorrecta de la situación de la carga.



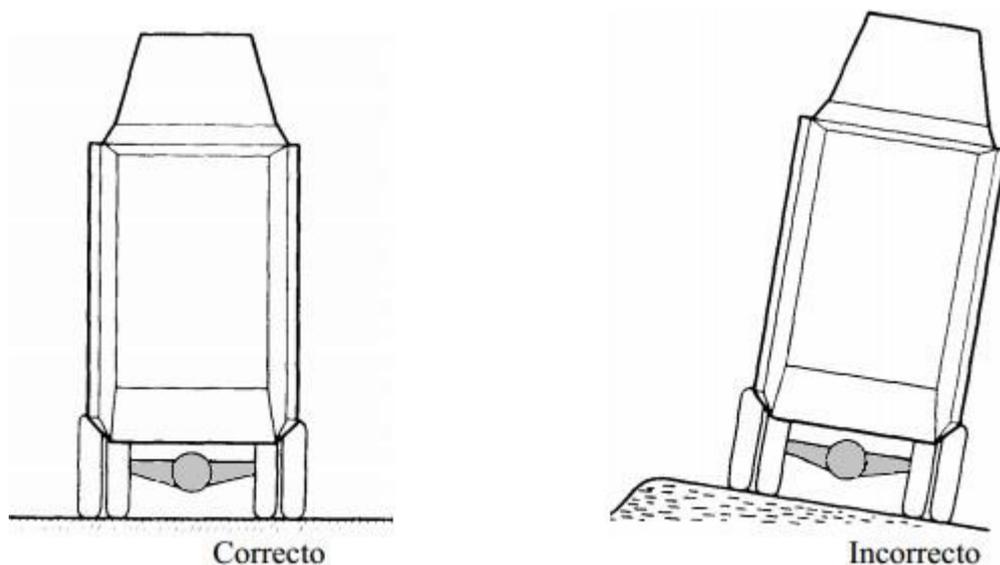
Situación de la carga con varios tipos de mercancías

Es aconsejable cargar primero la mercancía de pequeña granulación y después el otro tipo de mercancía, pero siempre de menor a mayor volumen, con objeto de que las más pequeñas hagan de cuñas sobre los más grandes



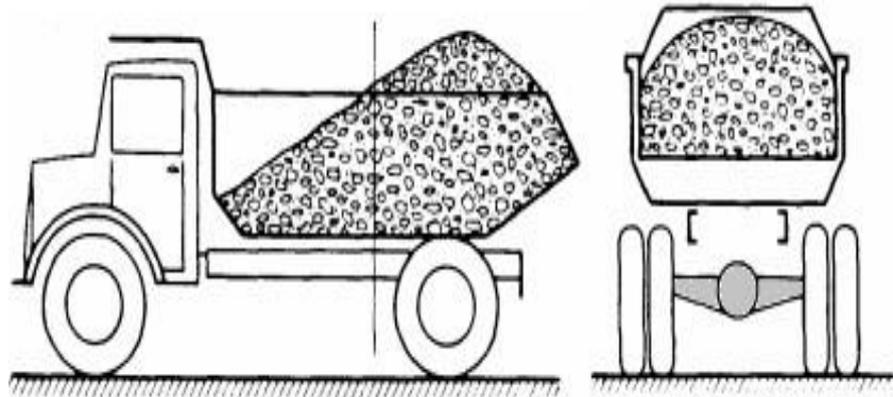
Situación del vehículo volquete sobre el terreno en el momento del basculamiento

Este punto fue indicado en el 3º caso de las normas del basculamiento, si bien las figuras se indican la posición correcta e incorrecta.



Situación de la mercancía durante la marcha

Está totalmente prohibido que la mercancía se vaya cayendo sobre la calzada de las carreteras o vías públicas. Por consiguiente, la mercancía no se debe situar como se indica en las figuras. Además, debe evitarse que la trampilla de descarga tenga mucha holgura con



Incorrecto

los laterales de la caja de carga.

Peligro de muerte

Están totalmente prohibidos realizar cualquier tipo de trabajo por debajo de la caja de carga levantada. Los talleres que trabajen este tipo de vehículos y tengan necesidad de levantar la caja de carga para poder realizar el trabajo, es imprescindible que coloquen unas cuñas de madera entre el bastidor del vehículo y la caja de carga, con objeto de evitar un posible retroceso imprevisto.

Precisamente para evitar que la caja baje de forma inesperada cuando el cilindro hidráulico está extendido, la bomba deberá disponer de una válvula anti-retorno, o en caso contrario se deberá ubicar una en el circuito a la salida de esta. Sumando estas dos medidas de seguridad en caso de tener que realizar alguna operación de reparación o mantenimiento, reducimos al máximo el riesgo de ser atrapado bajo la caja.

En definitiva, lo que se ha pretendido con este trabajo no ha sido más que justificar la viabilidad de la simpleza del diseño, a través del cual se ha logrado alcanzar todos los objetivos marcados (funcionalidad, robustez, seguridad) y ha quedado patente que el sistema atiende a unas especificaciones claras de economía de la instalación y mantenimiento reducido.

Por supuesto, otras muchas configuraciones o diseños hubieran sido igualmente válidos, o incluso mejores si las especificaciones del cliente fueran otras, pero nos hubiésemos desviado de los objetivos propios (simplicidad y economía).

El uso de oxicorte queda discontinuado con la entrada fuerte a la industria del corte por plasma, el corte por plasma tiene mejoras en tiempo, costos, etc.

La soldadura interviene fuertemente en la fabricación, porque todas las uniones de la tolva son con soldadura, la soldadura usado fue GMAW (MIG), lo que permite un tiempo de fabricación rápido y un buen acabado.

El mercado para tolvas, es muy bueno, porque gracias al crecimiento minero y al apogeo de las construcciones civiles la fabricación de tolvas ha aumentado en un 10 a 15% anual.

Los futuros proyectos tanto mineros como de construcción promoverán una mayor demanda de tolvas, lo que exigirá a las empresas a disponer y acomodarse a la demanda interna para tener el mercado balanceado.

El acero utilizado Hardox® 450 es el mejor material para las paredes de la tolva por sus excelentes propiedades mecánicas como la resistencia a la abrasión.

El uso de Hardox® disminuirá el peso de la tolva comparada con las antiguas tolvas fabricadas con puro acero estructural, esto quiere

decir que su relación resistencia peso es mucho mayor que las antiguas

Anexo n° 13. Propuesta de recuperación de la inversión en el proyecto de granallado.

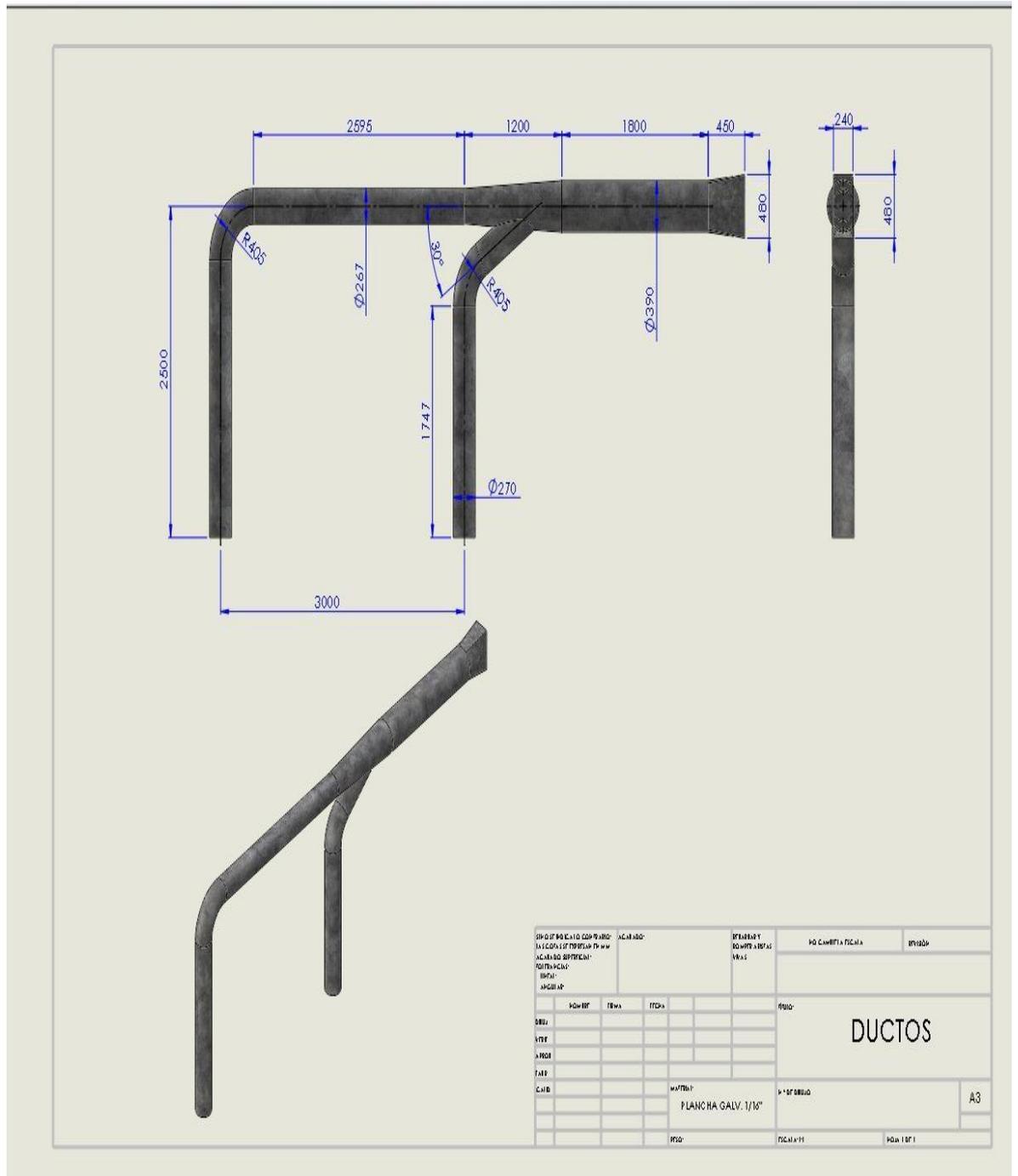
DATO	EN	FE	MA	AB	MAY	JUN	JUL	AGO	SEPTE	OCT	NOV	DIC	TOTAL	PROMEDIO
Meta X >=100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Superestructuras	34	31	23	24	25	51	57	22	22	29	41	70	429	36
Semirremolque	25	4	21	38	0	23	7	3	48	23	40	28	260	22
Remolque	0	0	0	3	1	1	0	0	5	4	5	0	19	2
Proyectos y Estructuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Unidades terminadas 2016	59	35	44	65	26	75	64	25	75	56	86	98	708	59

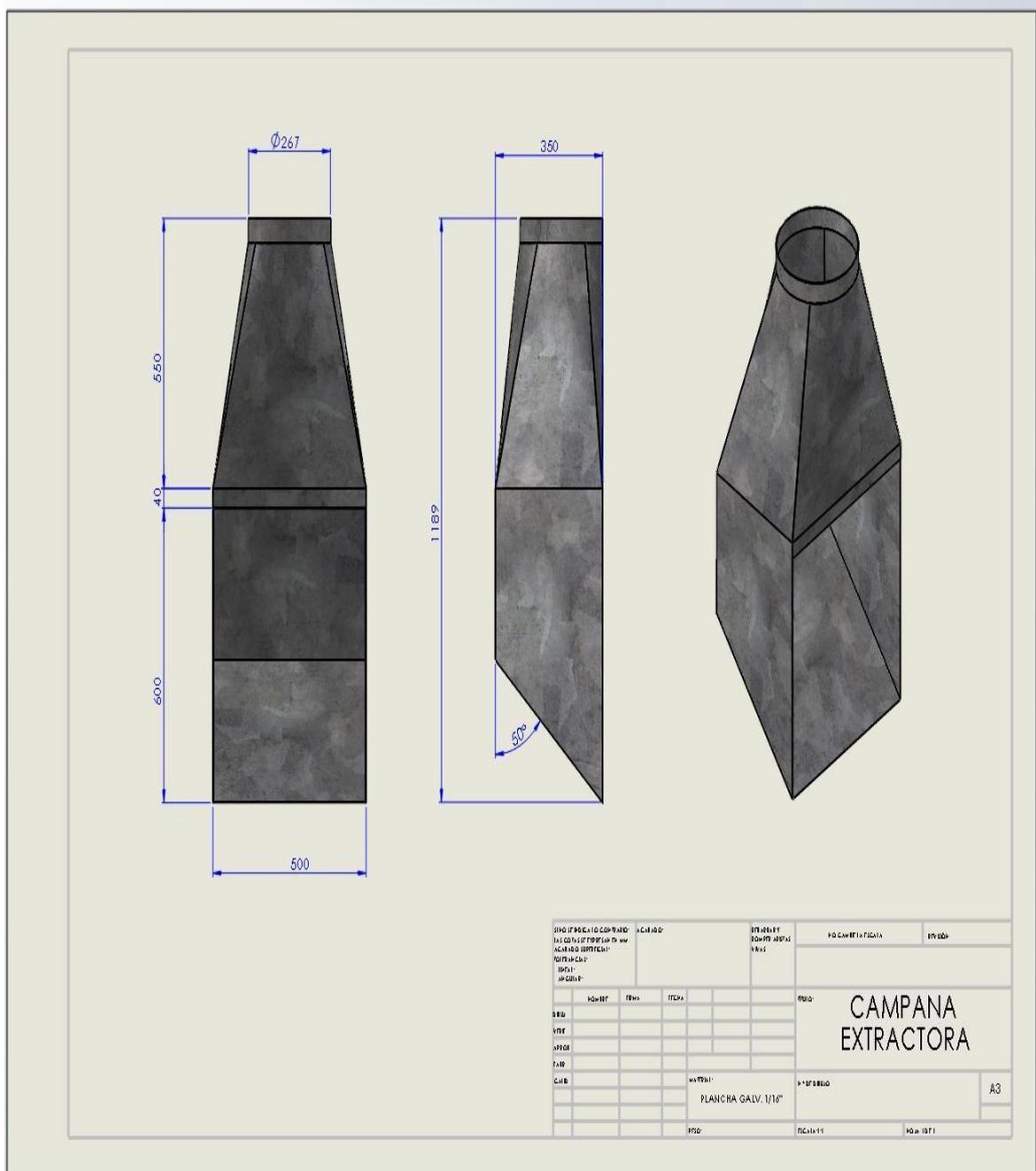
Valor adicional por Unidad = \$105 000 / 708 = \$ 148.30

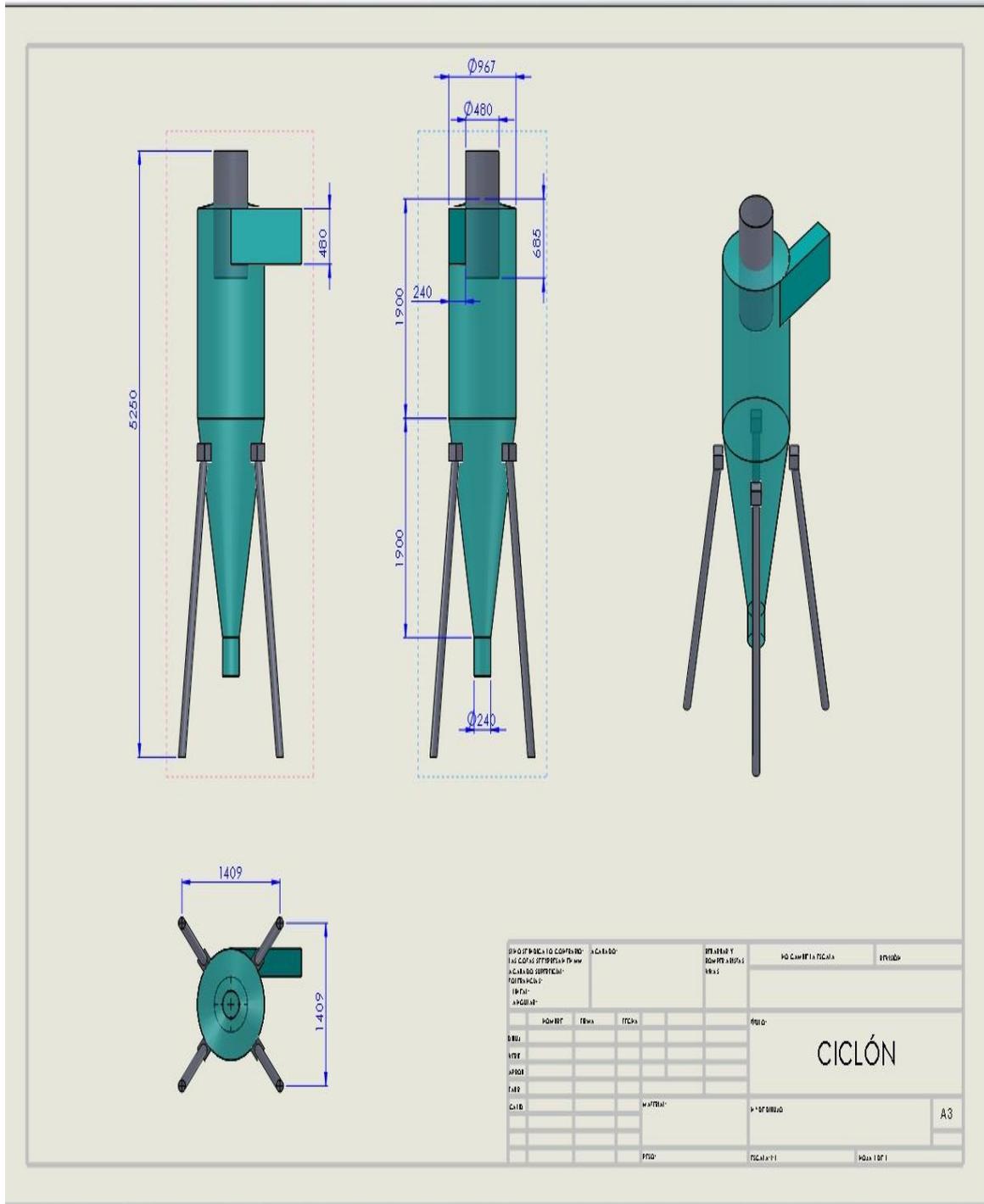
Para recuperar el valor invertido, se tendrá que adicionar al presupuesto de cualquier tipo de unidad la suma de \$ 150.

Finalmente se calculó el beneficio económico con ayuda del jefe de producción logrando la reducción del costo de reparación o también llamado retoque para que esté el producto en los estándares de calidad que la empresa RMB SATECI ofrece.

Cantidad	Costo de fabricación A/M	Costo de fabricación D/M
1	\$980.00	\$540.00
60	\$58,800.00	\$32,400.00
708	\$693,840.00	\$382,320.00
Beneficio	\$311,520.00	

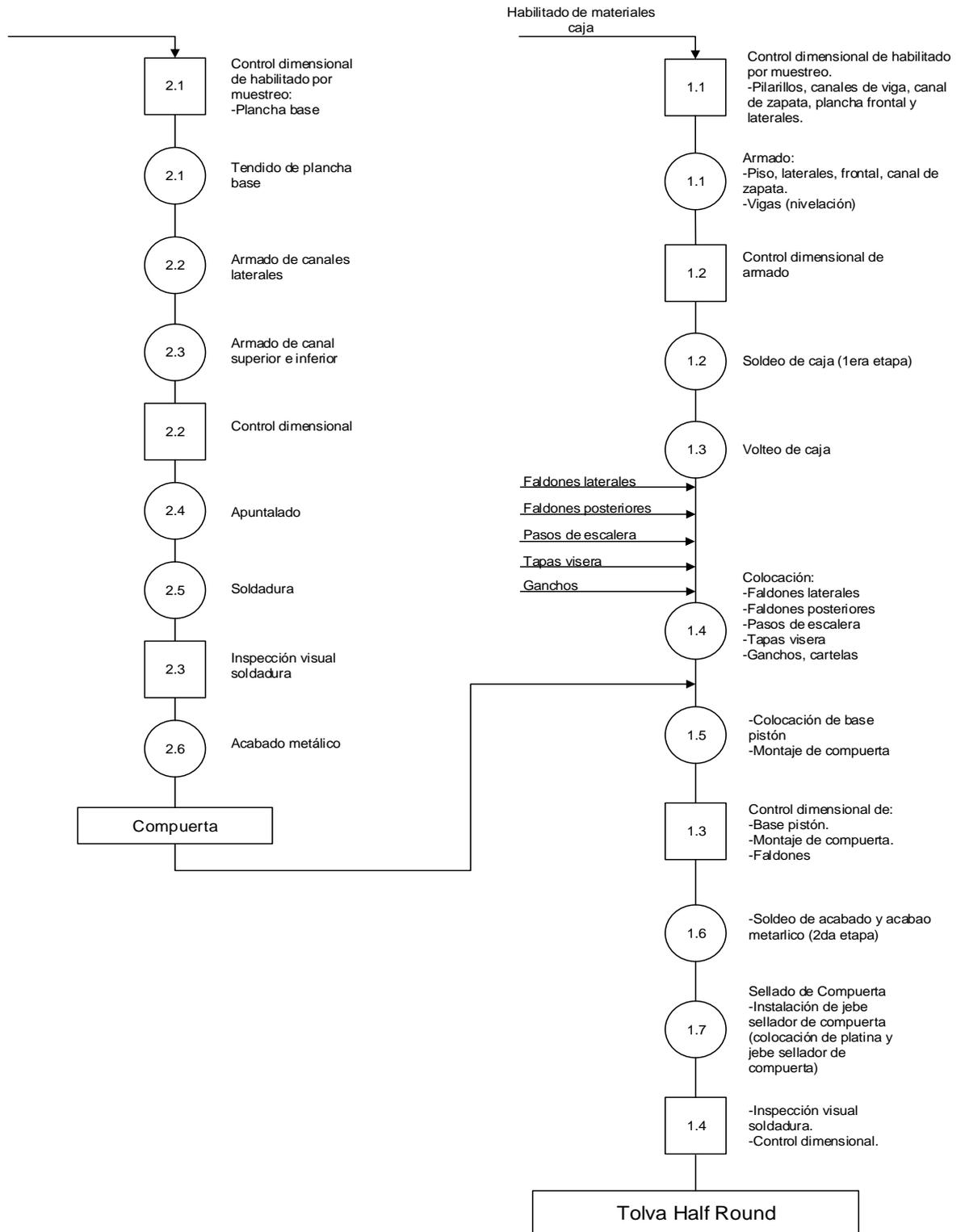






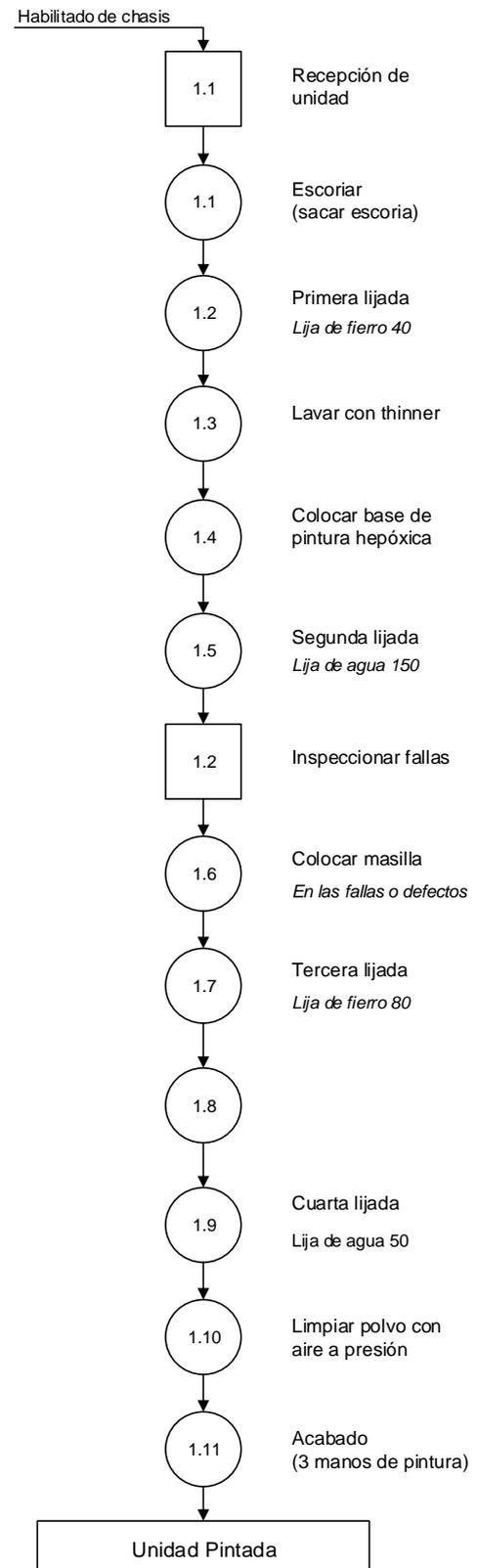
Anexo nº15. Diagramas de análisis de procesos

1. Diagrama de Análisis de Procesos Caja Half Round

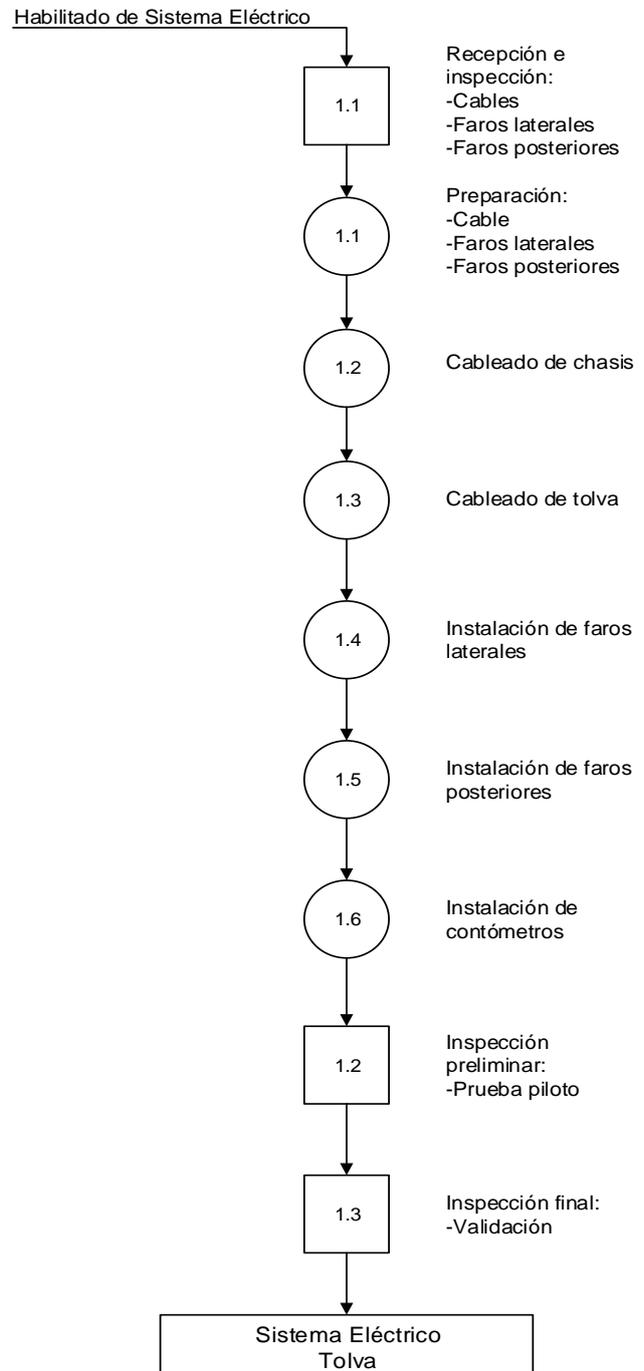


2. Diagrama de Análisis de Procesos de pintura

DOP de Pintura (general)



3. Diagrama de Análisis de Procesos de Sistema Eléctrico



4. Diagrama de Análisis de Procesos de Caja Cola de Pato

