



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE AUTOMATIZACIÓN

Tema:

“CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CARROCERA PATRICIO CEPEDA.”

Trabajo de Graduación Modalidad: Proyecto de Investigación, presentado previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial en Procesos de Automatización.

Sub línea de Investigación

Sistemas de Gestión de la Calidad

AUTOR: **Pilco Núñez Marco Vinicio**

PROFESOR REVISOR: **Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar Mg.**

Ambato – Ecuador

Mayo – 2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CARROCERA PATRICIO CEPEDA” elaborado por el Sr. Marco Vinicio Pilco Núñez, egresado de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización , de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, considero que el informe investigativo reúne los requisitos suficientes para que continúe con los tramites y consiguiente aprobación de conformidad con el numeral 7.2 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato mayo, 2016

EL TUTOR

Ing. Darwin Santiago Aldás Salazar Mg.

AUTORÍA DEL TRABAJO

El presente Proyecto de Investigación titulado: “CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CARROCERA PATRICIO CEPEDA”, es absolutamente original, auténtico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato mayo, 2016

AUTOR

Marco Vinicio Pilco Núñez

C.I. 1804483889

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este Trabajo de Titulación como un documento disponible para la lectura, consulta y procesos de investigación.

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además autorizo su reproducción dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato mayo, 2016

Marco Vinicio Pilco Núñez

C.I. 1804483889

APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA

La Comisión Calificadora del presente trabajo conformada por los señores docentes Ing. Luis Morales Mg. e Ing. Jessica López Mg., revisó y aprobó el Informe Final del Proyecto de Investigación titulado “CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CARROCERA PATRICIO CEPEDA”, presentado por el señor Marco Vinicio Pilco Núñez de acuerdo al numeral 9.1 de los Lineamientos Generales para la aplicación de Instructivos de las Modalidades de Titulación de las Facultades de la Universidad Técnica de Ambato.

Ing. José Vicente Morales Lozada
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Luis Morales Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

Ing. Jessica López Mg.
DOCENTE CALIFICADOR

DEDICATORIA

*A **Dios**, por brindarme todo lo necesario para poder vivir, por guiar mi camino por la senda del bien, por estar conmigo a cada instante de mi vida, por brindarme fuerzas en los momentos más difíciles de mi vida, por ser mi luz y mi camino.*

*A **mis Padres Juan y Elsa**, por apoyarme constantemente en cada proyecto de mi vida, por su valioso sacrificio, por el amor entregado a cada uno de sus hijos, por sus valores morales, por la educación brindada en el hogar, por la motivación, por ser mis guías para poder ser una persona de bien.*

*A **mis Hermanos Adriana y Christian**, por su apoyo, por trazarnos metas para el futuro, por la motivación y por el amor de hermanos.*

*A **mi novia Jessica** por el amor y la motivación permanente en los buenos y malos momentos, por creer en mí, por ser un apoyo incondicional y uno de los pilares fundamentales dentro de mi vida, por su lealtad y cariño.*

*A **mi sobrina Nicole** por ser un ángel que llena mi vida de felicidad.*

*A **mis tíos Blanca y Segundo** por brindarnos el apoyo a la familia cuando más lo necesitábamos.*

Marco Pilco Núñez

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme, por estar conmigo en cada instante de mi vida, por ser mi guía, por ayudarme a alcanzar y cumplir mis objetivos y metas.

A la Universidad Técnica de Ambato por brindarme la oportunidad de prepararme académicamente y ser profesional.

A todo el personal Docente y Administrativo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, por impartir los conocimientos y las facilidades necesarias para desenvolverse en la carrera estudiantil.

Al Ing. Santiago Aldás Mg., por ser la guía del desarrollo del proyecto, por su interés y dedicación, por su paciencia, por brindarme sus conocimientos para poder terminar mi carrera universitaria con éxito.

A Carrocería Patricio Cepeda, a su Gerente el Sr. Patricio Cepeda, al Ingeniero Darío Balladares y a todos quienes ahí laboran, gracias porque me brindaron la apertura y colaboración necesaria para desarrollar el trabajo de investigación.

A mis verdaderos amigos por el apoyo mutuo, a las personas que han formado parte de mi carrera universitaria y de mi vida, gracias a todos por su amistad, sus consejos, sus ánimos y su agradable compañía.

Marco Pilco Núñez

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DE LA COMISIÓN CALIFICADORA	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS	xix
INTRODUCCIÓN	xx
CAPÍTULO I	1
EL PROBLEMA	1
1.1 TEMA:.....	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
1.3.1 De contenido	3
1.3.2 Espacial.....	3
1.3.3 Temporal.....	3
1.4 JUSTIFICACIÓN	3
1.5 OBJETIVOS.....	4
CAPÍTULO II.....	5
MARCO TEÓRICO	5
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	5
2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	7
2.2.1 Calidad total	7
2.2.2 Control de calidad	8
2.2.3 Herramientas de la calidad	9
2.2.4 La mejora continua	14

2.2.5 Control estadístico de la calidad	14
2.2.6 Metodología Six Sigma	15
2.2.7 Etapas de Six Sigma	16
2.2.7.1 Fase de definición	16
2.2.7.2 Fase de medición.....	17
2.2.7.3 Fase de análisis.....	18
2.2.7.4 Fase de mejora	19
2.2.7.5 Fase de control	19
2.2.8 Análisis de modo y efectos de fallas	20
2.2.9 Proceso de fabricación de carrocería “Patricio Cepeda”	21
2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN	24
CAPÍTULO III	25
METODOLOGÍA	25
3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN	25
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	26
3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.....	26
3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	26
3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO	26
CAPÍTULO IV	28
DESARROLLO DE LA PROPUESTA	28
4.1 CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA COMPAÑÍA LTDA	28
4.1.1 La empresa.....	28
4.1.2 Productos ofertados.....	29
4.1.3 Análisis del proceso de producción	30
4.1.4 Organización de la información	31
4.1.5 Fallas existentes en el proceso productivo	40
4.2 Aplicación de la metodología Six Sigma en la empresa de carrocerías Patricio Cepeda. 51	
4.2.1 Introducción.....	51
1. Fase de definición.....	51
1.1 Definición del problema	51
1.2 Identificación de los clientes	53

1.3 Identificación de los CTQ's.....	54
1.4 Mapa de proceso.....	57
1.5 Selección del equipo de trabajo.....	58
1.6 Refinar el alcance del proyecto.....	60
2. Fase de medición.....	60
2.1 Identificación de la medición y variación.....	60
2.1.1 Evaluación técnica de la calidad actual en el proceso productivo.....	61
2.1.2 Análisis de modo y efecto de fallas.....	63
2.2 Desarrollo de un plan de recolección de datos.....	69
2.3. Recolección de datos.....	70
3. Fase de análisis.....	72
3.1 Cálculo de la capacidad de proceso.....	72
4. Fase de mejora.....	79
4.1 Elaboración del plan de mejora.....	80
4.1.1 Identificar las áreas de mejora.....	80
4.1.2 Detectar las principales causas de los problemas.....	80
4.1.3 Formulación de los objetivos.....	83
4.1.4 Selección de las acciones de mejora.....	85
4.2 Plan operativo de las mejoras.....	88
4.2.1 Supervisión del trabajo.....	88
4.2.2 Capacitación al supervisor de calidad y operarios.....	88
4.2.3 Control de calidad y producción.....	91
4.2.4 Medición del cumplimiento de los requisitos del cliente.....	91
4.3 Evaluación de las mejoras propuestas.....	94
5. Fase de control.....	94
5.1 Planteamiento de un plan de control.....	95
5.2 Aplicación de los gráficos de control.....	96
5.3 Desarrollo del plan de reacción.....	103
5.4 Actualización de los procedimientos de operación y el plan de entrenamiento.....	105
4.3.2 Beneficios de la propuesta.....	105

CAPÍTULO V	107
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	107
5.1 Conclusiones.....	107
5.2 Recomendaciones.....	110
BIBLIOGRAFÍA	111
ANEXOS	115

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de buses fabricados en carrocería Patricio Cepeda.....	29
Tabla 1. Tipos de buses fabricados en carrocería Patricio Cepeda. Continuación.	30
Tabla 2. Simbología utilizada para realizar diagramas de flujo	31
Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda.....	36
Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuacion 1.....	37
Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuacion 2.....	38
Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuacion 3.....	39
Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuacion 4.....	40
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos.....	43
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 1	44
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 2	45
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 3	46
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 4	47
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 5	48
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 6	49
Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 7	50
Tabla 5. Descripción de los clientes.....	54
Tabla 6. Equipo de trabajo encargado de aplicar la metodología Six Sigma	59
Tabla 7. Niveles de calidad Sigma	61
Tabla 8. Cálculo del nivel Sigma en Carrocería Patricio Cepeda.....	63
Tabla 9. Valores de prioridad del NPR	64
Tabla 10. AMEF del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda.....	65
Tabla 10. AMEF del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuación.	66
Tabla 11. Fuentes de variación	68
Tabla 12. Plan de recolección de datos de los procesos de carrocería Patricio Cepeda.	69
Tabla 13. Modelos de carrocerías fabricadas desde octubre hasta diciembre	70

Tabla 14. Parámetros para realizar la recolección de datos.....	71
Tabla 15. Análisis del Cp	73
Tabla 16: Datos utilizados para calcular la varianza poblacional σ^2	75
Tabla 17. Resumen de los datos obtenidos en el cálculo de la capacidad de proceso.	79
Tabla 18. Detalle de cada proceso son sus respectivas fallas y causas que lo provocan.	81
Tabla 18. Detalle de cada proceso son sus respectivas fallas y causas que lo provocan. Continuación 1.....	82
Tabla 18. Detalle de cada proceso son sus respectivas fallas y causas que lo provocan. Continuacion 2.....	83
Tabla 19. Detalle de las alternativas de mejora	85
Tabla 20: Perfil requerido para el supervisor de calidad de carrocería Patricio Cepeda.	88
Tabla 21: Detalle de los programas de capacitación.....	89
Tabla 22: Duración del programa de capacitación	90
Tabla 23: Hoja de cálculo utilizado para medir el cumplimiento de los requisitos del cliente interno.	92
Tabla 24. Hoja de cálculo utilizado para medir el cumplimiento de los requisitos del cliente externo.....	93
Tabla 25: Descripción del plan de control.....	95
Tabla 26. Resumen de las gráficas de los proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda.....	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 1. Evolución temporal de la calidad	8
Fig. 2. Esquema del diagrama causa-efecto	10
Fig. 3. Esquema del diagrama de dispersión	11
Fig. 4. Partes de una gráfica de control	12
Fig. 5. Metodología Six Sigma	15
Fig. 6. Antes y después de aplicar Six Sigma	16
Fig. 7. Pasos de la fase de definición de Six Sigma DMAIC.....	17
Fig. 8. Pasos de la fase de medición de Six Sigma DMAIC	18
Fig. 9. Pasos de la fase de análisis de Six Sigma DMAIC.....	18
Fig. 10. Pasos de la fase de mejora de Six Sigma DMAIC.....	19
Fig. 11. Pasos de la fase de control de Six Sigma DMAIC	20
Fig. 12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías.....	32
Fig. 12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías. Continuacion 1 ..	33
Fig. 12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías. Continuacion 2 ..	34
Fig. 12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías. Continuacion 3 ..	35
Fig. 13. Diagrama de Pareto para identificación de las oportunidades de defecto en cada parte de la carrocería.....	52
Fig. 14. Diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas que provocan la aparición de defectos en el proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda	53
Fig. 15. Identificación de los CTQ's según los clientes	55
Fig. 16. CTQ's de proyecto.....	56
Fig. 17. Mapa de procesos de carrocería Patricio Cepeda	58
Fig. 18. Variables a medir en los procesos de carrocería Patricio Cepeda	61
Fig. 19. Diagrama de Pareto donde se representa los NPR y el modo de falla potencial.	67
Fig. 20. Cuadro de selección de los datos de DPO.....	76
Fig. 21. Grafica de intervalos de tolerancia para datos de DPO	77
Fig. 22: Informe de resultados de Cp y Cpk.	78
Fig. 23. Esquema de la evaluación de las mejoras propuestas.....	94
Fig. 24. Carta de control c para el proceso de colocación de anclajes	97
Fig. 25. Carta de control c para el proceso de elaboración y colocación de compuertas	98

Fig. 26. Carta de control c para el proceso de construcción del techo de la carrocería.....	99
Fig. 27 . Carta de control c para el proceso de construcción del frente de la carrocería	100
Fig. 28. Carta de control c para el proceso de arreglo de cabina de chofer	101
Fig. 29. Carta de control c para el proceso de terminados de cajuelas y compuertas	102

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha de observación de los procesos de producción de carrocería Patricio Cepeda.	116
Anexo 2: Encuesta dirigida a los trabajadores de carrocería Patricio Cepeda.	119
Anexo 3: Análisis de los datos recolectados de la encuesta realizada a los trabajadores de carrocería Patricio Cepeda.....	122
Anexo 4. Respuestas de la entrevista realizada al gerente de carrocería Patricio Cepeda..	130
Anexo 5: Fichas de identificación de fallas en los procesos de producción de la empresa .	132
Anexo 6. Hoja de recolección de cantidad de fallas por carrocería.....	134
Anexo 7. Tabla de valores de sigma	135
Anexo 8. Tablas del grado de severidad, ocurrencia y detección utilizado para formar la matriz AMEF.....	136
Anexo 9. Encuesta dirigida a los clientes internos (operarios) de carrocería Patricio Cepeda.	138
Anexo 10. Encuesta dirigida a los clientes externos (clientes finales) de carrocería Patricio Cepeda.....	140
Anexo 11 .Hojas de inspección de calidad.....	141
Anexo 12. Hojas de control de producción de carrocería Patricio Cepeda.....	141

RESUMEN

La presente investigación surge con el propósito de controlar el nivel de calidad de los procesos de producción de Carrocería Patricio Cepeda, a través de un análisis estadístico para lo cual se inicia definiendo el problema a solucionar y proponiendo mejoras para incrementar el desempeño de los procesos, utilizando la metodología Six Sigma- DMAIC por sus siglas en inglés (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

La investigación se desarrolla en cada proceso productivo de construcción de carrocerías en los cuales se utiliza herramientas de control de calidad para indagar información sobre las fallas o defectos en una muestra de doce carrocerías elaboradas en el transcurso de tres meses, en lo posterior se realiza un análisis de la información recolectada empleando indicadores de nivel de sigma, los DPMO (Defectos por millón de oportunidades), el nivel de NPR(Nivel de prioridad de riesgo)los índices de capacidad de proceso y finalmente las gráficas de control. Se aplica los cinco pasos de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) en cada proceso productivo con el objetivo de conocer el nivel actual de calidad y mediante esta información proponer acciones de mejoramiento.

Después de realizar el análisis se concluye que el nivel de calidad de las carrocerías es deficiente ya que se tiene un valor de 0.57σ , además los resultados del índice de capacidad de producción arrojan un valor de 0.99 por lo que indica que los procesos no son capaces de satisfacer las especificaciones del cliente y al realizar las gráficas de control se encuentra que los procesos de colocación de anclajes, elaboración y colocación de compuertas, construcción del techo y frente de la carrocería presentan datos que están fuera del límite de control superior, lo que indica que existe una mayor aparición de defectos que deben ser controlados para lo cual se plantea acciones de mejora para poder primeramente controlar y después elevar el nivel de calidad de la empresa.

ABSTRACT

This research arises with the purpose of controlling the quality processes of Patricio Cepeda Car body Production, through a statistical analysis, which starts by defining the problem to be solved and suggesting improvements in order to increase process performance, using DMAIC methodology Six Sigma for its acronym in English (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).

The research is conducted on each production process of building car bodyworks in which tools of quality control are used to inquire about the flaws or defects in a sample of twelve car bodyworks developed in the course of three months. Later on, it takes an analysis of the information collected using sigma level indicators, the DPMO (Defects per million opportunities), the level of NPR (Risk Priority Level) capacity indices and finally control charts. The five steps of the methodology is applied in each production process in order to meet the current level of quality and by this action propose improvement actions

After the analysis is concluded that the quality of the body is deficient because it has a value of 0.57 σ , plus the results of index production capacity shows a value of 0.99 indicating that the processes are not able to meet customer specifications and to perform control charts is that the laying of anchors, preparation and placement of gates, construction of the roof and the front part of the car bodywork presents data that is outside of the upper control limit, which is indicating that there is a greater occurrence of defects that must be controlled for which improvement actions to control arises first and then raise the quality level of the company.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ACRÓNIMOS

Calidad.- es el grado en el que un conjunto de características cumple con los requisitos.

Cliente.- organización o persona que recibe un producto.

Cursograma analítico.- es un diagrama que muestra la trayectoria de un producto mediante el símbolo que corresponda.

Cursograma sinóptico.- es la representación gráfica de los puntos en que se introducen materiales en el proceso, del orden de las inspecciones y de todas las operaciones.

Six Sigma.- metodología bien estructurada de mejora continua que enfrenta la variabilidad del proceso controlando fallas en los mismos con la aplicación de herramientas y técnicas estadísticas de manera rigurosa.

Control de calidad.- adaptación de medidas para garantizar la satisfacción de las expectativas de los clientes.

Número de oportunidades.- es la cantidad de defectos posible dentro de una misma pieza o unidad.

ACRÓNIMOS

AMEF.- Análisis de modo y efecto de falla.

Cp.- Índice de capacidad de proceso.

Cpk.-Índice de capacidad del proceso tomando en cuenta la media real con respecto a la requerida.

DPMO.- Defectos por millón de oportunidades.

DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control).- Es una estrategia de calidad basada en estadística.

CTQ.- Críticos de calidad.

NPR.- Nivel de prioridad de riesgo.

INTRODUCCIÓN

La mejora de procesos difícilmente se realiza a partir de la nada, es importante mencionar que dicha mejora busca elevar el nivel de ingresos para la compañía al tener procesos más eficientes en términos de reducción de defectos y mermas. Además, la mejora de procesos permite la posibilidad de adquirir mejor tecnología, aumentar la agilidad de respuesta ante posibles cambios en la demanda y las expectativas del cliente, elevar la calidad del producto o servicio al cliente reduciendo el porcentaje de defectos, errores, fallas o mal servicio, entre otros [1].

Una de las metodologías que mayor aceptación ha tenido para controlar la calidad en productos o servicio ha sido Six Sigma-DMAIC, el éxito de la misma reside en el impacto positivo que tiene en la rentabilidad de las organizaciones, a través de mejorar el rendimiento de los procesos y aumentar la satisfacción del cliente, Six Sigma es una filosofía de base estadística que se fundamenta en el comportamiento de la letra griega sigma σ , el cual es utilizado por estadísticos para medir la variabilidad en cualquier proceso [2].

La aplicación de las diferentes herramientas del Six Sigma, la participación activa de los miembros del equipo multidisciplinario, las acciones correctivas tomadas se convierten en componentes claves para mantener los resultados planteados y su permanente control están generando una cultura Six Sigma para alcanzar el mejoramiento continuo en el área [3].

La meta de 6σ , que le da el nombre, es lograr procesos con una calidad Six Sigma, es decir, que como máximo generen 3.4 defectos por millón de oportunidades. Esta meta se pretende alcanzar mediante un programa vigoroso de mejora, diseñado e impulsado por la alta dirección de una organización, en el que se desarrollan proyectos 6σ 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 [4].

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 TEMA:

“CONTROL ESTADÍSTICO DE CALIDAD DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS MEDIANTE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA EN LA EMPRESA CARROCERA PATRICIO CEPEDA.”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

A nivel nacional una de las industrias que contribuye en el crecimiento económico y productivo y que además aporta con miles de puestos de trabajo es la industria carrocera. El sector carrocerero nacional representa alrededor del 4.5 por ciento del Producto Interno Bruto del Ecuador y esta cifra ha ido en aumento debido a la alta demanda de la población por movilizarse [5]. De acuerdo a la Agencia Nacional de Transito, existen 53 empresas carroceras que funcionan en el Ecuador y cada una de ellas oferta una variedad de carrocerías al mercado las cuales son sometidas a estrictos controles de calidad, logrando así un producto de importancia, además el libre ingreso de carrocerías extranjeras especialmente el producto chino ocasiona que exista una alta competitividad en el mercado nacional [6].

Según el Ministerio de Industrias y Productividad uno de los sectores a los que se ha tratado de dar impulso es a la industria carrocera, a través de programas para la exportación a Venezuela de 2 500 vehículos de transporte, entre buses, taxis y furgonetas por USD 150 millones, esto hace que el sector carrocerero tenga como objetivo posicionarse en mercados en donde pueda ofertar sus productos y además con el fin de expandirse a otros sectores del continente. Dentro de la tendencia del mercado; la calidad es un elemento muy importante dentro de todas las organizaciones e incluso se ha convertido en una forma de vida de la

mayor parte de las empresas, debido al constante crecimiento de la competitividad, al permanente avance tecnológico y las exigencias por parte de los clientes que buscan productos y/o servicios de buena calidad [7].

La producción de carrocerías es uno de los pilares en la economía de Tungurahua. Según la Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías funcionan unos 20 talleres grandes y otros 25 entre medianos y pequeños. Allí se da empleo a cerca de 2 500 personas. La producción provincial cubre el 65% del mercado nacional [8]. Estas empresas deben cumplir normas y reglamentos los cuales especifican las características que debe tener el producto, mantener la calidad es la principal característica y es por ello que las empresas deben aplicar correctamente las normas y reglamentos de construcción de carrocerías.

Patricio Cepeda Cía. Ltda., es una empresa dedicada al diseño y la construcción de carrocerías para transporte de pasajeros por más de 20 años. El prestigio de esta marca, se refleja en la satisfacción de los clientes al adquirir una carrocería que le garantiza una excelente inversión. Esta compañía tiene una alta demanda en la fabricación de carrocerías de buses y cuenta con las instalaciones y el personal necesario para satisfacer el requerimiento de los clientes, sin embargo la inexistencia de planes que ayuden a mejorar la calidad de los procesos y del producto y además la falta de control de fabricación en cada una de las fases ha originado que las carrocerías de buses tenga fallas tales como: filtraciones de agua en las pruebas de estanqueidad, defectos de soldadura, fallas en el sistema eléctrico y neumático, problemas con los cauchos de empaque de las puertas, piezas de la carrocería mal soldadas; lo cual ocasiona que los clientes tiendan a buscar otras empresas que puedan satisfacer sus necesidades y cumplir sus expectativas, provocando que la empresa en estudio pierda prestigio en el mercado y como consecuencia también los clientes.

Al referirse sobre técnicas de medición y control de calidad en Carrocería Patricio Cepeda se manifiesta que la empresa no aplica dichas técnicas en cada uno de los procesos de producción ocasionando el desconocimiento del nivel de calidad del producto con respecto a la competencia que se tiene en la provincia y en el país.

Esta empresa cuenta con alrededor de unas 60 personas que están distribuidos en las diferentes áreas que implica la fabricación de las carrocerías, la mayoría de actividades se las realiza manualmente ayudados por herramientas y equipos, la inexistencia de una evaluación

estadística de las diferentes fallas que se encuentra en el producto terminado maximiza el problema. La aparición de desperfectos en el producto genera la existencia de actividades de re trabajo en las fases de fabricación ocasionando entregas tardías y el malestar por parte de los clientes.

1.3 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 De contenido

Área académica: Industrial y Manufactura

Línea de investigación: Industrial

Sublínea de investigación: Sistemas de Gestión de la Calidad.

1.3.2 Espacial

La presente investigación se realizó en la carrocería Patricio Cepeda ubicada en la Avenida José Peralta y pasaje Alfredo Jácome.

1.3.3 Temporal

El proyecto tuvo una duración de 6 meses a partir de su aprobación en H. Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El **interés** por realizar este trabajo está enfocado en aplicar herramientas que se utilizan para la medición y control de fallas de los procesos, ya que debido a experiencias anteriores en fabricación de productos, la calidad es un factor determinante al ofertar a los clientes y al momento de ingresar a cierto mercado, además Tungurahua es una provincia que tiene una variedad de industrias las cuales necesitan obligadamente que sus productos tengan un alto grado de control y mejoramiento de calidad continua y para llevar acabo ese trabajo es necesario contar con un ingeniero experto en dichos temas.

La **importancia** de esta investigación es proporcionar a la industria carrocera Patricio Cepeda una documentación adecuada y eficaz que sirva para controlar las fallas en los procesos, este proyecto se realiza aplicando la metodología Six Sigma-DMAIC que está distribuida en diferentes fases tales como: definición, medición, análisis, mejora y finalmente el control en

cada uno de los procesos, además se incluirá etapas que contienen el aseguramiento de la calidad, así también se utilizara la metodología llamada AMEF(Análisis de modo y efecto de falla) la cual proporciona la orientación y los pasos a seguir para identificar y evaluar las fallas potenciales de un proceso, junto con el efecto que provocan éstas. Aplicando esta metodología se establece prioridades y se elige acciones para intentar eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran las fallas potenciales que más vulneran la calidad del producto

El **beneficiario** directo de esta investigación es la empresa ya que al disminuir la aparición de fallas en la carrocería se obtiene un producto final de calidad con lo cual se aumenta el grado de productividad de la empresa, en consecuencia los rubros económicos tenderían a incrementarse, también son beneficiados los clientes al contar con un producto final que cumpla los requisitos de calidad, otros beneficiados son los obreros de la empresa ya que es posible hacerles conocer la manera correcta de cómo ejecutar los procesos que actualmente hacen reduciendo al mínimo la aparición de fallas.

Esta investigación es **factible** realizarla ya que se cuenta con los conocimientos necesarios para poder vincular la teoría con la práctica, también se cuenta con los recursos bibliográficos, la documentación utilizada y elaborada por parte de la empresa, además que la planta física presta las condiciones para poder realizar la investigación, y finalmente se cuenta con el apoyo de la Gerencia de Carrocerías Patricio Cepeda.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el control estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología Six Sigma en la empresa carrocera Patricio Cepeda.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Estudiar los procesos de fabricación de carrocerías de buses.
- ✓ Medir y evaluar estadísticamente el nivel de fallas de los procesos de producción de las carrocerías.
- ✓ Realizar el análisis de control de calidad mediante la metodología Six Sigma.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Para la aplicación de las primeras etapas de la metodología Six Sigma se divide en 2 tipos: La primera investigación es de tipo documental, la cual se enfoca a aspectos teóricos de Six Sigma, información perteneciente a la empresa, e información concerniente al proceso en estudio. La segunda investigación es de campo, se analizan aspectos relativos al desarrollo del proceso de maquila; hasta llegar a un análisis detallado de los defectos encontrados y su causa raíz [9]. Para la recopilación de la información se utilizan las siguientes técnicas:

Entrevista: con el objeto de tener un panorama de los problemas más sobresalientes, referentes a las actividades a estudiar. Se realizan pláticas con el gerente de planta, la jefa del departamento de control de calidad y personal involucrado en el proceso [9].

Registros: con el fin de recopilar datos estadísticos sobre los defectos detectados y que generan rechazos internos. Se utiliza información de los meses de marzo, abril y mayo de 2009 del documento “Reporte de inspección por atributos y variables en líneas de envasado” [9].

Esta información marca las evidencias para enfocar el estudio en el 20% de los defectos que significan el 80% del total, estos defectos son los siguientes: apariencia, corrugado sin identificar o mal identificado, envase sucio de granel. Posteriormente se realiza un análisis, mediante la utilización de diversas técnicas, el cual permite detectar las variables causantes de dichos defectos [9].

El trabajo en equipo con el personal de la empresa es indispensable para poder desarrollar cada fase del Six Sigma, ya que aportan un conocimiento interno que permite obtener la situación actual de la organización y una visión más amplia del proceso de la empresa [10].

El estudio de la “voz del cliente”, es un trabajo de campo que se realiza con el apoyo del área de ventas, que a pesar de ser una tarea difícil se logró obtener los requerimientos del cliente. En base a lo experimentado es importante que el instrumento de medición sea de fácil uso y comprensión para el cliente, dado que una mala interpretación puede ocasionar errores en la medición de las variables. Finalmente implementando la mejora con la metodología Six Sigma, se logra reducir el porcentaje de productos no conformes por tonalidad de color e incrementar la productividad de la organización [10].

En esta implementación se comprueba que la metodología Six Sigma, ayuda a mejorar el proceso de desarrollo de software si se siguen todos los pasos en cada una de sus fases, para alcanzar sus objetivos de negocio como es la satisfacción del cliente [11].

Six Sigma, permite reducir y eliminar los defectos encontrados durante su implementación, poniendo énfasis en cada uno de los detalles de todos los procesos y funciones involucrados para lograr eficiente prestación del servicio. La aplicación de Six Sigma en el proceso de desarrollo de software ayuda significativamente para que la empresa se encuentre preparada para obtener una certificación específica del software, como puede ser CMMI [11].

Para el logro de los objetivos del modelo LSSL se realiza una revisión bibliográfica cuyos principales aportes están reflejados en el diseño conceptual y metodológico del modelo. De los objetivos Six Sigma que se creen principales y se consideran alcanzables a través de la implementación del modelo, están la reducción de la variabilidad y los defectos para agregar mayor valor. De los objetivos del pensamiento esbelto que se encuentran relevantes y posibles de lograr están el incremento de la velocidad de flujo y la eliminación del desperdicio [12].

El aporte fundamental de este artículo es el desarrollo de 12 pasos de marco de aplicación de Six Sigma que fue diseñado teniendo en cuenta las necesidades y características de las PYME. El marco propuesto tiene como objetivo proporcionar un enfoque estructurado para la resolución de problemas en equipos multifuncionales y las PYME ayuda a florecer y alcanzar su potencial de mejora completa. No sólo es imprescindible para impulsar la mejora de la aplicación de iniciativas Six Sigma, sino también para mantener las ganancias en el largo

plazo. La fase 4 del marco sugiere las formas de mantener los beneficios de la implementación de Six Sigma, centrándose en la motivación intrínseca de los empleados y compartir el aprendizaje a través de la firma [13].

La aplicación de las diferentes herramientas del Six Sigma, la participación activa de los miembros del equipo multidisciplinario y las acciones correctivas tomadas, se convirtieron en componentes claves para mantener los resultados planteados y su permanente control están generando una cultura Six Sigma para alcanzar el mejoramiento continuo en el área [3].

Se consolida la información de una forma lógica y sistemática, constituyendo un sistema de control estadístico estructurado. Con la ayuda de las cartas de control se identifica la estabilidad del proceso, y los índices de capacidad que ayudan a controlar que el proceso cumpla con las especificaciones dadas [14].

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 Calidad total

Es el estadio más evolucionado dentro de las sucesivas transformaciones que ha sufrido el término calidad a lo largo del tiempo. En un primer momento se habla de control de calidad, primera etapa en la gestión de la calidad que se basa en técnicas de inspección aplicadas a producción. Posteriormente nace el aseguramiento de la calidad, fase que persigue garantizar un nivel continuo de la calidad del producto o servicio proporcionado. Finalmente se llega a lo que hoy en día se conoce como calidad total, un sistema de gestión empresarial íntimamente relacionado con el concepto de mejora continua y que incluye las dos fases anteriores [15].

La filosofía de la calidad total proporciona una concepción global que fomenta la mejora continua en la organización y la involucración de todos sus miembros, centrándose en la satisfacción tanto del cliente interno como del externo. Se define esta filosofía del siguiente modo: gestión (el cuerpo directivo está totalmente comprometido) de la calidad (los requerimientos del cliente son comprendidos y asumidos exactamente) total (todo miembro de la organización está involucrado, incluso el cliente y el proveedor, cuando esto sea posible) [15]. En la Fig. 1 se resume la evolución temporal de la calidad.

Etapas de la evolución del enfoque de la calidad

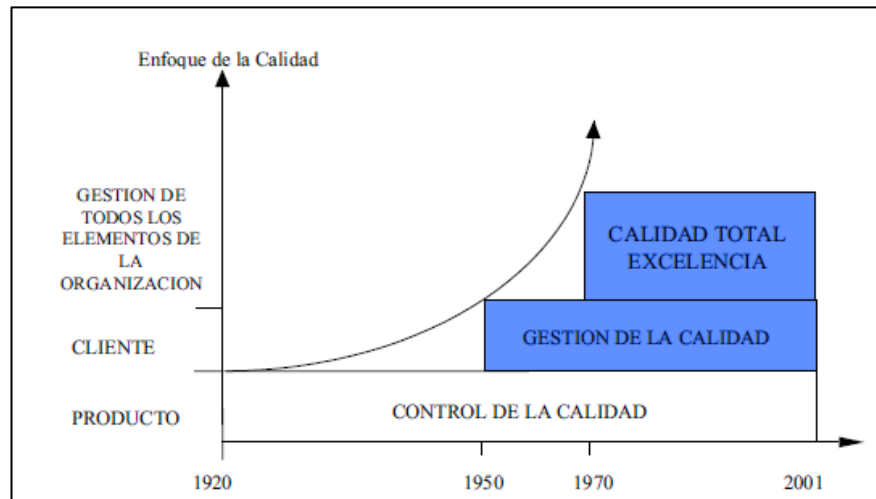


Fig. 1. Evolución temporal de la calidad [16]

2.2.2 Control de calidad

El control de calidad de los productos es el proceso por el cual se establecen y se cumplen unas normas que aseguran el cumplimiento de las especificaciones del producto.

El proceso de control sigue siete etapas, que son las siguientes:

- ✓ Establecer el objeto del control.
- ✓ Elegir una unidad de medida.
- ✓ Establecer el valor normal o estándar de la especificación a controlar.
- ✓ Establecer un instrumento de medida.
- ✓ Realizar la medición de la magnitud en la unidad elegida.
- ✓ Interpretar las diferencias entre el valor real y el valor normal o estándar.
- ✓ Actuar sobre las diferencias encontradas.

El control de calidad no se aplica únicamente al producto final, sino que se realiza a lo largo de todo el proceso de producción. Es decir: en la recepción de materias primas, en el proceso de fabricación, en los productos semielaborados y en el propio producto final.

2.2.3 Herramientas de la calidad

Existen siete herramientas básicas que han sido ampliamente adoptadas en las actividades de mejora de la Calidad y utilizadas como soporte para el análisis y solución de problemas operativos en los más distintos contextos de una organización [17].

- ✓ Hoja de control (hoja de recogida de datos)
- ✓ Histograma
- ✓ Diagrama de Pareto
- ✓ Diagrama de causa efecto
- ✓ Estratificación (análisis por estratificación)
- ✓ Diagrama de scadter (diagrama de dispersión)
- ✓ Gráfica de control

Hoja de control

También llamada hoja de recogida de datos o de registro, sirve para reunir y clasificar las informaciones según determinadas categorías, mediante la anotación y registro de sus frecuencias bajo la forma de datos. Una vez que se ha establecido el fenómeno que se requiere estudiar e identificadas las categorías que los caracterizan, se registran éstas en una hoja, indicando la frecuencia de observación.

Histogramas

Es básicamente la presentación de una serie de medidas clasificadas y ordenadas, es necesario colocar las medidas de manera que formen filas y columnas, en este caso se coloca las medidas en cinco filas y cinco columnas. La manera más sencilla es determinar y señalar el número máximo y mínimo por cada columna y posteriormente agregar dos columnas en donde se colocan los números máximos y mínimos por fila de los ya señalados. Se toma el valor máximo de la columna X_+ (medidas máximas) y el valor mínimo de las columnas X_- (medidas mínimas) y tendremos el valor máximo y el valor mínimo.

Teniendo los valores máximos y mínimos, podemos determinar el rango de la serie de medidas, el rango no es más que la diferencia entre los valores máximos y mínimos.

Diagrama de Pareto

Es una herramienta que se utiliza para priorizar los problemas o las causas que los genera. Según este concepto, si se tiene un problema con muchas causas, se describe que el 20% de las causas resuelven el 80% del problema y el 80% de las causas solo resuelven el 20% del problema. Basada en el conocido principio de Pareto, ésta es una herramienta que es posible identificar lo poco vital dentro de lo mucho que podría ser trivial.

Diagrama de causa – efecto

Es la representación de varios elementos (causas) de un sistema que pueden contribuir a un problema (efecto). Algunas veces es denominado diagrama Ishikawa o diagrama espina de pescado por su parecido con el esqueleto de un pescado como se representa en la Fig. 2. Es una herramienta efectiva para estudiar procesos y situaciones, y para desarrollar un plan de recolección de datos [18].

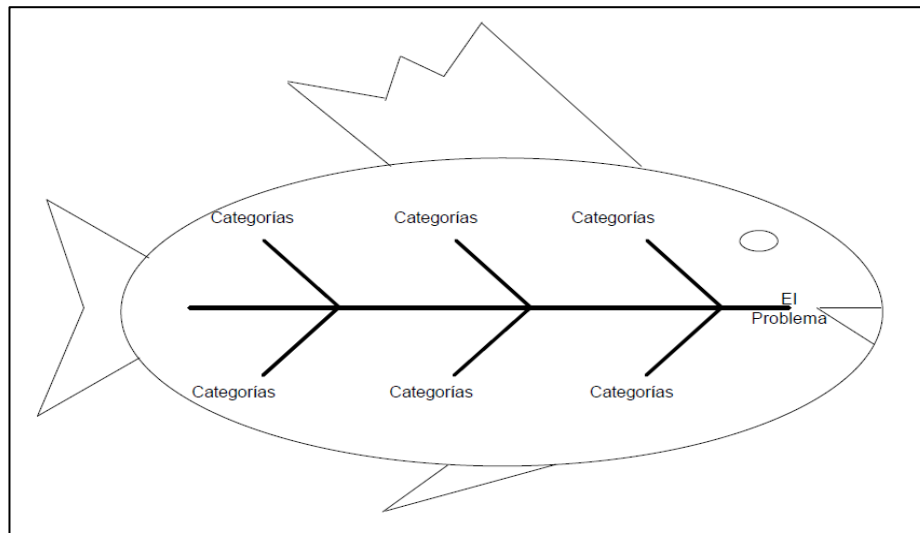


Fig. 2. Esquema del diagrama causa-efecto [18]

La estratificación

Es lo que clasifica la información recopilada sobre una característica de calidad. Toda la información debe ser estratificada de acuerdo a departamentos y acciones específicas con el objeto de asegurarse de los factores asumidos.

Los criterios efectivos para la estratificación son:

- ✓ Tipo de defecto.
- ✓ Causa y efecto.
- ✓ Localización del efecto.

Diagrama de dispersión

Es el estudio de dos variables, y se pueden relacionar de esta manera:

- ✓ Una característica de calidad y un factor que la afecta.
- ✓ Dos características de calidad relacionadas.
- ✓ Dos factores relacionados con una sola característica de calidad.

Para comprender la relación entre éstas, es importante, hacer un diagrama de dispersión y comprender la relación global. En la Fig.3 se representa dicho diagrama.

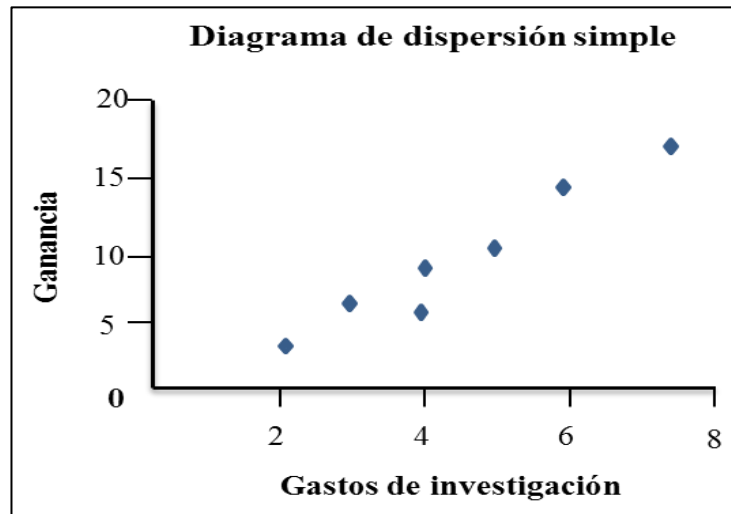


Fig. 3. Esquema del diagrama de dispersión [17]

Gráficas de control

Se utilizan para estudiar la variación de un proceso y determinar a qué obedece esta variación. Un gráfico de control es una gráfica lineal en la que se han determinado estadísticamente un límite superior (límite de control superior) y un límite inferior (límite inferior de control) a ambos lados de la media o línea central. La línea central refleja el producto del proceso. Los

límites de control proveen señales estadísticas para que la administración actúe, indicando la separación entre la variación común y la variación especial.

Estos gráficos son muy útiles para estudiar las propiedades de los productos, los factores variables del proceso, los costos, los errores y otros datos administrativos. En la Fig. 4 se muestra las partes que tiene una gráfica de control.

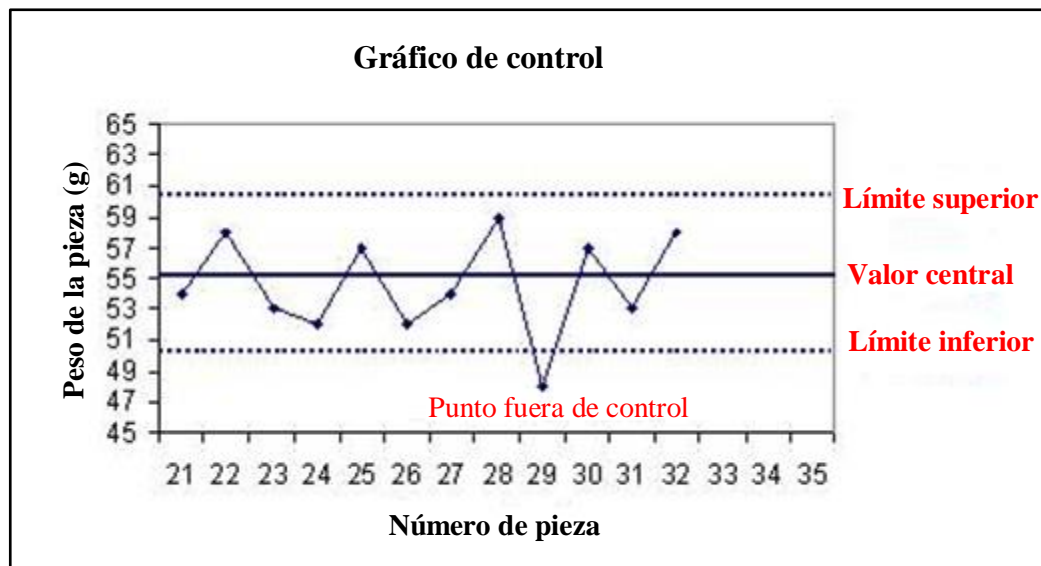


Fig. 4. Partes de una gráfica de control [19]

Tipos de gráficos de control

✓ **Gráfico X-R muestra de tamaño constante**

Este gráfico ayuda a conocer si el proceso se encuentra dentro de las especificaciones. La medición de las variables y de los rangos de estas indica si el proceso es constante o no. Si hay una gran variación en los valores significa que el proceso está fuera de control o en otras palabras que existen variables asignables o atribuibles que están ocasionando una variación [20].

✓ **Gráfico X-S muestra de tamaño constante**

Para obtener la gráfica de medias y desviaciones estándar es necesario que la característica del producto se haya definido con tipo de análisis variable y tamaño de subgrupo igual o mayor a 2. Cada punto de la gráfica de medias es el promedio de las

muestras de un subgrupo. Cada punto de la gráfica de desviaciones es la desviación estándar interna de cada subgrupo. Los límites de control se calculan a partir de la desviación estándar promedio y delimitan una zona de 3 desviaciones estándar de cada lado de la media [20].

✓ **Gráfico X-R muestra de tamaño variable**

Para obtener la gráfica de medias y rangos es necesario que la característica del producto se haya definido con tipo de análisis variable y tamaño de subgrupo igual o mayor a 2. Cada punto de la gráfica de medias es el promedio de las muestras de un subgrupo. Cada punto de la gráfica de rangos es la diferencia entre el valor máximo y el mínimo de cada subgrupo. Los límites de control se calculan a partir del rango promedio y delimitan una zona de 3 desviaciones estándar de cada lado de la media [20].

✓ **Gráfico X-S muestra de tamaño variable**

Para obtener la gráfica de medias y desviaciones estándar es necesario que la característica del producto se haya definido con tipo de análisis variable y tamaño de subgrupo igual o mayor a 2. Cada punto de la gráfica de medias es el promedio de las muestras de un subgrupo. Cada valor de la gráfica de desviaciones es la desviación estándar interna de cada subgrupo. Los límites de control se calculan a partir de la desviación estándar promedio y delimitan una zona de 3 desviaciones estándar de cada lado de la media [20].

✓ **Gráfico tipo “p”**

Se clasifica la unidad de observación en una de dos categorías alternas, por ejemplo pasa o no pasa, cumple con las especificaciones y no cumple con las especificaciones; se puede rastrear la producción de unidades defectuosas en la muestra de observación [20].

✓ **Gráfico tipo “np”**

Basados en el número de elementos en una muestra o subgrupo que son juzgados como disconformes en relación a una definición operacional. Se llaman así porque el

número de elementos disconformes en una muestra se suponen como la proporción de elementos disconformes p , conforme al tamaño de la muestra n , así que son llamados gráficos np [20].

✓ **Gráfico “c”**

Los defectos pueden ser de diferentes tipos y se cuenta el total de todos estos defectos en la unidad inspeccionada. Se obtiene un resultado que es el número de defectos por unidad de inspección. Los resultados obtenidos al contar el número de defectos en unidades de inspección retiradas a intervalos regulares constituyen una variable aleatoria discreta, porque puede tomar valores 0, 1, 2, 3, ...n. Los gráficos c se utilizan para controlar el número de defectos en una muestra del producto o unidad de inspección [20].

✓ **Gráfico “u”**

Mide la cantidad de defectos o no conformidades por unidad inspeccionada, en muestras o subgrupos que pueden tener un tamaño variable. Es igual al gráfico c excepto que la cantidad de defectos se expresa sobre una base unitaria. Los gráficos u y c se utilizan en las mismas situaciones excepto que el gráfico u puede utilizarse cuando la muestra tiene más de una unidad [20].

2.2.4 La mejora continua

Es una filosofía que intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio. Es mayormente aplicada de forma directa en empresas de manufactura, debido en gran parte a la necesidad constante de minimizar costos de producción obteniendo la misma o mejor calidad del producto, ya que los recursos económicos son limitados y en un mundo cada vez más competitivo a nivel de costos, es necesario para una empresa manufacturera tener algún sistema que le permita mejorar y optimizar continuamente [21].

2.2.5 Control estadístico de la calidad

Es la aplicación de diferentes técnicas estadísticas a procesos industriales (mano de obra, materias primas medidas, máquinas y medio ambiente), procesos administrativos y/o servicios con el objeto de verificar si todas y cada una de las partes del proceso y servicio cumplen con

unas ciertas exigencias de calidad, entendiendo este término como “la aptitud del producto y/o servicio para su uso [22].

2.2.6 Metodología Six Sigma

Es un enfoque revolucionario de gestión que mide y mejora la calidad, ha llegado a ser un método de referencia para, al mismo tiempo, satisfacer las necesidades de los clientes y lograrlo con niveles próximos a la perfección [23].

Dicho en pocas palabras, es un método, basado en datos, para llevar la calidad hasta niveles próximos a la perfección, diferente de otros enfoques ya que también corrige los problemas antes de que se presenten. En la Fig. 5 se representa las fases que contiene la metodología Six Sigma-DMAIC.



Fig. 5. Metodología Six Sigma [23]

Six Sigma es un disciplinado proceso el cual ayuda a enfocar, perfeccionar y poder llegar cerca de la perfección en productos y servicios. La palabra Sigma es un término estadístico que permite medir que tanto se desvía el proceso de la perfección. La idea central detrás de esta metodología es que si se puede medir cuantos defectos se tiene en el proceso se puede estimar sistemáticamente como eliminarlos y llevarlos lo más cercano posible a cero defectos. Six Sigma ayuda a tomar decisiones basadas en datos (información) y ofrece una inventiva estructurada para alcanzar rápidamente mejoras mediante el uso ordenado de herramientas estadísticas, que identifican causas de raíz y llevan a la reducción de la variabilidad de los productos y procesos [24].

Six Sigma le da a la compañía herramientas universales que pueden ser sistemáticamente aplicadas a problemas y luego entonces ser usadas para medir los resultados. Es una forma sistemática para reducir la variabilidad en un proceso e incrementa el ahorro de dólares. [24]

Esta metodología sigue un enfoque de implementación estructurado con base en un ciclo denominado DMAIC, aunque también existen otros enfoques como DFSS, DMADOV y PDCA-SDVA.

De entre los mencionados el de mayor aplicación es el DMAIC, que comprende cinco etapas o fases: Definir (Define), Medir (Measure), Analizar (Analyze), Mejorar (Improve) y Controlar (Control), de allí las siglas de su nombre [25].

¿Cuál es la meta de Six Sigma?

La meta de Six 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 es el 99.999666% de eficiencia. En la Fig. 6 se observa una representación de la aplicación de Six Sigma.

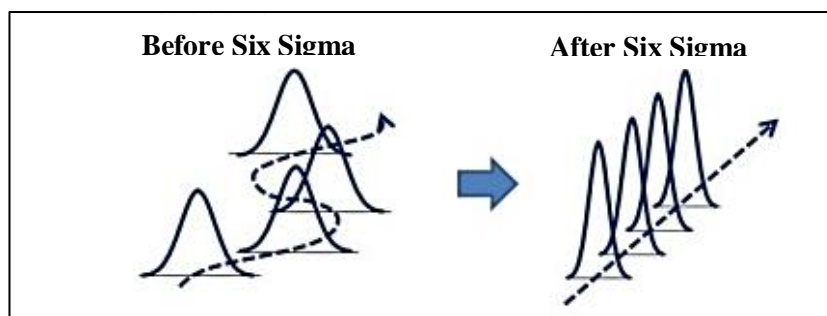


Fig. 6. Antes y después de aplicar Six Sigma [23]

2.2.7 Etapas de Six Sigma

La metodología que propone Six Sigma es la siguiente: DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) [26].

2.2.7.1 Fase de definición

Definir es la primera etapa del modelo DMAIC. El propósito de esta etapa es refinar el entendimiento del problema a solucionar y definir las expectativas del cliente para el proceso. El equipo de trabajo define lo que se necesita para un proyecto de Six Sigma exitoso, esto incluye identificar los clientes (internos y externos); identificar sus necesidades y determinar el alcance del proyecto y los objetivos. Entonces se debe definir claramente el problema y cuantificarlo, identificar los indicadores y las fuentes de medición potenciales, así como

establecer los atributos negativos y el desempeño actual, además de la afectación al cliente. Las preguntas a hacer en esta etapa incluyen: ¿quién es el cliente?, ¿qué es lo importante y qué es crítico para la calidad?, ¿cuál es el alcance?, ¿qué defectos se está tratando de reducir?, ¿en cuánto?, ¿cuál es la meta?, ¿cuál es costo actual de los defectos? [27].

En la Fig. 7 se describe los pasos que constituyen la fase de definición:

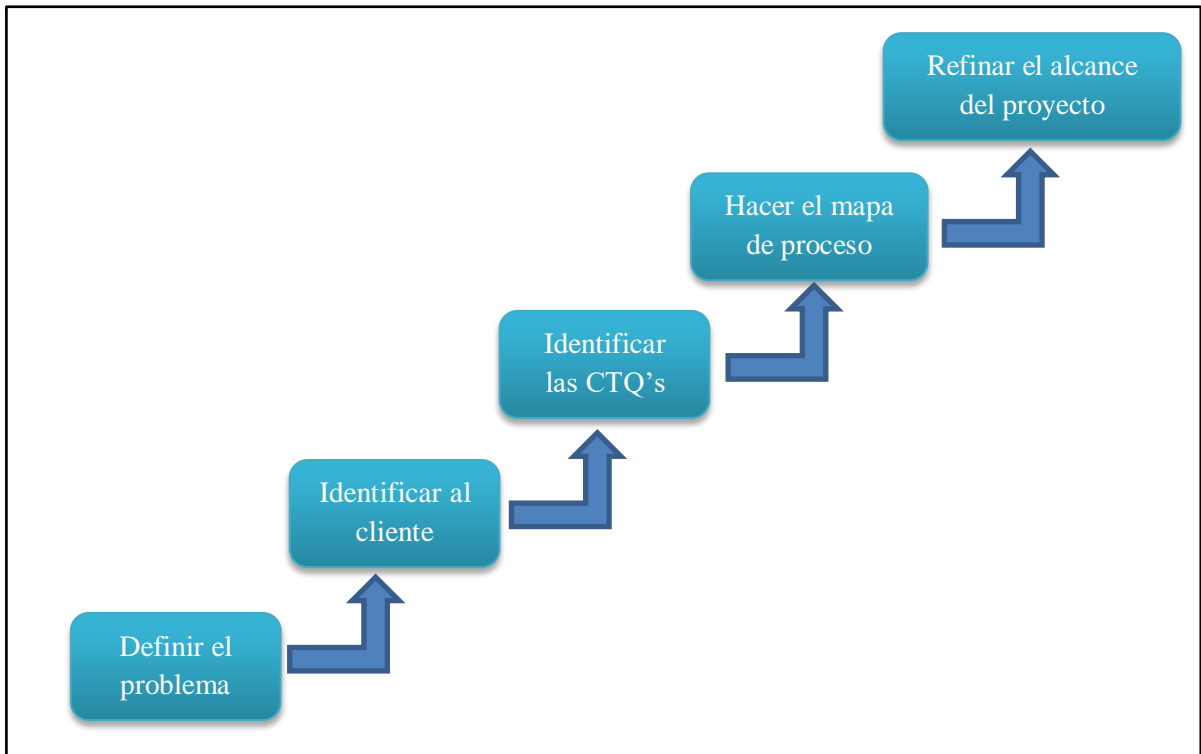


Fig. 7. Pasos de la fase de definición de Six Sigma DMAIC

2.2.7.2 Fase de medición

El propósito de la fase de medición es establecer técnicas para la recolección de información acerca del desempeño actual que destaque las oportunidades del proyecto y proporcione una estructura para monitorear las mejoras subsecuentes.

Durante esta fase se eliminan las conjeturas y suposiciones acerca de lo que los clientes necesitan y esperan, y qué tan bien está trabajando el proceso. Se recolecta información de varias fuentes para determinar los tipos de defectos y qué tan frecuentemente ocurren, retroalimentación del cliente acerca de cómo se ajusta el proceso a sus necesidades, entre otros [24].

En la Fig. 8 se describe los pasos que constituyen la fase de medición:

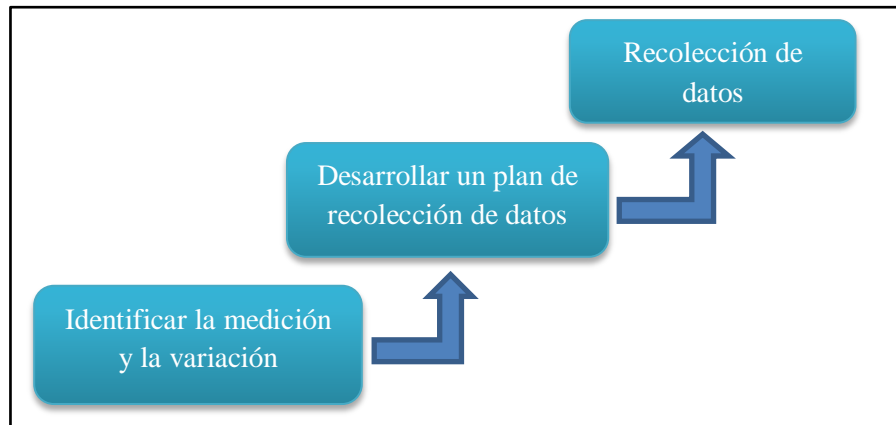


Fig. 8. Pasos de la fase de medición de Six Sigma DMAIC

2.2.7.3 Fase de análisis

Esta etapa permite establecer las oportunidades de mejora al tener todos los datos. A través de esta etapa, se determina por qué, cuándo y cómo ocurren los defectos; selecciona las herramientas de análisis gráfico adecuadas y las aplica a los datos recolectados y; plantea un conjunto de mejoras potenciales para aplicarse en la siguiente etapa. Después de analizar, se puede entregar un mapa del proceso detallado, un enunciado refinado del problema y estimados de la posibilidad de defectos. Las preguntas a realizar en esta etapa incluyen: ¿qué variables del proceso afectan más la calidad y hasta qué punto?, ¿si cambio una variable del proceso realmente cambio los indicadores resultantes?, ¿cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones?, ¿qué nivel de confianza se tiene con respecto a las conclusiones? [27].

En la Fig. 9 se describe los pasos que constituyen la fase de medición:

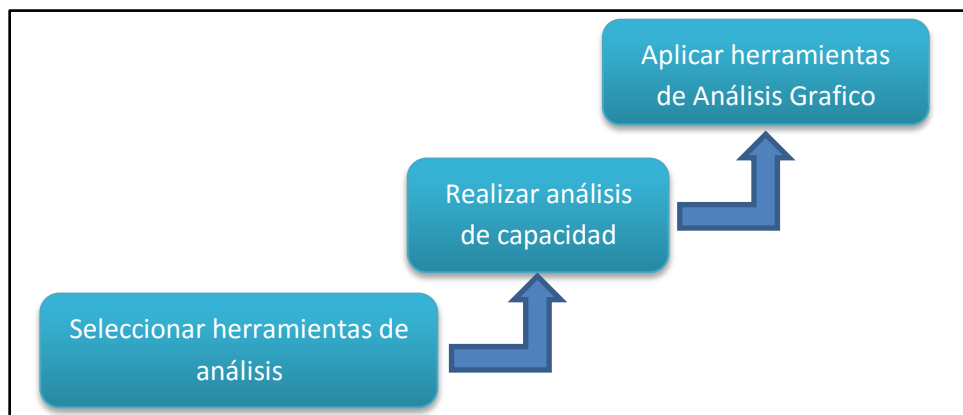


Fig. 9. Pasos de la fase de análisis de Six Sigma DMAIC

2.2.7.4 Fase de mejora

En la etapa de mejorar, el equipo de trabajo desarrolla, implementa y valida alternativas que rectifican el proceso. Esto consiste en hacer una lluvia de ideas, probar las soluciones propuestas usando corridas piloto y aceptando alternativas. Esta etapa entrega soluciones al problema y genera la confirmación de las mejoras así como planes de implementación y comunicación [27].

En la Fig. 10 se describe los pasos que constituyen la fase de mejora:

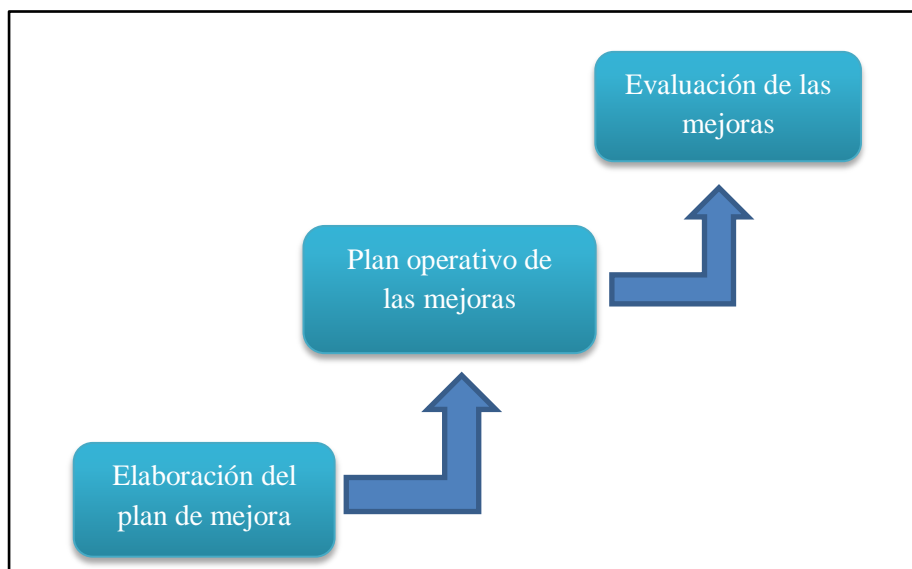


Fig. 10. Pasos de la fase de mejora de Six Sigma DMAIC

2.2.7.5 Fase de control

La etapa de control institucionaliza las mejoras del proceso y el producto y, monitorea el desempeño actual a fin de obtener las ganancias logradas en la etapa de Mejorar. Durante esta etapa el equipo de trabajo desarrolla una estrategia de control basada en los resultados de las cuatro etapas previas, un plan de control que incorpora los cambios en el proceso cronológicamente y un enunciado de calidad de desempeño actualizado y un plan de entrenamiento para documentar los cambios y mejoras [27]. Una de las herramientas que se utiliza en esta etapa son las cartas de control las cuales indican si un proceso o producto se encuentran dentro de los límites de control para en base a este estudio implementar acciones de corrección y mejora.

En la Fig. 11 se describe los pasos que constituyen la fase de control:

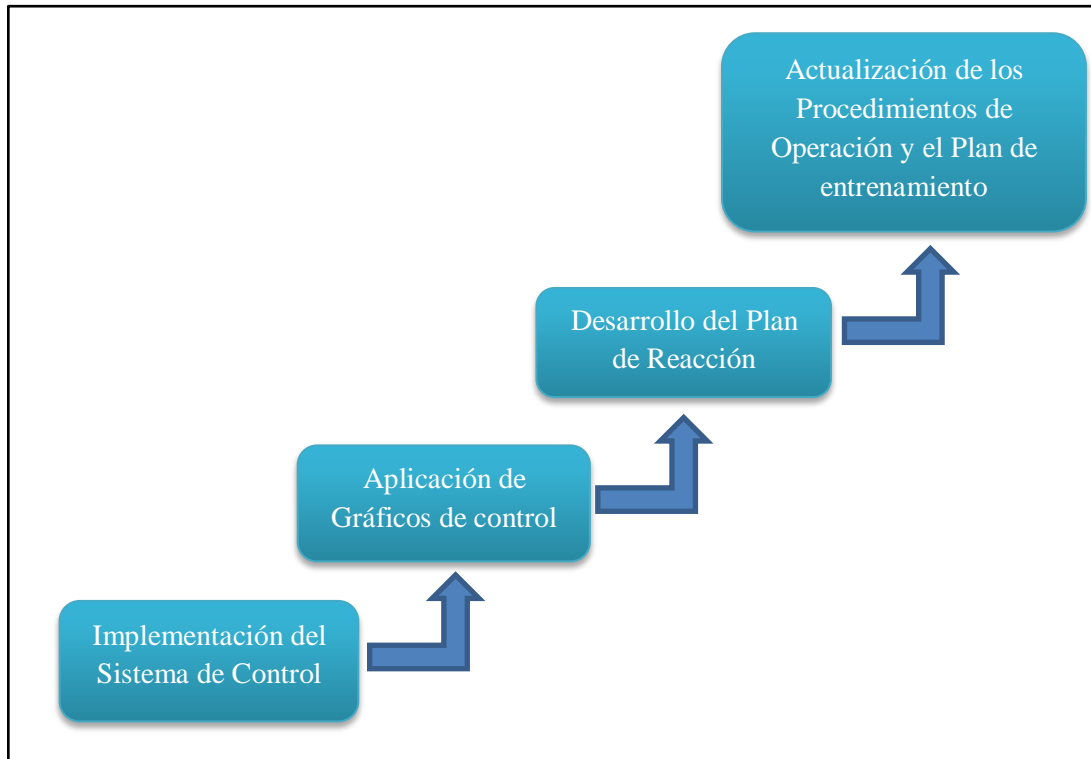


Fig. 11. Pasos de la fase de control de Six Sigma DMAIC

Las herramientas utilizadas en la metodología Six Sigma

En los proyectos Six Sigma se utilizan dos tipos de herramientas. Unas, de tipo general como las 7 herramientas de calidad, se emplean para la recogida y tratamiento de datos; las otras, específicas de estos proyectos, son herramientas estadísticas, entre las que cabe citar los estudios de capacidad del proceso, análisis ANOVA, contraste de hipótesis, diseño de experimentos y, también, algunas utilizadas en el diseño de productos o servicios, como el QFD y AMFE.

2.2.8 Análisis de modo y efectos de fallas

Es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstas ocurran, con el propósito de eliminarlas o de minimizar el riesgo asociado a las mismas [28].

Por lo tanto, el AMEF puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- ✓ Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- ✓ Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema.
- ✓ Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- ✓ Analizar la confiabilidad del sistema.
- ✓ Documentar el proceso.

2.2.9 Proceso de fabricación de carrocería “Patricio Cepeda”

Recepción de chasis

- ✓ Comprobación y chequeo de especificaciones técnicas del chasis
- ✓ Preparación y protección de los sistemas eléctricos, neumáticos e hidráulicos
- ✓ Alineación del chasis
- ✓ Preparación y colocación de refuerzos en el chasis

Materiales de construcción

- ✓ Revisión de materiales en stock.
- ✓ Preparación del material para la construcción.
- ✓ Revisión de cortes, doblados, cizallados acorde a los planos.
- ✓ Limpieza y fondeado de partes para evitar corrosión.

Ensamble de estructura

- ✓ Armado del piso o plataforma.
- ✓ Control de dimensiones y soldadura.
- ✓ Ensamble de parantes y refuerzos.
- ✓ Control de dimensiones, nivelación y alineamiento.
- ✓ Tejido de la estructura del techo.
- ✓ Control de dimensiones, nivelación y alineamiento.
- ✓ Soldadura de estructura en su totalidad.
- ✓ Control y corrección de dimensiones, nivelación, alineamiento y enderezada de toda la estructura.
- ✓ Colocación de refuerzos en toda la estructura.

- ✓ Comprobación de estabilidad de la carrocería.
- ✓ Ensamble de frente.
- ✓ Ensamble de respaldo.
- ✓ Ensamble y adaptación de cajuelas, gradas y puerta.
- ✓ Control de ensamble.

Forrado de exteriores de la carrocería

- ✓ Preparación del material.
- ✓ Forrado periférico, exterior del techo.
- ✓ Control de uniones soldadas y rematadas.
- ✓ Forrado periférico, exterior de los laterales, frente y respaldo.
- ✓ Correcciones y remate de soldadura en forrado.
- ✓ Control de forrado de la carrocería.
- ✓ Construcción y adecuación de puertas de cajuelas.
- ✓ Colocación de chapas y brazos en puertas y cajuelas.
- ✓ Colocación de refuerzos en toda la estructura.

Pintura de la carrocería

- ✓ Preparación del material.
- ✓ Lijado exterior total de la carrocería.
- ✓ Aplicación de masilla y formación de detalles.
- ✓ Lijado y pulido hasta obtener la forma correcta y deseada.
- ✓ Control del correcto pulido y forma dada en la carrocería.
- ✓ Aplicación del desengrasante.
- ✓ Fondeado general de la carrocería partes y piezas.
- ✓ Coger fallas en partes defectuosas.
- ✓ Pintado en su totalidad de la carrocería.
- ✓ Control del acabado correcto del proceso de pintado de la carrocería.

Forrado interior de la carrocería

- ✓ Preparación del material
- ✓ Colocación de refuerzos para la ubicación de planchas de fibra para el interior del techo.

- ✓ Adaptación de consola y tablero.
- ✓ Control de la correcta colocación de planchas de fibra, consola y tablero.
- ✓ Aplicación líquida de poliuretano (pedido extra).
- ✓ Coger fallas en partes defectuosas y pintar.
- ✓ Adaptación de forros laterales en el interior de la carrocería.
- ✓ Tapizada y colocación de vidrios de cabina.
- ✓ Control de acabados en el forrado interior de la carrocería.

Acabado de interiores y exteriores de la carrocería

- ✓ Preparación del material.
- ✓ Adaptación y colocación de ventanas.
- ✓ Colocación de vidrios fijos y parabrisas.
- ✓ Control del pegado y colocación de vidrios, ventanas y parabrisas.
- ✓ Instalación del sistema eléctrico.
- ✓ Control del sistema eléctrico en su totalidad.
- ✓ Instalación del sistema neumático de la carrocería.
- ✓ Control de comprobación neumática.
- ✓ Adaptación y pegado de moqueta.
- ✓ Colocación de aluminios en el pasillo.
- ✓ Colocación de canastillas y pasamanos.
- ✓ Distribución y colocación de asientos.
- ✓ Colocación de accesorios de la carrocería.
- ✓ Forrado de gradas de la entrada.
- ✓ Colocación de artículos de seguridad y limpieza.
- ✓ Limpieza general de la carrocería terminada.
- ✓ Pegado de adhesivos de señalización, seguridad e identificación de la carrocería.
- ✓ Control y revisión general de calidad del funcionamiento de la unidad carrozada.
- ✓ Entrega de la unidad.

2.3 PROPUESTA DE SOLUCIÓN

Mediante la investigación que se plantea se pretende eliminar o reducir la posibilidad de que ocurran fallas potenciales en el producto a través de una metodología empleada para elevar el nivel de calidad.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE INVESTIGACIÓN

MODALIDAD APLICADA

Se aplica esta modalidad la misma que se desarrolla en base a la investigación de campo debido a que se realizará en el lugar de los hechos en contacto directo con los objetos de la investigación, ya que se verifica el estado de los procesos y de la documentación que se emplea en la empresa Patricio Cepeda, permitiendo el conocimiento a fondo del problema y adquiriendo valiosa información con la cual se podrá resolver el problema planteado.

MODALIDAD BIBLIOGRÁFICA-DOCUMENTAL

En la presente investigación se utiliza la modalidad bibliográfica-documental porque el objetivo es detectar, visualizar, ampliar y profundizar mediante teorías, conceptualizaciones y criterios de diversos autores sobre el problema propuesto, además es obligatorio apoyarse en fuentes tales como: diagramas, hojas de procesos, registros, reportes de producción, y secundarias como libros y demás publicaciones que permitan explicar de manera teórica y científica el proceso de la investigación planteada.

MODALIDAD EXPLORATORIA

Se utiliza esta modalidad ya que permite conocer, analizar, verificar, explorar las causas que generan el problema planteado, además sirven para investigar en qué estado se encuentra la empresa y así presentar una idea de la magnitud del problema que afecta a la misma.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

El proyecto de investigación manipula una muestra de 12 carrocerías terminadas en el transcurso de 3 meses ya que se considera que es el tiempo que se utiliza para indagar las diferentes fallas que pueden aparecer en el producto.

3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La recolección de la información se la realiza a través de 3 herramientas: entrevistas, observación, fichas de observación. Las entrevistas se las realiza a los diferentes jefes de las secciones incluyendo también a los trabajadores de las distintas áreas de trabajo como también a la administración.

La observación se la realiza a todas las estaciones de trabajo de la planta para conocer todos los procesos que se realizan, además se utiliza fichas las cuales ayuden a verificar y a tomar de mejor manera los datos que pudieran aparecer y así tomar en cuenta los posibles problemas que se puede encontrar.

Se utiliza la encuesta, que estará dirigida al personal operativo y administrativo de la empresa durante los turnos de trabajo en los cuales estén asignados su trabajo.

3.4 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recogidos se consiguen siguiendo ciertos procedimientos:

- ✓ Revisión crítica de la información recogida, eliminando información no necesaria o incompleta.
- ✓ Repetición de la recolección, en ciertos casos individuales para corregir fallos de contestación.
- ✓ Tabulación o cuadros de la información recolectada.
- ✓ Manejo de información
- ✓ Estudio de datos para presentación de resultados.

3.5 DESARROLLO DEL PROYECTO

- ✓ Descripción del proceso de producción.
- ✓ Desarrollo de diagramas de procesos.

- ✓ Determinación de la capacidad de proceso.
- ✓ Definición del proceso y variables críticas de calidad.
- ✓ Medición de los defectos a través de la metodología AMEF.
- ✓ Identificación de fallas.
- ✓ Análisis de los resultados mediante herramientas como Diagramas de Pareto, Diagramas Ishikawa, etc.
- ✓ Aplicación de un plan de mejora continua.
- ✓ Control de las mejoras mediante cartas de control.
- ✓ Elaboración del Informe Final.

CAPÍTULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA

4.1 CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA COMPAÑÍA LTDA

4.1.1 La empresa

Carrocería Patricio Cepeda ubicada en la Avenida José Peralta y pasaje Alfredo Jácome en el km 1 vía a Guaranda nace en 1987 gracias al esfuerzo y la visión de Jaime Cepeda y Lida Intriago.

Cuenta con personal productivo altamente entrenado y capacitado, con experiencia en funciones específicas para la construcción de carrocerías y con certificaciones otorgadas por instituciones técnicas, con responsabilidad y honradez que actúan con sentido de urgencia y razonando en la mejora continua de todos sus procesos, trabajadores administrativos capacitados y con la suficiente experiencia en manejo de información, aplicando leyes y trabajo mediante resultados.

Misión: proveer productos de calidad con diseño, confort, seguridad y a precios justos, superando las expectativas de nuestros clientes, usuarios y demás grupos de interés, a través de la mejora continua de nuestros procesos certificados bajo la norma ISO 9001:2008, personal calificado y el uso óptimo de nuestros recursos.

Visión: al finalizar el 2015, Patricio Cepeda Compañía Limitada, es una empresa organizada, social y económicamente sustentable, que provee al sector del transporte, productos de calidad e innovación que cumplen con las normas y leyes vigentes, facilitando el desarrollo de nuestros grupos de interés internos y externos, respetando el medio ambiente y contribuyendo al crecimiento del país.

Valores:

RESPECTO: escuchar, buen trato, educación

LEALTAD: fidelidad, gratitud, reciprocidad

TRANSPARENCIA: claridad, informar

IGUALDAD: no favoritismo, equidad

COMPAÑERISMO: buenas relaciones, espíritu de equipo

SOLIDARIDAD: preocupación por el bien común, ayuda a los demás, comprensión

4.1.2 Productos ofertados

Carrocería Patricio Cepeda elabora en sus instalaciones cinco modelos de carrocerías las cuales varían su diseño dependiendo del tipo de pasajero que se vaya a transportar, la variedad de diseños y la calidad del producto son factores que atraen a clientes de todo el país. En la Tabla 1 se muestra los diferentes tipos de buses que fabrica la empresa.

Tabla 1. Tipos de buses fabricados en carrocería Patricio Cepeda.

BUS	IMAGEN
<p>SILVER GLASS INTERPROVINCIAL</p>	 A red and white Zaracay Silver Glass Interprovincial bus. The bus is primarily red with white accents and features the Zaracay logo and name on the side. It is parked on a paved area.
<p>SILVER GLASS INTRAPROVINCIAL</p>	 A green and white Zaracay Silver Glass Intraprovincial bus. The bus is primarily green with white accents and features the Zaracay logo and name on the side. It is parked on a paved area.

Tabla 1. Tipos de buses de carrocería Patricio Cepeda. Continuación

BUS	IMAGEN
<p>SILVER PLUS TURISMO</p>	
<p>SILVER CITY URBANO</p>	
<p>BUS ESCOLAR</p>	

4.1.3 Análisis del proceso de producción

Carrocería Patricio Cepeda realiza la producción bajo pedido, influye también los requerimientos y detalles que solicite el cliente. Las operaciones que se realizan para cada tipo de carrocería son las mismas, solo se diferencia en los diseños de cada bus.

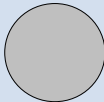

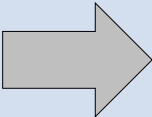
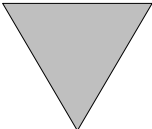
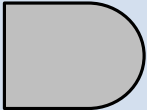
Esta investigación busca las fallas que aparecen en el proceso de producción de las carrocerías, así que es de vital importancia conocer de principio a fin todas las operaciones que se realizan, para la recolección de información se ha utilizado fichas de observación en

las cuales se detallan cada línea de trabajo con sus respectivas operaciones, estas se muestra en el Anexo 1.

4.1.4 Organización de la información

Para lograr una adecuada noción de la información y representar las operaciones de una forma secuencial y organizada es necesario utilizar dos tipos de cursogramas: sinóptico y analítico, los cuales usan simbologías que facilitan el análisis de un proceso productivo. En la Tabla 2 se describe la simbología a utilizarse.

Tabla 2. Simbología utilizada para realizar diagramas de flujo [29].

SIMBOLO	SIGNIFICADO	UTILIZACIÓN
	OPERACIÓN	Indica las principales fases del proceso, método o procedimiento, corresponde a los procesos de transformación.
	INSPECCIÓN	Indica cada vez que un paso del proceso se verifica, en términos de: la calidad, cantidad o características. Es un paso de control dentro del proceso.
	TRANSPORTE	Da a conocer el movimiento de material, materia prima en transformación o componentes de un sitio a otro.
	ALMACENAMIENTO	Indica el depósito permanente de la materia prima, componentes, productos u objetos cualquiera dentro de un almacén.
	DEMORA	Indica paralización en el desarrollo de los hechos o procesos.

CURSOGRAMA SINÓPTICO

Diagrama Núm.: 1	Método: Actual <u>X</u> Propuesto <u>__</u>	Hoja: 1/4
Responsable: Marco Pilco	Fecha: 05/11/2015	
Producto: carrocería de buses		

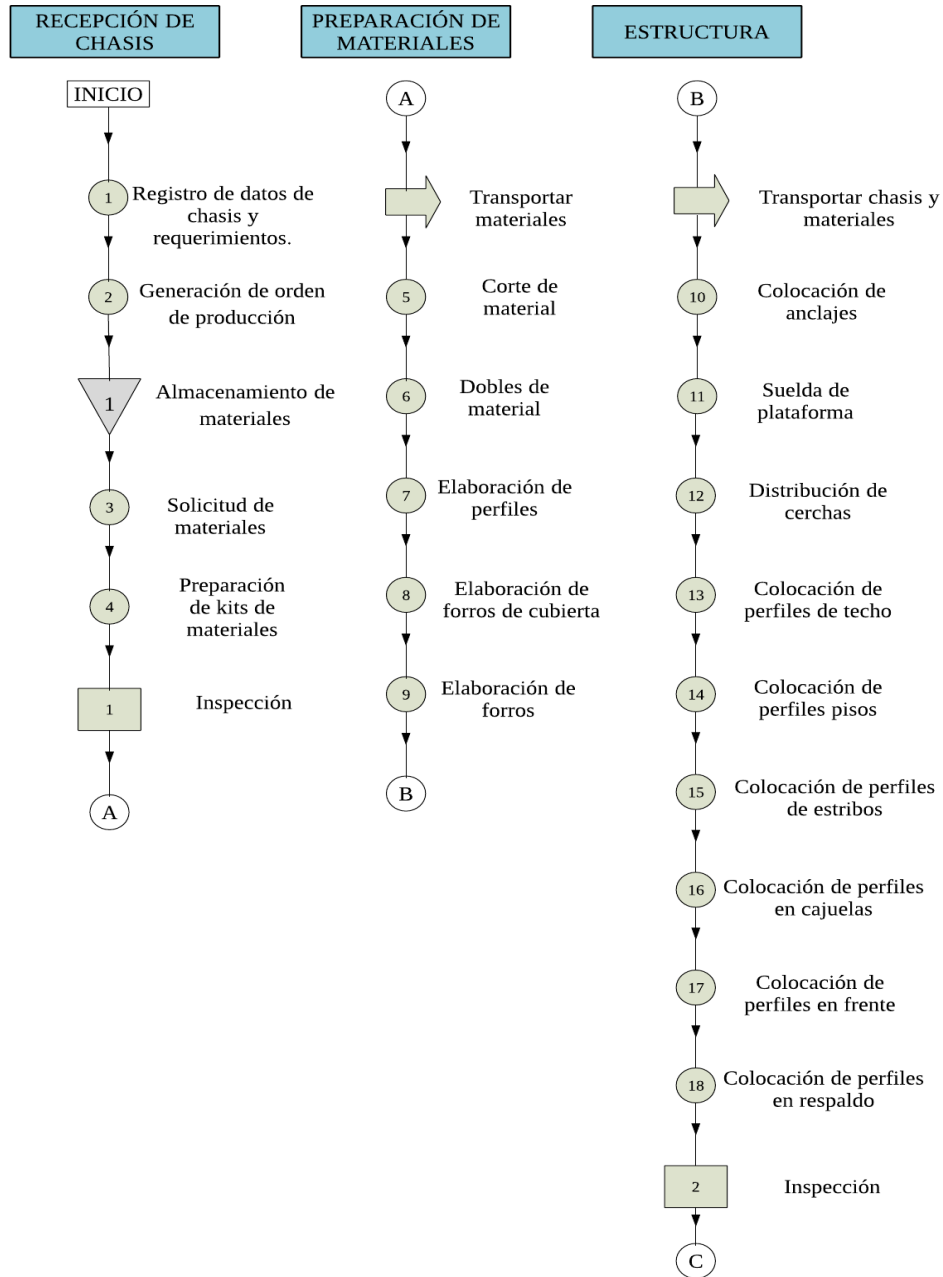


Fig. 12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías

CURSOGRAMA SINÓPTICO

Diagrama Núm.: 1	Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Hoja: 2/4
Responsable: Marco Pilco	Fecha: 05/11/2015	
Producto: carrocería de buses		

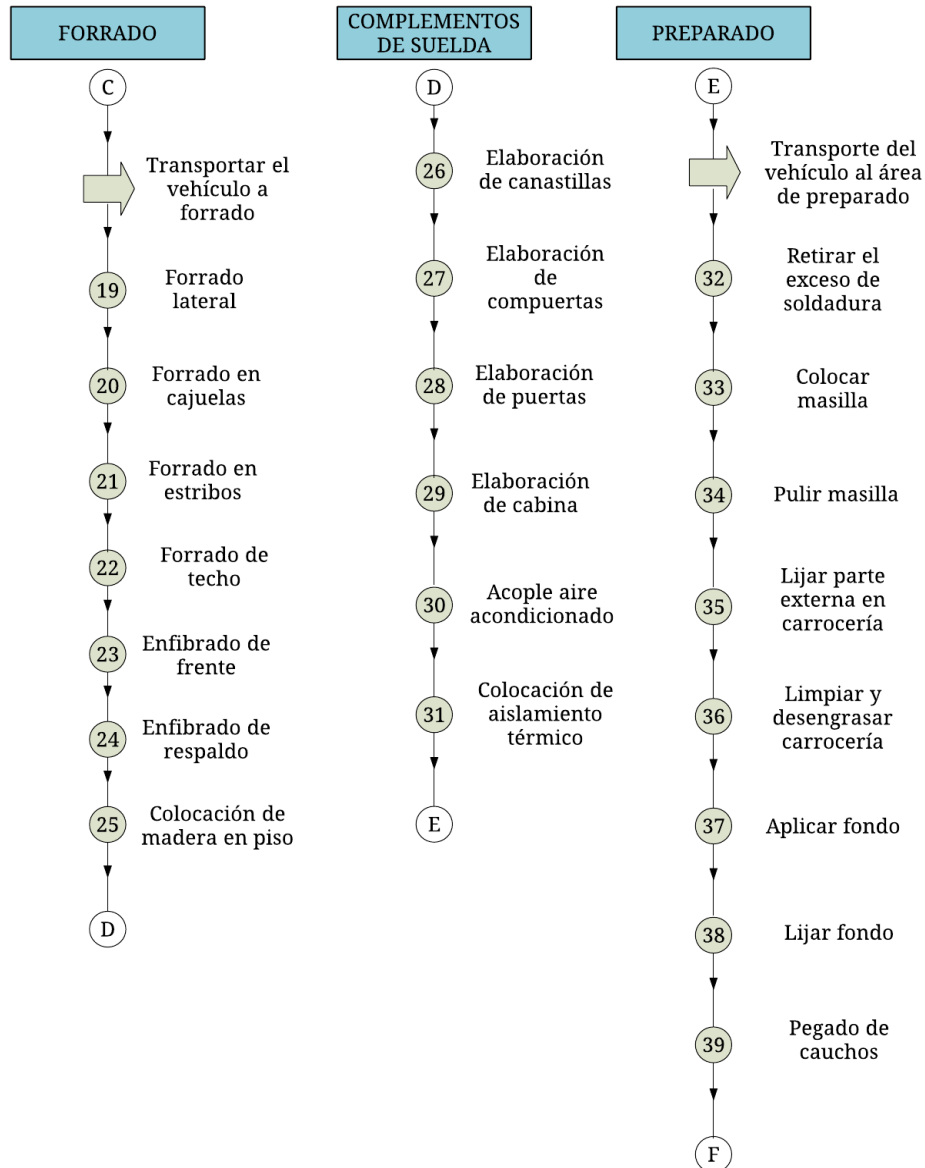


Fig.12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías. Continuación 1

CURSOGRAMA SINÓPTICO

Diagrama Núm.: 1	Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Hoja: 3/4
Responsable: Marco Pilco	Fecha: 05/11/2015	
Producto: carrocería de buses		

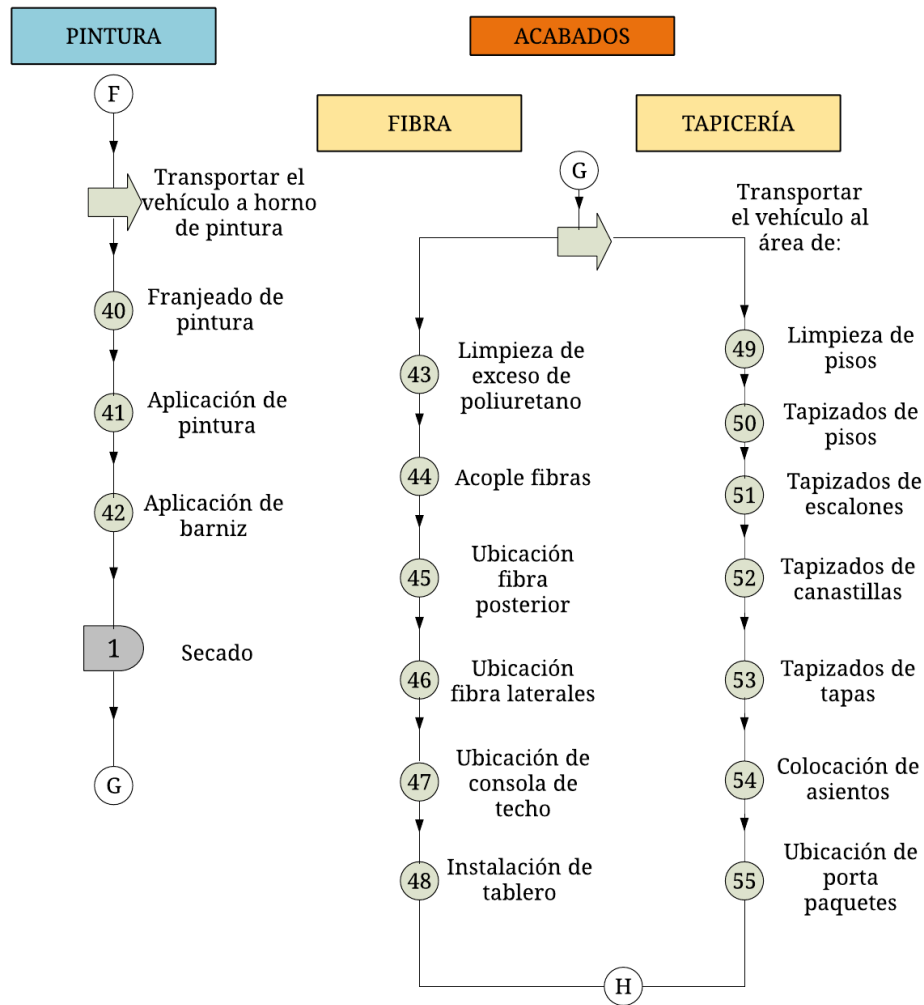


Fig.12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías. Continuación 2

CURSOGRAMA SINÓPTICO

Diagrama Núm.: 1	Método: Actual <input checked="" type="checkbox"/> Propuesto <input type="checkbox"/>	Hoja: 4/4
Responsable: Marco Pilco	Fecha: 05/12/2015	
Producto: carrocería de buses		

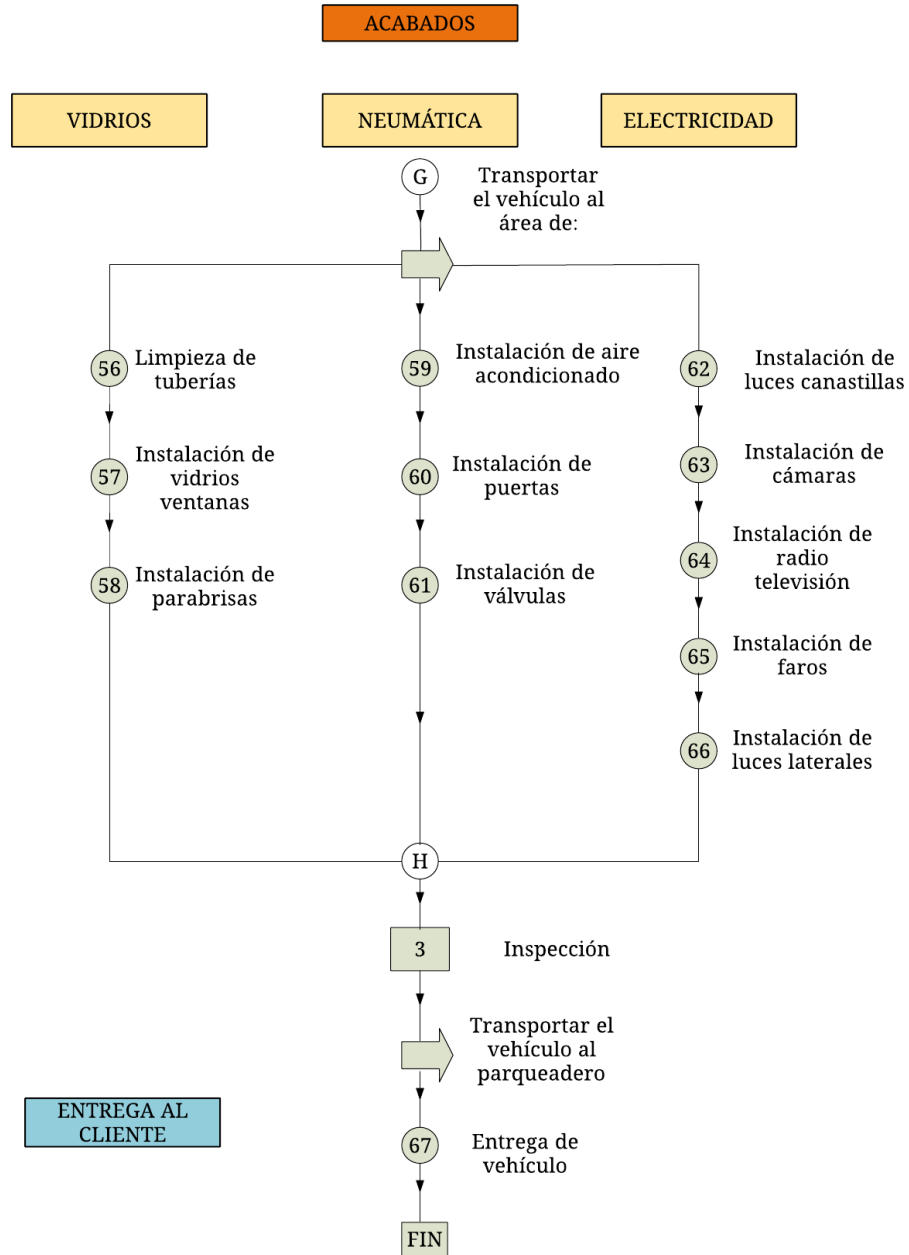


Fig.12. Cursograma sinóptico del proceso de producción de carrocerías. Continuación 3

Cursograma analítico del proceso de producción de carrocerías

Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda

Cursograma analítico		Material						
Diagrama Núm.: 2	Hoja: 1 de 5	Resumen						
Objeto: carrocería de buses		Actividad					Actual	
Actividad: recepción de chasis, preparación de materiales, estructura		Operación					67	
Cantidad: pedido de producción		Transporte					7	
Responsable: Marco Pilco		Inspección					3	
Método : actual		Almacenamiento					1	
Lugar: carrocería Patricio Cepeda		Demora					1	
Operario(s): 50		Distancia(m)					94	
		Fecha: Diciembre 2015						
Descripción	Dist (m)	# Act	Símbolo					Obs.
Registro de datos de chasis y requerimientos	-	1	●					
Generación de orden de producción	-	2	●					
En bodega, almacenamiento de materia prima	-	1					●	
Solicitud de materiales	-	3	●					
Preparación de kits de materiales	-	4	●					
Inspección de materiales	-	1					●	
Transporte de materiales para preparación	5	1		●				
Corte de material	-	5	●					
Dobles de material	-	6	●					
Elaboración de perfiles	-	7	●					
Elaboración de forros de cubierta	-	8	●					
Elaboración de forros	-	9	●					
Transportar chasis y materiales	12	2		●				
Colocación de anclajes	-	10	●					
Suelda de plataforma	-	11	●					
Distribución de cerchas	-	12	●					
Colocación de perfiles de techo	-	13	●					
Colocación de perfiles pisos	-	14	●					
	17	-	14	2	1	-	1	

Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuación 1

Cursograma analítico		Material						
Diagrama Núm.: 2	Hoja: 2 de 5	Resumen						
Objeto: carrocería de buses		Actividad						Actual
Actividad: estructura, forrado, complementos de suelda		Operación						67
Cantidad: pedido de producción		Transporte						7
Responsable: Marco Pilco		Inspección						3
Método : actual		Almacenamiento						1
Lugar: carrocería Patricio Cepeda		Demora						1
Operario(s): 50		Distancia(m)						94
		Fecha: Diciembre 2015						
Descripción	Dist (m)	# Act	Símbolo					Obs.
			●	➔	■	◐	▼	
	17	-	14	2	1	-	1	
Colocación de perfiles de estribos	-	15	●					
Colocación de perfiles en cajuelas	-	16	●					
Colocación de perfiles en frente	-	17	●					
Colocación de perfiles en respaldo	-	18	●					
Inspección	-	2					●	
Transportar el vehículo a forrado	7	3		●				
Forrado lateral	-	19	●					
Forrado en cajuelas	-	20	●					
Forrado en estribos	-	21	●					
Forrado en techo	-	22	●					
Enfibrado de frente	-	23	●					
Enfibrado de respaldo	-	24	●					
Colocación de madera en piso	-	25	●					
Elaboración de canastillas	-	26	●					
Elaboración de compuertas	-	27	●					
Elaboración de puertas	-	28	●					
Elaboración de cabinas	-	29	●					
Acople aire acondicionado	-	30	●					
	24	-	30	3	2	-	1	

Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuación 2

Cursograma analítico		Material						
Diagrama Núm.: 2	Hoja: 3 de 5	Resumen						
Objeto: carrocería de buses		Actividad					Actual	
Actividad: complementos de suelda, preparado, pintura, fibra.		Operación					67	
Cantidad: pedido de producción		Transporte					7	
Responsable: Marco Pilco		Inspección					3	
Método : actual		Almacenamiento					1	
Lugar: carrocería Patricio Cepeda		Demora					1	
Operario(s): 50		Distancia(m)					94	
		Fecha: Diciembre 2015						
Descripción	Dist (m)	# Act	Símbolo					Obs.
			●	➔	■	◐	▼	
	24	-	30	3	2	-	1	
Colocación de aislamiento térmico	-	31	●					
Transporte al área de preparado	-	4		●				
Retirar el exceso de soldadura	-	32	●					
Colocar masilla	-	33	●					
Pulir masilla	-	34	●					
Lijar parte externa en carrocería	-	35	●					
Limpiar y desengrasar carrocería	-	36	●					
Aplicar fondo	-	37	●					
Lijar fondo	-	38	●					
Pegado de cauchos	-	39	●					
Transportar el vehículo a horno de pintura	35	5		●				
Franjeado de pintura	-	40	●					
Aplicación de pintura	-	41	●					
Aplicación de barniz	-	42	●					
Secado	-	1					●	
Transporte al área de fibra, tapicería, vidrios, neumática y electricidad	10	6		●				
Área de fibra: limpieza de exceso de poliuretano	-	43	●					
Acople fibras	-	44	●					
	69	-	44	6	2	1	1	

Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuación 3

Cursograma analítico		Material						
Diagrama Núm.: 2	Hoja: 4 de 5	Resumen						
Objeto: carrocería de buses		Actividad						Actual
Actividad: fibra, tapicería, vidrios, neumática.		Operación						67
Cantidad: pedido de producción		Transporte						7
Responsable: Marco Pilco		Inspección						3
Método : actual		Almacenamiento						1
Lugar: carrocería Patricio Cepeda		Demora						1
Operario(s): 50		Distancia(m)						94
		Fecha: Diciembre 2015						
Descripción	Dist (m)	# Act	Símbolo					Obs.
			●	➔	■	◐	▼	
	69	-	44	6	2	1	1	
Ubicación fibra posterior	-	45	●					
Ubicación fibra laterales	-	46	●					
Ubicación de consola de techo	-	47	●					
Instalación de tablero	-	48	●					
Área de tapicería: limpieza de pisos	-	49	●					
Tapizado de pisos	-	50	●					
Tapizado de escalones	-	51	●					
Tapizado de canastillas	-	52	●					
Tapizado de tapas	-	53	●					
Colocación de asientos	-	54	●					
Ubicación de porta paquetes	-	55	●					
Área de vidrios: limpieza de tuberías	-	56	●					
Instalación de vidrios y ventanas	-	57	●					
Instalación de parabrisas	-	58	●					
Área de neumática; instalación de aire acondicionado	-	59	●					
Instalación de puertas	-	60	●					
Instalación de válvulas	-	61	●					
Área de electricidad: instalación de luces de canastillas	-	62	●					
	69	-	62	6	2	1	1	

Tabla 3. Diagrama analítico del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuación 4

Cursograma analítico		Material						
Diagrama Núm.: 2	Hoja: 5 de 5	Resumen						
Objeto: carrocería de buses		Actividad						Actual
Actividad: electricidad, entrega del vehículo		Operación						67
		Transporte						7
Cantidad: pedido de producción		Inspección						3
Responsable: Marco Pilco		Almacenamiento						1
Método : actual		Demora						1
Lugar: carrocería Patricio Cepeda		Distancia(m)						94
Operario(s): 50		Fecha: Diciembre 2015						
Descripción	Dist (m)	# Act	Símbolo					Obs.
			●	➔	■	◐	▼	
	69	-	62	6	2	1	1	
Instalación de cámaras	-	63	●					
Instalación de radio, televisión	-	64	●					
Instalación de faros	-	65	●					
Instalación de luces laterales	-	66	●					
Inspección	-	3						
Transportar el vehículo al parqueadero	25	7		●				
Entrega del vehículo	-	67	●					
TOTAL	94	-	67	7	3	1	1	

4.1.5 Fallas existentes en el proceso productivo

En cada proceso que conlleva la fabricación de carrocerías existe la probabilidad que aparezcan fallas las cuales deben ser detectadas a tiempo, en este punto de la investigación se va a indagar cada una de las fallas mediante dos tipos de herramientas: encuesta a los trabajadores y entrevista al gerente de la empresa, los resultados obtenidos serán interpretados y analizados posteriormente.

Encuesta

La encuesta consta de ocho preguntas de carácter cerrado las cuales fueron aplicadas a los cincuenta trabajadores que están divididos en dos galpones: galpón de estructura y galpón de

terminado, con el objetivo de recabar información sobre la ocurrencia de fallas en cada uno de los procesos, el modelo de la encuesta se encuentra en el Anexo 2.

Interpretación de la encuesta

Al analizar los resultados de las encuestas que se encuentran en el Anexo 3 que se realiza a los cincuenta trabajadores de la empresa se interpreta que carrocería Patricio Cepeda actualmente tiene problemas de calidad en todos los procesos que involucra la fabricación del producto, en la mayoría de actividades existen defectos o fallas lo que origina trabajos de reproceso que ocasionan pérdida de tiempo de trabajo y recursos.

Una de las causas fundamentales para que se originen fallas es la falta de capacitación a los operarios de cada estación de trabajo, seguido de la distracción, lo que amerita tomar acciones para poder eliminar dichos problema.

Al hablar de las herramientas y máquinas se revela que la empresa ha dotado adecuadamente a los operarios además se encuentran en buenas condiciones, lo que significa que no es una causa para que se generen defectos. La empresa brinda incentivos a sus trabajadores tomando en cuenta el volumen de producción mas no la calidad de producto, en este punto es necesario hacer conocer a la gerencia y a los trabajadores que también la calidad es un elemento primordial estrictamente importante.

Cada proceso tiene sus órdenes de trabajo por lo que se puede mencionar que las actividades son organizadas y planificadas.

Entrevista

La entrevista consta de diez preguntas de carácter abierto las cuales fueron aplicadas al Sr. Patricio Cepeda gerente de la empresa con el objetivo de recabar información específica sobre los problemas existentes en la fabricación de carrocerías, el modelo de la entrevista y las respuestas proporcionadas se las puede encontrar en el Anexo 4.

Interpretación de la entrevista

Actualmente Carrocería Patricio Cepeda tiene en sus productos una serie de fallas que se evidencia cuando el producto está en funcionamiento, entre ellas se destacan filtraciones de agua, pisos mal pegados, puertas descentradas, estos problemas generan molestias a los

clientes y pérdida de tiempo y recursos a la empresa ya que obligadamente se debe realizar reprocesos para poder solucionar dichas fallas.

La empresa cuenta con un sistema de gestión de calidad que es la ISO 9001-2008 y el sistema 5S pero dichos sistemas no han evitado la aparición de fallas en el producto final, según las palabras del gerente las áreas que más problemas generan son: construcción de la estructura, forrado y el terminado del producto, estos sitios generan mayor atención en todo el proceso de construcción.

Al buscar información para conocer en qué lugares se realizan inspecciones de calidad se conoce que se hacen en dos puntos; en estructura y en terminados juntamente con un checklist realizado por los ingenieros a cargo y basándose también en la Norma RTE INEN 043 en la cual se detalla varias características de los procesos que posteriormente son inspeccionados y verificados para su respectiva validación, la mayor parte de la inspección es visual, también se realiza una verificación de medidas respecto al plano de la carrocería.

La empresa utiliza dos controles de fallas: en el área de pintura donde se verifica el grado de adherencia que tiene la pintura en la carrocería y la otra se la realiza en la estructura en la cual se aplica una prueba de tintas penetrantes una cada cinco carrocerías, que indica la calidad de la soldadura, con la aplicación de estos controles se ayudan a disminuir el grado de aparición de fallas pero cabe mencionar que existen otro tipos de herramientas que pueden ayudar a realizar dicho trabajo como el Análisis de Modo y Efecto de Falla, los diagramas de dispersión, control estadístico de procesos entre otros los cuales no son aplicados en la empresa, dichas herramientas podrían ayudar a detectar de manera oportuna y eficiente las fallas ocasionadas en el proceso productivo [30].

Al analizar las actividades de los trabajadores se indica que cada operario conoce sus tareas y sus responsabilidades dentro de la empresa, la elaboración de un organigrama ha ayudado a definir adecuadamente la ubicación de cada persona en la fábrica, al personal existente se le capacita sobre temas de calidad que es un beneficio para la empresa, además a los trabajadores se les rota de puestos de trabajo y es aquí donde posiblemente nacen las fallas ya que el operario hasta adaptarse al ritmo de trabajo y a las nuevas actividades podría cometer errores lo cual perjudica a la empresa.

Las fallas en el producto final existen y es necesario aplicar una adecuada metodología para poder controlarlas y eliminarlas y de esta manera generar productos de calidad para los clientes, en el mercado actual existe competencia no solo nacional sino extranjera lo cual induce de manera obligatoria a fabricar carrocerías con un alto grado de calidad.

Observación de fallas

La recolección de información sobre las fallas existentes en el proceso de fabricación de carrocerías se las ha realizado mediante fichas de identificación que se encuentran en el Anexo 5 .En la tabla 4 se detalla cada falla con su respectiva operación y la parte de la carrocería a la que corresponde.

Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos

PARTE DE LA CARROCERÍA		OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 1(ESTRUCTURA)	Anclajes(patas)	Perforaciones	Daño de anclajes	
		Soldadura	Líneas de suelda discontinuas	

Tabla 4: Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 1





PARTE DE LA CARROCERÍA	OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 1(ESTRUCTURA)	Pisos	Colocación de triplex	
	Compuertas	Colocación de amortiguadores	
		Colocación de bisagras	
		Colocación de compuertas	

Tabla 4: Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 2




PARTE DE LA CARROCERÍA	OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 1 (ESTRUTURA)	Colocación de compuertas	Planchas hundidas	
	Soldadura	Líneas de suelda discontinuas	
	Alineación entre compuertas	Desalineadas	

Tabla 4: Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 3





PARTE DE LA CARROCERÍA		OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 1 (ESTRUTURA)	Techo	Colocación de perfiles	Error en dimensiones	
		Soldadura	Líneas de suelda discontinuas	
	Frente	Colocación de perfiles	Error en dimensiones	
		Soldadura	Líneas de suelda discontinuas	

Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 4

PARTE DE LA CARROCERÍA		OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 1 (ESTRUCTURA)	Respaldo	Soldadura	Líneas de suelda discontinuas	
	Forrado	Soldadura	Líneas de suelda discontinuas	
GALPÓN 2 (ACBADOS)	Cabina de chofer y pasajeros	Instalación del ducto para el paso de aire acondicionado a la cabina del chofer	Mal sellado	
		Colocación de fibras interiores	Mal sellado	

Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 5





	PARTE DE LA CARROCERÍA	OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 2 (ACBADOS)	Cabina de chofer y pasajeros	Colocación de asiento del chofer	Mal centrado	
	Faros laterales	Colocación de luces laterales	Mal sellado	
	Frente	Colocación de fibras	Exceso de espacios entre fibras	
	Respaldo	Colocación de faros	Mal sellado	

Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 6








	PARTE DE LA CARROCERÍA	OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 2 (ACBADOS)	Respaldo	Colocación de fibras	Mal sellado	
	Cajuelas y compuertas	Colocación de empaques	Mal colocado	
	Eléctrica	Colocación de luces individuales en canastillas	Luces no encienden	
		Colocación de luces en bodega	Luces desniveladas	

Tabla 4. Fallas que se presentan en cada uno de los procesos. Continuación 7

	PARTE DE LA CARROCERÍA	OPERACIÓN	FALLAS	IMAGEN
GALPÓN 2 (ACBADOS)	Eléctrica	Colocación de luces en números de asiento	Luces no encienden	
	Pintura	Pintado de cajuelas	Mal pintado	
		Pintado en general	Desprendimiento de pintura	

4.2 Aplicación de la metodología Six Sigma en la empresa de carrocerías Patricio Cepeda

4.2.1 Introducción

Carrocería Patricio Cepeda actualmente tiene problemas referentes a calidad en cada proceso pues al realizar la investigación los defectos o fallas se han manifestado, por lo cual en cada etapa de fabricación del producto los operarios realizan trabajos de reproceso los cuales obligatoriamente consume tiempo y recursos de la empresa, lo que en el transcurso del tiempo obligará a entregar el producto con demoras generando así un incumplimiento con el cliente.

Al salir el producto de la empresa el cliente regresa con quejas lo que ocasiona que la carrocería se haga cargo de los defectos, dichos problemas que se han originado con anterioridad debido a una mala ejecución del trabajo y una deficiente supervisión de las tareas.

Al hablar sobre la existencia de una metodología para medir el nivel de calidad del producto se manifiesta que no existe ninguna, este factor posiblemente es también uno de los causantes para que las fallas sigan apareciendo, además se menciona que la falta de capacitación en cada puesto de trabajo es otro problema, la gerencia indica que si existe capacitación pero posiblemente no es la adecuada, por tal motivo es necesario aplicar herramientas para conocer los niveles de calidad y posteriormente analizar y controlar todos los problemas de producción que se originan.

1. Fase de definición

1.1 Definición del problema

Problema

“La aparición de fallas que se origina en el proceso de fabricación de carrocerías afecta la calidad del producto, el cual origina la insatisfacción del cliente”

Al hablar del cliente se manifiesta que expresan quejas del producto por los errores como: filtraciones de agua, mala alineación de compuertas, pisos mal pegados, desprendimiento de pintura, entre otros, entonces al existir defectos la empresa se hace responsable corrigiendo las

fallas existentes lo que ocasiona que los operarios supriman el trabajo actual que están haciendo para corregir los defectos de un producto terminado, provocando así el retraso en la producción y obligando a los operarios a tener más horas de trabajo para poder cumplir sus metas.

Los problemas en el proceso de producción de carrocerías han sido detectados gracias a la utilización de fichas de observación, inspecciones, entrevistas y encuestas y es por ello que se tiene evidencias de la problemática existente.

La Fig. 13 muestra un diagrama de Pareto en el cual se observa la cantidad de oportunidades de defecto que aparece en cada parte del producto.

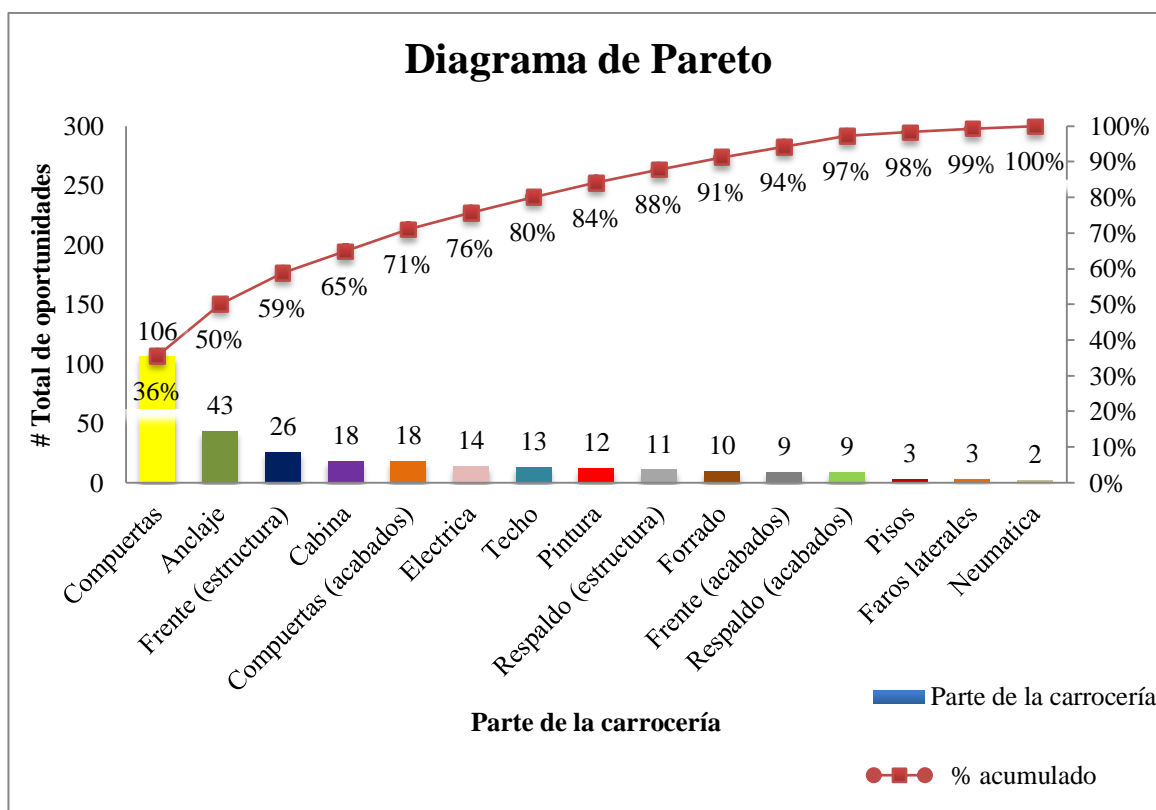


Fig. 13. Diagrama de Pareto para identificación de las oportunidades de defecto en cada parte de la carrocería

El diagrama de Pareto de la Fig. 13 permite observar las partes de la carrocería que tienen mayor oportunidad de fallas son: compuertas, anclaje, frente (estructura), cabina, compuertas (acabados) que corresponden al 71% del total de defectos, este porcentaje indica que los procesos que se realizan en estas partes del producto son los más críticos, mientras que el

29% restante corresponde a las partes eléctrica, neumática, pintura, forrado, pisos, respaldo que no tienen un alto grado de incidencia pero que es necesario realizar correcciones.

Diagrama de causa- efecto

Para entender de una manera adecuada cuales son los factores que generan la aparición de fallas es necesario detallar las causas y los defectos que se originan en los procesos de producción y que afectan a la calidad del producto, para esto es necesario utilizar el diagrama de Ishikawa o también conocido como diagrama causa-efecto que será un elemento primordial que ayudara a la implementación de la metodología Six Sigma. En la Fig. 14 se muestra la elaboración del diagrama de causa-efecto.

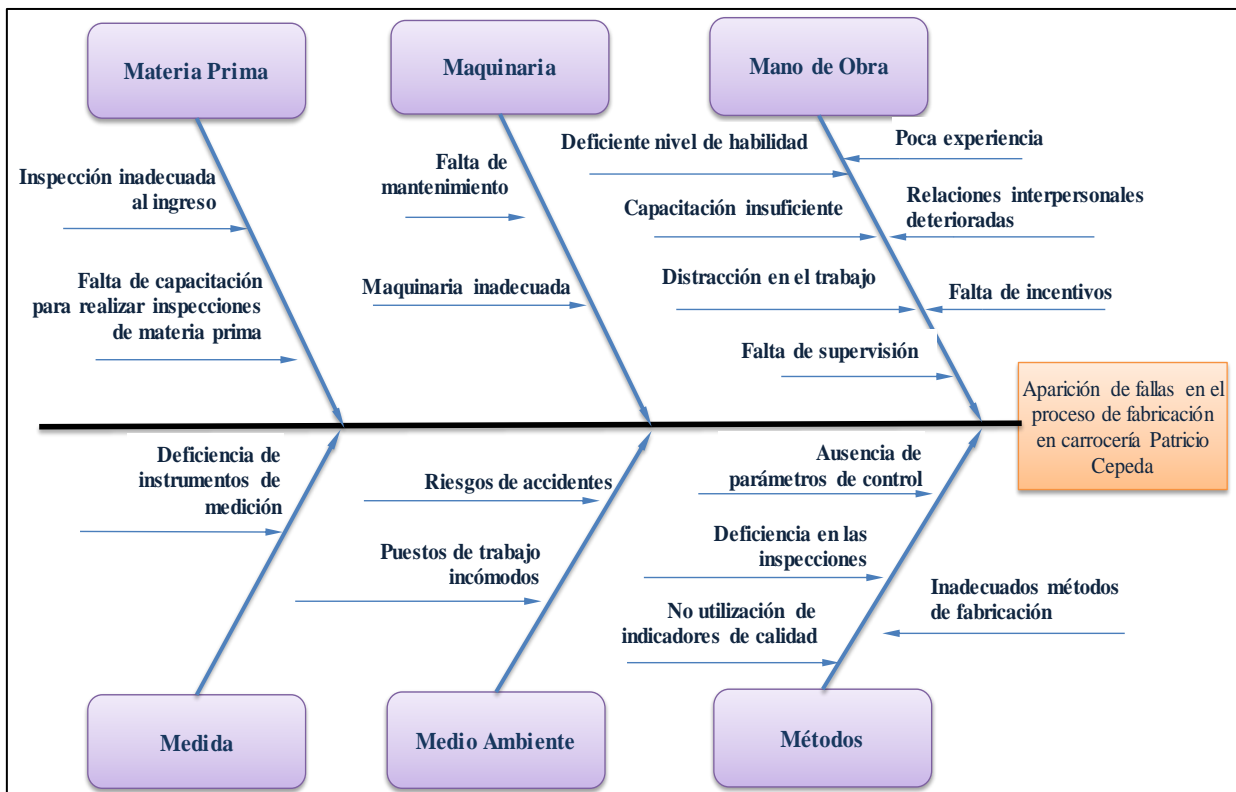


Fig. 14. Diagrama de Ishikawa para la identificación de las causas que provocan la aparición de defectos en el proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda

1.2 Identificación de los clientes

Para el proyecto de investigación se ha identificado a dos tipos de clientes: internos y externos. Como clientes internos se ha descrito a aquellos operarios que reciben un proceso anterior, como se va a trabajar en toda la cadena productiva en cada puesto de trabajo va a

existir un cliente que reciba una tarea anterior para que posteriormente ejecuten el trabajo. Como cliente exterior se describe al consumidor final ya que es la persona que recibe el producto final.

En la Tabla 5 se clasifica a los clientes de acuerdo a las categorías.

Tabla 5. Descripción de los clientes

CLIENTES INTERNOS	
PROCESO	CLIENTE(Proceso siguiente)
Recepción del chasis	Encargado de preparación de materiales
Preparación de materiales	Operarios de estructura
Estructura	Operarios de forrado
Forrado	Operarios de complementos de suelda
Complementos de suelda	Operarios de preparado
Preparado	Operarios de pintura
Pintura	Operarios de fibra
Fibra	Operarios de tapicería
Tapicería	Operarios de colocación de vidrios
Vidrios	Operarios de neumática
Neumática	Operarios de electricidad
Electricidad	Encargado de Inspección
Inspección y entrega al cliente	Cliente final
CLIENTES EXTERNOS	
TIPO	DETALLE
Cliente Final	Producto Terminado

1.3 Identificación de los CTQ's

CTQ Critico para la calidad (*Critical to quality*), es un atributo o característica de calidad de un producto o servicio que es importante para el cliente [31]. En toda la cadena de producción de carrocerías es importante identificar los CTQ's que cada operario desea al

recibir el producto de un proceso anterior, posteriormente también se debe hallar los CTQ's que pretende el cliente externo o cliente final. En la Fig. 15 se resume los diferentes CTQ's que tienen los clientes internos y externos.

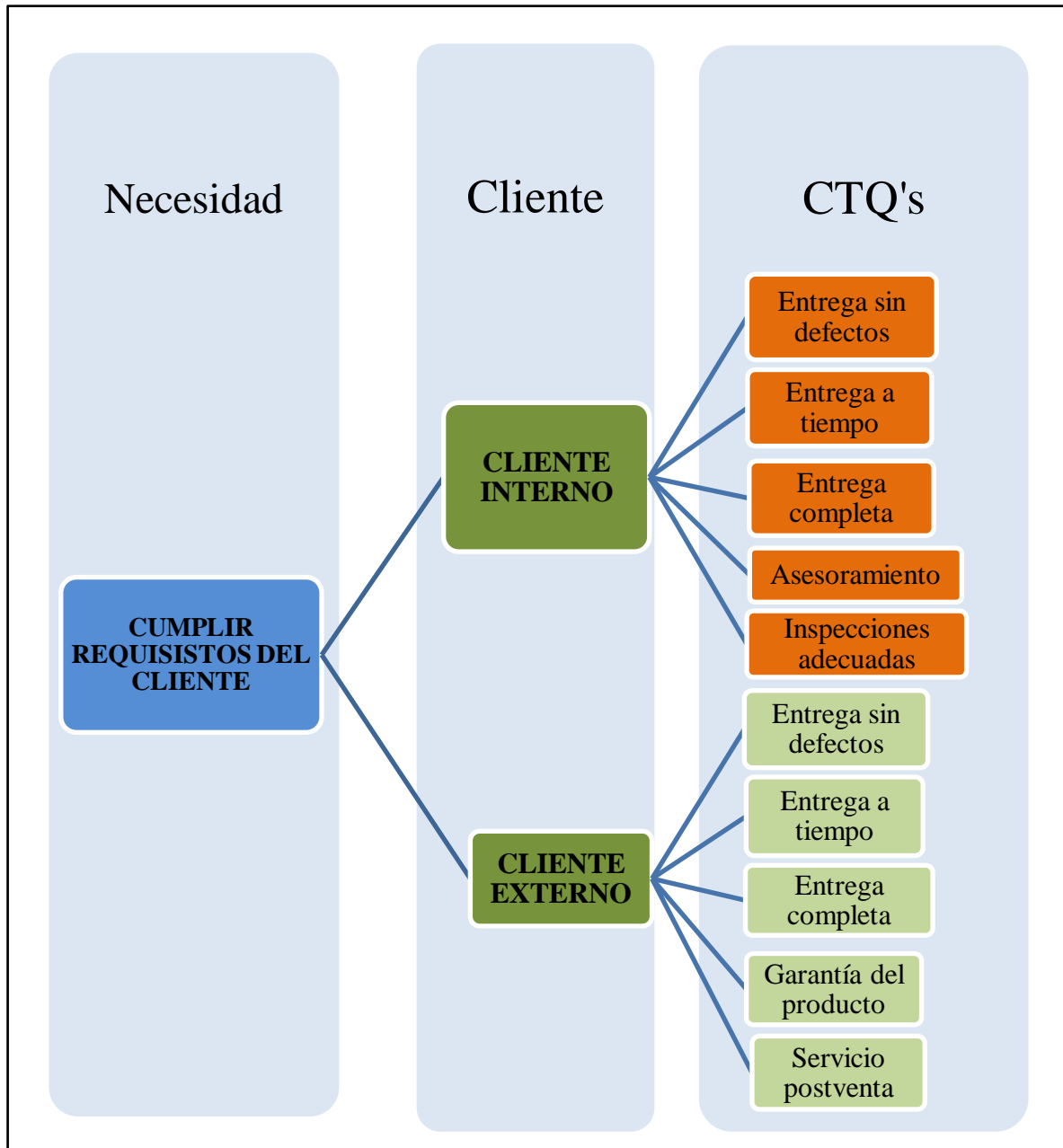


Fig. 15. Identificación de los CTQ's según los clientes

Como se puede observar en la Fig. 15 el objetivo que tienen tanto los clientes externos como internos es recibir el producto con calidad, esta característica es de vital importancia ya que así se podrá cumplir con los requisitos de los clientes que es otro punto en común.

En resumen los CTQ's que se utilizan en el proyecto son los siguientes mostrados en la Fig. 16:

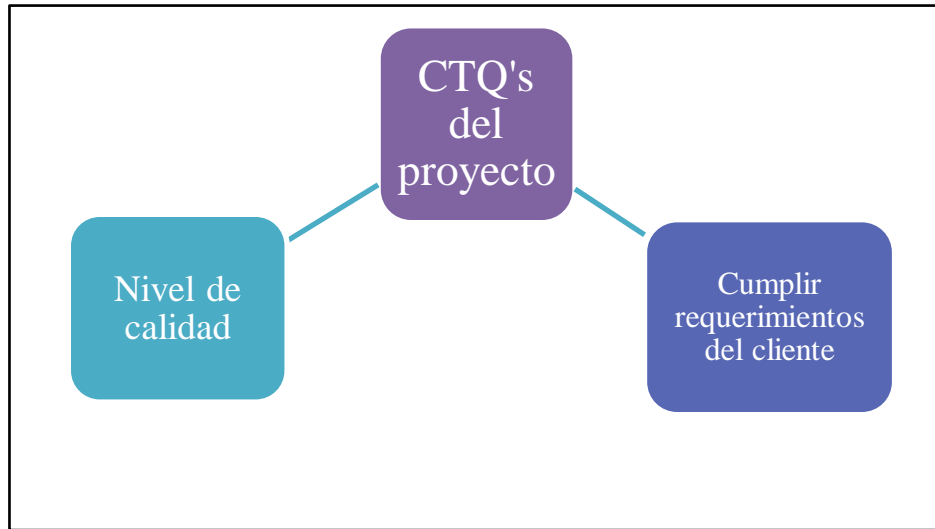


Fig. 16. CTQ's de proyecto

Declaración de variables

Las variables que se van a manejar en el proyecto se basan en los CTQ's propuestos y son las siguientes:

X: nivel de calidad

Y: cumplimiento de los requisitos del cliente interno y externo

Y1: cumplimiento de los requisitos del cliente interno.

Y2: cumplimiento de los requisitos del cliente externo.

Mediante las variables propuestas se indica que el nivel de calidad X influye en el cumplimiento de los requisitos de los clientes internos y externos Y.

1.4 Mapa de proceso

El mapa de procesos que tiene carrocería Patricio Cepeda cuenta con los tres ejes fundamentales que son: procesos estratégicos, operativos y de apoyo.

En los procesos estratégicos se encuentra la planificación gerencial la cual es dirigida por la parte gerencial y administrativa, este campo organiza, planifica y provee los distintos recursos que se necesitan para la elaboración del producto, entre otras actividades.

En los procesos operativos se hallan todas las actividades que transforman la materia prima en una carrocería, y es asistida por los operarios y los ingenieros a cargo, se inicia con la comercialización la cual se encargada de ofertar el producto a los clientes, posteriormente continua la parte de diseño en la cual se crea los planos de la carrocería basándose en reglamentos externos que en este caso deben obedecer a las normas INEN, además en esta sección se modificación ciertas características del producto que van de acuerdo a las necesidades del cliente, luego se llega a la planificación de la producción en donde se realizan las siguientes actividades: elaboración de la estructura, forrado, complementos de suelda, pintura y acabados sin dejar de lado las actividades de inspección que se sobreentiende que se realiza en la última actividad de producción, para finalizar se realiza la entrega del producto al cliente.

En último lugar surgen los procesos estratégicos que se encargan de apoyar a los procesos operacionales y son los siguientes: logística, recursos humanos, sistemas de gestión de calidad y mantenimiento, la mayoría de estas actividades es realizada por la parte gerencial sin embargo en lo que se refiere al control de calidad no existe el personal adecuado para realizar dicho trabajo.

Carrocería Patricio Cepeda tiene su razón de ser gracias a los requerimientos que buscan los clientes y el fin de la empresa es cumplir las necesidades al entregarle el producto con un nivel alto de calidad, logrando así un alto grado de satisfacción en sus clientes externos.

En la Fig. 17 se muestra el mapa de proceso de carrocería Patricio Cepeda.

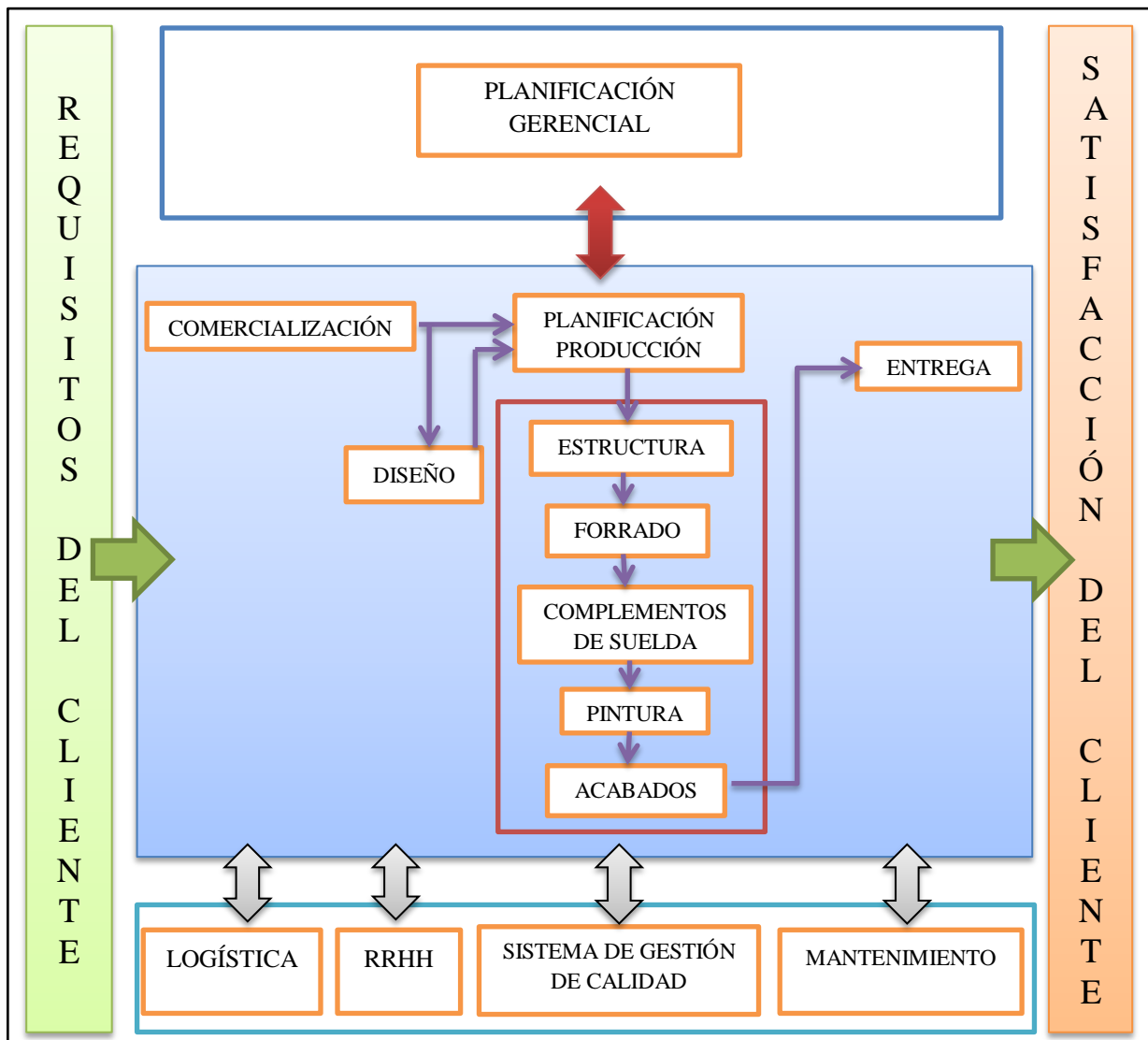


Fig. 17. Mapa de procesos de carrocería Patricio Cepeda

1.5 Selección del equipo de trabajo

Para aplicar de una manera correcta el control de calidad mediante la metodología Six Sigma-DMAIC es necesario especificar a los integrantes y designar las respectivas responsabilidades que va a tener el equipo de trabajo y que deberán cumplir de una manera estricta para lograr el éxito del proyecto en todo el tiempo de aplicación del mismo. En la Tabla 6 se detalla los integrantes del equipo de trabajo del proyecto con sus respectivas funciones y responsabilidades.

Tabla 6. Equipo de trabajo encargado de aplicar la metodología Six Sigma

NIVEL JERARQUICO	NOMBRE DEL CARGO	FASE	FUNCIONES Y RESPONSABILIDADES
-	Investigador	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar	-Asesor externo encargado del diseño de la metodología Six Sigma utilizando las fases DMAIC con base a un estudio de la situación actual. -Instruir a todos los miembros del equipo de trabajo sobre la implementación y cumplimiento de todos los pasos que abarca la metodología Six Sigma.
Supervisor	Supervisor de calidad	Medir Analizar Mejorar Controlar (Responsable de la implementación)	-Supervisor de calidad contratado el cual será el responsable principal de la aplicación y seguimiento de la metodología Six Sigma. - Supervisar y controlar el cumplimiento por parte de los empleados de la metodología. -Llevar registros de las acciones realizadas e informar a gerencia.
Producción	Operarios de: -Recepción del chasis -Preparación de materiales -Estructura -Forrado -Preparado -Pintura -Fibra -Tapicería -Vidrios -Neumática Electricidad	Medir Analizar Mejorar Controlar (participantes)	-Cumplir todas las disposiciones impuestas por el jefe inmediato para cumplir todos los parámetros de la metodología. -Notificar al supervisor sobre cualquier anomalía que se presente en la aplicación de la metodología.

1.6 Refinar el alcance del proyecto

Esta investigación se centra en lograr controlar el nivel de calidad del proceso de producción de Carrocería Patricio Cepeda mediante la utilización de la metodología Six Sigma con el fin de lograr disminuir la presencia de fallas y aumentar el nivel de calidad en el producto final y de esta manera satisfacer las necesidades de los clientes externos.

Alcance del proyecto

Mediante la metodología Six Sigma y aplicando de manera adecuada la herramienta DMAIC se tiene por objetivo controlar el nivel de calidad que se tiene en cada uno de los procesos de producción con la finalidad de eliminar los posibles defectos que aparezcan y aumentar el nivel de calidad del producto que la empresa fabrica.

2. Fase de medición

2.1 Identificación de la medición y variación

Como concepto general se puede mencionar que según el punto de vista de Six Sigma medir persigue dos objetivos fundamentales:

- ✓ Tomar datos para validar y cuantificar el problema o la oportunidad. Esta es una información crítica para refinar y completar el desarrollo del plan de mejora.
- ✓ Permite y facilita la identificación de las causas reales del problema.

En cambio la variación representa el cambio o alteración de una determinada medición con respecto a una medición base, la variación está presente en todo proceso debido a una combinación de equipos, materiales, ambiente, operador e incluso las actividades de inspección.

Para el presente proyecto las variables a medir son: el nivel de calidad mediante el DPMO, el nivel de Sigma y el cumplimiento de los requisitos del cliente internos y externos. Para una mejor representación de las variables a analizar se ha realizado la Fig. 18 en la cual se representa los datos a obtener.

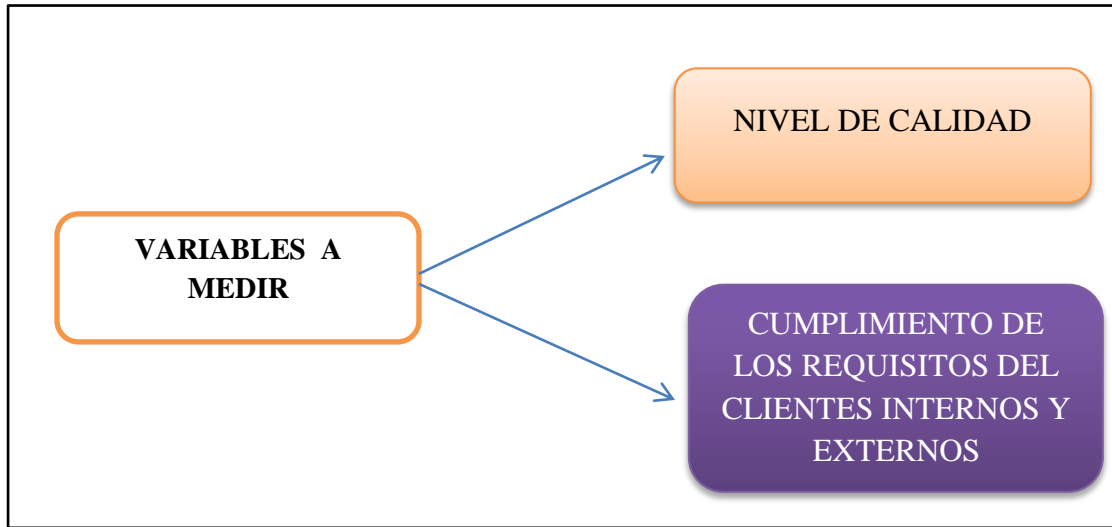


Fig. 18. Variables a medir en los procesos de carrocería Patricio Cepeda

2.1.1 Evaluación técnica de la calidad actual en el proceso productivo

Para evaluar la calidad del producto dentro del proceso de fabricación de carrocerías se va a usar una fórmula que sirve para calcular el DPMO (Defectos Por Millón de Oportunidades) que es parte de la metodología Six Sigma, el cual expresa como se está comportando un producto o proceso, con base en el número de defectos.

En la Tabla 7 se muestra los niveles de calidad sigma en forma general en los que se puede encontrar el proceso de producción de carrocerías.

Tabla 7. Niveles de calidad Sigma [32]

NIVEL DE SIGMA	DPMO	Rendimiento(Yield)
0	933200	6,68 %
1	690000	30,85 %
2	308537	69,15 %
3	66807	93,3 %
4	6210	99,3 %
5	233	99,98 %
6	3,4	99,9997 %

La fórmula que se utiliza para calcular el DPMO [32] se detalla en la ecuación 1:

$$DPMO = \frac{D}{N*O} * 1'000000 \quad (1)$$

En donde:

DPMO: defectos por millón de oportunidades

D: número total de defectos.

N: número de unidades procesadas.

O: número de oportunidades de defectos.

Una vez calculado el valor de DPMO se debe buscar en la tabla del Anexo 7 el valor de Sigma correspondiente al DPMO. En la ecuación 1 si se elimina el valor de un millón, se calcula el número de defectos por oportunidad DPO.

Otra manera de calcular el valor de Sigma es mediante el porcentaje de rendimiento (Yield) que se encuentra mediante la ecuación 2 [33].

$$Yield = (1 - DPO) * 100 \quad (2)$$

Si se encuentra valores intermedios es necesario realizar una interpolación lineal cuya fórmula básica se muestra en la ecuación 3 [33].

$$Y = ya + (X - xa) \frac{(yb-ya)}{xb-xa} \quad (3)$$

En donde:

Y: nivel Sigma a encontrar.

X: valor Yield encontrado.

ya , yb: rango de valores Sigma establecidos en el Anexo 7.

xa , xb: rango de valores Yield establecidos en el Anexo 7.

La Tabla 8 muestra el cálculo del nivel de calidad Sigma en el proceso de fabricación de carrocerías con la ayuda de la información recolectada en el Anexo 6 y la ecuación 1 y 2.

Tabla 8. Cálculo del nivel Sigma en carrocería Patricio Cepeda.

DATOS A INTRODUCIR		
Número de unidades procesadas	N=	12
Oportunidades de defectos	O=	30
Número total de defectos	D=	297
RESULTADOS		
Defectos por oportunidad	DPO=	0,825
Porcentaje de rendimiento	Yield =	17.5 %

Con un Yield de 17,5% y de acuerdo al Anexo 7 se debe realizar una interpolación lineal.

Los valores entre los que se encuentra X son:

$$X = 17.5\%; ya = 0,6; yb = 0,5; xa = 18,4\%; xb = 15.9\%$$

Aplicando la ecuación 3:

$$Y = ya + (X - xa) \frac{(yb - ya)}{xb - xa}$$
$$Y = 0,6 + (17.5 - 18.4) \frac{(0,5 - 0,6)}{(15.9 - 18.4)}$$
$$Y = 0,6 + (-0.9) \frac{(-0,1)}{(-2.5)}$$
$$Y = 0,6 - 0.036$$
$$\mathbf{Y = 0,56}$$

Entonces de acuerdo a los cálculos se interpreta que el valor de Sigma de los procesos estudiados en 12 carrocerías es 0.56 lo cual indica que es un valor deficiente que revela que existe problemas en la fabricación y que se debe implantar la metodología Six Sigma DMAIC para poder corregir las fallas existentes.

2.1.2 Análisis de modo y efecto de fallas

Para detectar las causas que provocan una deficiente calidad en los procesos de producción de carrocería Patricio Cepeda es necesario aplicar una análisis de modo y efecto de falla (AMEF) el cual es un procedimiento disciplinado que reconoce y evalúa la posible falla de un

producto o proceso y los efectos de esa falla, además identifica las medidas que eliminarían o reducirían el riesgo de que ocurra una posible falla.

El indicador que utiliza el AMEF para medir los resultados se denomina NPR (nivel de prioridad de riesgo) que puede variar de 1 a 1000. La ecuación 4 indica cómo obtener el valor del NPR.

$$\text{NPR} = \text{SEV} * \text{OCU} * \text{DET} \quad (4)$$

Dónde:

NPR: nivel de prioridad de riesgo

SEV: grado de severidad

OCU: grado de ocurrencia

DET: grado de detención

Los valores de severidad, ocurrencia y detención están especificados en el Anexo 8.

Una de las ventajas del AMEF es que se lo puede realizar antes, durante y después del estudio de los eventos, manteniendo así una valoración objetiva en todo momento de los riesgos que pueden aparecer, permitiendo tomar acciones de corrección para el mejoramiento continuo de la calidad en los procesos de producción.

Un punto de vital importancia al aplicar el AMEF es saber que significa los valores que proporciona el NPR, en la Tabla 9 se muestran los valores de prioridad una escala valorativa del NPR en la cual se puede comparar los valores obtenidos de la investigación en estudio y así interpretar de mejor manera el grado de falla de las actividades.

Tabla 9. Valores de prioridad del NPR [34]

PRIORIDAD DEL NPR	NIVEL DE RIESGO
500-1000	Alto riesgo de falla
125-499	Riesgo de falla medio
1-124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

A continuación se presenta el desarrollo de la matriz AMEF representado en la Tabla 10:

Tabla 10. AMEF del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda

AMEF															Análisis de Modo y Efecto de Falla				
Nombre del Proceso o Producto:		Construcción de Carrocerías para Buses					Preparado por: Marco Pilco			Página __01__ de __02__			AMEF No. 01						
Responsable:							Fecha AMEF (Orig) __21-12-15__			(Rev) _____									
Paso del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potenciales	S E V	C L A S E	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Prevención/Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Adoptadas	S E V	O C U	D E T	N P R			
Colocación de anclajes	Exceso de diámetro de perforación	Daño de anclajes y debilidad de uniones	7		Las perforaciones que vienen en el chasis tienen mayor medida y coinciden con las perforaciones de menor medida que tienen los anclajes	8	Modificación de medidas en el diseño/Visual	2	112	Colocación de refuerzos	Operario de producción					0			
	Líneas de suelda discontinuas	Agrietamiento y reproceso	6		Deficiente Habilidad	6	Inspección apoyado en Norma de soldadura AWS	4	144	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
Colocación de pisos	Pisos mal pegados	Levantamiento del piso	6		Mal dimensionado y/o prisa	4	Visual	7	168	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Elaboración y colocación de compuertas	Amortiguadores desalineados	La compuerta no cierra adecuadamente	6		Deficiente habilidad, distracción y/o prisa	9	Inspección de alineación/ visual	7	378	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Bisagras desalineadas	La compuerta no cierra adecuadamente	6		Deficiente habilidad, distracción y/o prisa	6	Inspección de alineación/ visual	4	144	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Compuertas descuadradas	La compuerta no cierra adecuadamente	7		Deficiente habilidad/distracción	4	Inspección de alineación/ visual	4	112	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Compuertas hundidas	Requerimiento de reproceso	6		Mal uso de la máquina de doblado	4	Visual	4	96	Capacitación y Adiestramiento al	Técnico especializado					0			
	Líneas de suelda discontinuas	Agrietamiento y reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	5	Inspección apoyado en Norma de soldadura AWS D11 Y D13	4	120	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
	Mala alineación entre compuertas	Antiestético y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	8	Visual	4	192	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Mal centrado de chapas	Antiestético y requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	6	Visual	4	144	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Construcción del techo	Perfiles mal alineados	Requerimiento de reproceso	3		Deficiente habilidad, distracción y/o prisa	3	Visual	4	36	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Líneas de suelda discontinuas	Agrietamiento y reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	6	Inspección apoyado en Norma de soldadura AWS	4	144	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
Construcción del frente de la carrocería	Medidas erróneas	Exceso de espacio entre perfiles	6		Distracción y/o prisa	3	Inspección visual y verificación de	4	72	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Líneas de suelda discontinuas	Agrietamiento y reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	8	Inspección apoyado en Norma de soldadura AWS	4	192	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
Construcción del respaldo de la carrocería	Líneas de suelda discontinuas	Agrietamiento y reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	6	Inspección apoyado en Norma de soldadura AWS	5	180	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
Forado	Líneas de suelda discontinuas	Agrietamiento y reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	4	Inspección apoyado en Norma de soldadura AWS	4	96	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
Arreglos en cabina de chofer	Ductos de aire mal sellados	Escape de aire acondicionado	7		Deficiente habilidad y/o prisa	4	Visual	4	112	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Asiento de chofer mal centrado	Requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	4	Visual	4	96	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Fibras mal selladas	Filtraciones de agua	8		Deficiente habilidad y/o prisa	8	Visual	6	384	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			

Tabla 10: AMEF del proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda. Continuación

AMEF																Análisis de Modo y Efecto de Falla			
Nombre del Proceso o Producto:		Construcción de Carrocerías para Buses										Preparado por: Marco Piko		Página __02__ de __02__		AMEF No. 01			
Responsable:		Fecha AMEF (Orig) __21-12-15__ (Rev.)																	
Paso del Proceso	Modo de Falla Potencial	Efectos de Falla Potenciales	S E V	C L A S	Causas Potenciales	O C U	Controles Actuales de Prevención/Detección	D E T	N P R	Acciones Recomendadas	Responsable	Acciones Adoptadas	S E V	O C U	D E T	N P R			
Faros laterales	Mal sellados	Deterioro del faro y luces	6		Distracción y/o prisa	4	Visual	5	120	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Terminado de frente de la carrocería	Exceso de espacios entre fibras	Antiestético y requerimiento de reproceso	4		Deficiente habilidad y/o prisa	4	Visual	6	96	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Terminado de Respaldo	Faros mal sellados	Deterioro del faro y luces	6		Distracción y/o prisa	4	Visual	5	120	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Fibras mal selladas	Filtraciones de agua	6		Deficiente habilidad y/o prisa	6	Visual	6	216	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Terminado de compuertas	Empaques mal colocados	La compuerta no cierra adecuadamente	6		Deficiente habilidad y/o prisa	6	Visual	4	144	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Neumática	Fugas de aire en tubería	Déficit de aire en componentes neumáticos	6		Colocación de tubería en lugares inadecuados antes del uso	1	Visual	6	36	Capacitación al operario	Técnico especializado					0			
Conexiones eléctricas	Luces de canastillas no encienden	Requerimiento de reproceso	6		Distracción y/o prisa	4	Visual	4	96	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Luces de bodega desniveladas	Requerimiento de reproceso	6		Distracción y/o prisa	4	Visual	4	96	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
	Luces de números de asiento no encienden	Requerimiento de reproceso	6		Distracción y/o prisa	4	Visual	4	96	Implantar Supervisión de trabajo	Supervisor de calidad					0			
Pintura	Mal pintado de cajuelas	Requerimiento de reproceso	6		Deficiente habilidad y/o prisa	6	Visual	4	144	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			
	Desprendimiento de pintura	Requerimiento de reproceso	6		Mal preparado de materiales	6	Visual	5	180	Capacitación y Adiestramiento al operario	Técnico especializado					0			

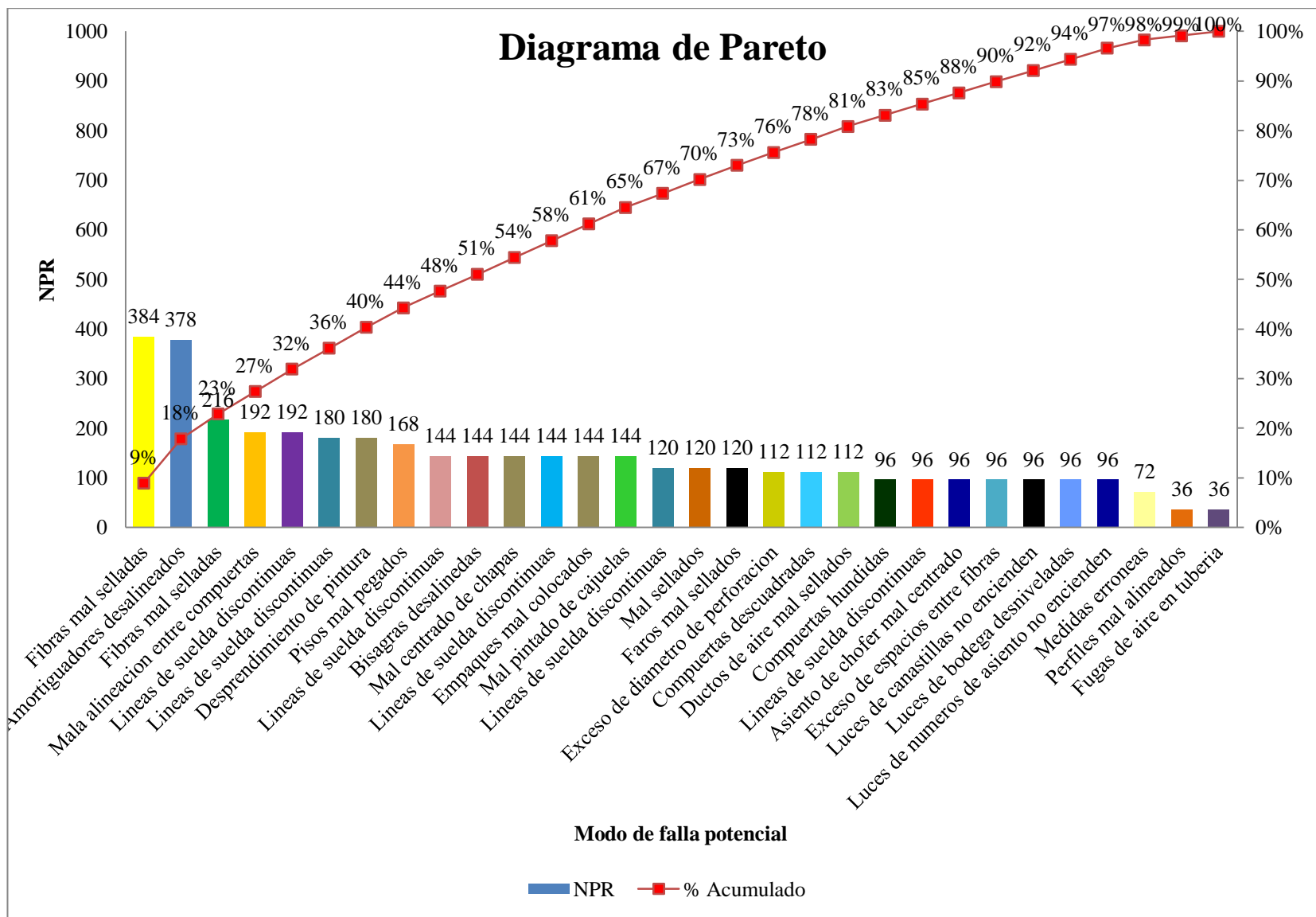


Fig. 19. Diagrama de Pareto donde se representa los NPR y el modo de falla potencial.

De acuerdo con los valores obtenidos de NPR de la Tabla 10 y gracias a la elaboración del diagrama de Pareto de la Fig. 19, se interpreta que el 64% de los defectos tienen un riesgo de falla medio, mientras que el 36% restante se ubica en un riesgo de falla bajo, con estos resultados se indica que es pertinente implementar un plan de acción para eliminar los defectos que aparecen en cada proceso y de esta manera elevar el nivel de calidad. Cabe recalcar que al implementar las medidas correctivas nuevamente se debe aplicar la matriz AMEF para conocer cuáles son los resultados obtenidos.

Fuentes de variación

Al realizar las mediciones o toma de datos es necesario tener en cuenta la posibilidad de aparición de fuentes que generen distorsión en las medidas, lo que conlleva a identificarlas para en lo posterior tratar de disminuir su aparición o eliminarlas, dichas distorsiones podrían generar errores en la recolección de datos.

Las posibles fuentes de variación que aparecen al momento de realizar las mediciones pueden ser las siguientes las mismas que se presentan en la Tabla 11.

Fuentes de variación	Falta de capacitación
	Medición incorrecta
	Ambiente
	Falta de colaboración de los operarios
	Herramientas inadecuadas para la toma de datos
	Equipos de medición mal calibrados

Tabla 11. Fuentes de variación

2.2 Desarrollo de un plan de recolección de datos

Los datos que se van a recolectar están directamente relacionados con los CTQ's designados en la fase de definición, entonces en este paso es necesario realizar un plan adecuado para recoger los datos de las mediciones del nivel de NPR , DPMO , el nivel de Sigma y el cumplimiento de los requerimientos de los clientes internos y externos, los mismos que se resumen en la Tabla 12.

Tabla 12. Plan de recolección de datos de los procesos de carrocería Patricio Cepeda.

CRÍTICOS DE CALIDAD CTQ's	CARACTERÍSTICAS A MEDIR	TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS	TIPO DE DATOS
Nivel de calidad	DPMO(número de unidades y de defectos)	Observación-guía de identificación de fallas, Anexo 5 y 6	Cuantitativos
	Nivel Sigma(número de unidades y de defectos)	Observación-guía de identificación de fallas, Anexo 5 y 6	Cuantitativos
	NPR(severidad, ocurrencia, detención)	Observación- matriz AMEF, Tabla 10	Cualitativos
Cumplimiento de los requisitos del cliente interno	Entrega sin defectos	Encuesta-cuestionario de preguntas Anexo 9	Cuantitativos Cualitativos
	Entrega a tiempo		
	Entrega completa		
	Asesoramiento		
	Inspecciones adecuadas		
Cumplimiento de los requisitos del cliente externo	Entrega sin defectos	Encuesta-cuestionario de preguntas Anexo 10	Cuantitativos Cualitativos
	Entrega a tiempo		
	Entrega completa		
	Garantía del producto		
	Servicio postventa		

2.3. Recolección de datos

El objetivo de esta etapa es ejecutar la medición de los CTQ's, los cuales deben acogerse al plan de recolección de datos, además es importante aplicar un periodo de tiempo y designar al personal adecuado para que lleve a cabo este trabajo.

Es primordial aplicar de una manera correcta este paso antes y después de haber sido implantadas las acciones correctivas, ya que es la base para evidenciar si se cumple el objetivo de mejorar el nivel de calidad de los procesos.

Productividad de la empresa

Al hablar del nivel de productividad de la empresa se indica que debido a que el producto conlleva una cantidad considerable de tiempo de fabricación solo se producen cuatro unidades por mes, entonces la cantidad de productos en los cuales se va a realizar el estudio es de doce carrocerías fabricadas en el transcurso de tres meses, en la Tabla 13 se muestra las diferentes carrocerías producidas.

Tabla 13. Modelos de carrocerías fabricadas desde octubre hasta diciembre

MES	MODELO DE LA CARROCERÍA
Octubre	Silver Plus Interprovincial
	Silver Plus Interprovincial
	Silver Plus Intraprovincial
	Silver Glass Interprovincial
Noviembre	Silver Glass Urbano
	Silver Plus Interprovincial
	Silver Glass Interprovincial
	Silver Glass Interprovincial
Diciembre	Silver Glass Urbano
	Silver Plus Interprovincial
	Silver Plus Interprovincial
	Silver Plus Interprovincial

Entonces de acuerdo al nivel de productividad de la empresa y conociendo que cada proceso de fabricación utiliza una cantidad considerable de tiempo se plantea realizar la medición de los parámetros planteados en los CTQ's en los tiempos resumidos en la Tabla 14.

Tabla 14. Parámetros para realizar la recolección de datos.

CRÍTICO DE CALIDAD CTQ's	MUESTRA	PERIODO DE MEDICIÓN	RESPONSABLE	ACTIVIDADES A REALIZAR	ETAPA
Nivel de calidad: DPMO, Sigma, NPR	Unidades de producción: 12	Trimestral	Supervisor de Calidad	-Utilizar la guía de identificación de fallas y la matriz AMEF. -Asegurar la correcta recolección de las mediciones	Durante la producción
Cumplimiento de los requisitos del cliente interno: entrega sin defectos, a tiempo, completa, asesoramiento, inspecciones adecuadas	Cientes internos: 50 Operarios de producción	Mensual	Supervisor de calidad	-Utilizar el formato de encuesta. -Asegurar la correcta recolección de las mediciones	Después de la finalización de cada proceso
Cumplimiento de los requisitos del cliente interno: entrega sin defectos, a tiempo, completa, garantía, servicio postventa	Cientes externos: 12 Clientes finales	Trimestral	Supervisor de calidad	-Utilizar el formato de encuesta. -Asegurar la correcta recolección de las mediciones	Después de la producción

3. Fase de análisis

Esta fase permite enfocarse en las oportunidades de mejora al observar más de cerca los datos recolectados en la fase de medición, en este paso se va a utilizar los datos recolectados para establecer una capacidad básica de desempeño de los procesos en estudio. Esta base sirve como punto de comparación una vez que se hayan aplicado las mejoras al proceso.

3.1 Cálculo de la capacidad de proceso

La capacidad de un proceso consiste en saber la amplitud de la variación natural del proceso para una característica de calidad dada, ya que esto permite saber en qué medida tal característica de calidad es satisfactoria o cumple con las especificaciones. Además establece una base de desempeño actual del proceso que se usa como referencia para valorar el impacto que causa al aplicar actividades de mejora.

Para conocer la capacidad de proceso es necesario encontrar el índice de capacidad C_p el cual se define en la ecuación 5:

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma} \quad (5)$$

Dónde:

C_p : índice de capacidad de proceso

ES: límite superior de especificación

EI: límite inferior de especificación

6σ : capacidad del proceso

σ : desviación estándar

Como se observa el índice C_p compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para los procesos con la amplitud de la variación real a corto plazo de los mismos, lo dicho se resume en la ecuación 6.

$$Cp = \frac{\text{Variación tolerada}}{\text{Variación real a corto plazo}} \quad (6)$$

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con especificaciones, se requiere que la variación real (natural) siempre sea menor que la variación tolerada. De aquí lo deseable es que el índice Cp sea mayor que 1; y si el valor del índice Cp es menor que uno, es una evidencia de que el proceso no cumple con las especificaciones. Para una mayor precisión en la interpretación se muestra la Tabla 15 en donde se presentan cinco categorías de procesos que dependen del valor del índice Cp suponiendo que el proceso está centrado.

Tabla 15. Análisis del Cp [35]

VALOR ÍNDICE Cp	CLASE O CATEGORIA	DECISIÓN SI EL PROCESO ESTA CENTRADO
Cp>2	Clase mundial	Calidad Seis Sigma
1.33<Cp<2	1	Proceso adecuado o proceso capaz
1<Cp<1.33	2	Parcialmente adecuado o proceso capaz
0.67<Cp<1	3	Análisis muy necesario
Cp<0.67	4	No adecuado

El índice de capacidad Cp es una forma cuantitativa simple para expresar la capacidad de un proceso, pero no toma en cuenta dónde se localiza la media del proceso respecto a las especificaciones (centrado del proceso). Una forma de corregir esto consiste en encontrar el valor del Cpk que es el índice de capacidad real del proceso que se lo puede definir como la

versión corregida del Cp que si toma en cuenta el centrado del proceso y cuya fórmula se describe en la ecuación 7:

$$Cpk = \text{Minimo} \left[\left[\frac{\bar{X} - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \bar{X}}{3\sigma} \right] \right] \quad (7)$$

Donde \bar{X} es la media del proceso.

Para calcular los índices Cp y Cpk se utiliza los datos de DPO los cuales indican el número de defectos por oportunidad en los procesos de producción de carrocería Patricio Cepeda, dichos datos ayudan a encontrar la media en la cual se está desarrollando los índices anteriormente dichos, para lo cual se parte buscando el valor de la desviación estándar utilizando la ecuación 8:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (xi - \bar{X})^2}{n} \quad (8)$$

Dónde:

σ^2 : varianza poblacional.

Xi : valor individual de DPO, correspondiente a un determinado proceso.

\bar{X} : media aritmética de los DPO de los procesos.

n : número de datos de DPO (igual al número de procesos).

σ : desviación estándar.

De acuerdo a los datos recolectados en el Anexo 6 donde se muestra el número de defectos encontrados en cada proceso y correspondientes a cada producto estudiado se calcula el valor de DPO propio de cada proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda.

En la Tabla 16 se observa los datos del DPO que se va a utilizar para calcular la varianza poblacional que posteriormente es utilizada para calcular los valores de Cp y Cpk.

Tabla 16: Datos utilizados para calcular la varianza poblacional σ^2

No.	PROCESO	DPO(Xi)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$
1	Colocación de anclajes	1,79	1,05	1,105
2	Colocación de Pisos	0,25	-0,49	0,241
3	Elaboración y colocación de compuertas	1,26	0,52	0,272
4	Construcción del techo	0,54	-0,20	0,040
5	Construcción del frente de la carrocería	1,08	0,34	0,117
6	Construcción del respaldo de la carrocería	0,92	0,18	0,031
7	Forrado	0,83	0,09	0,009
8	Pintura	0,50	-0,24	0,058
9	Arreglos en cabina de chofer	0,50	-0,24	0,058
10	Colocación de Faros laterales	0,25	-0,49	0,241
11	Terminado del frente de la carrocería	0,75	0,01	0,000
12	Terminado de Respaldo	0,38	-0,37	0,134
13	Terminado de cajuelas y compuertas	1,50	0,76	0,577
14	Neumática	0,17	-0,57	0,329
15	Conexiones eléctricas	0,39	-0,35	0,124
	Promedio $\bar{X} =$	0,74	TOTAL=	3,334

Utilizando la ecuación 8 se tiene:

$$\sigma^2 = \frac{3,334}{15}$$

$$\sigma^2 = 222,2 * 10^{-3}$$

$$\sigma = 0.471$$

Calculo de los índices de Cp y Ckp

Para comenzar el cálculo de los índices de Cp y Cpk se va a obtener los índices de especificación superior e inferior mediante el uso del programa Minitab y usando los datos de DPO calculados para cada proceso. Calcular

Deducción de los límites de especificación superior e inferior en Minitab

Se inicia llenando en la hoja de trabajo los datos de DPO de los procesos que se encuentran en la Tabla 16, luego se ubica en la barra de herramientas para seleccionar la opción *Estadísticas>Herramientas de calidad>Intervalos de tolerancia*. Posteriormente aparecerá un cuadro donde se debe elegir la columna de los datos de DPO tal como aparece en la Fig. 20.

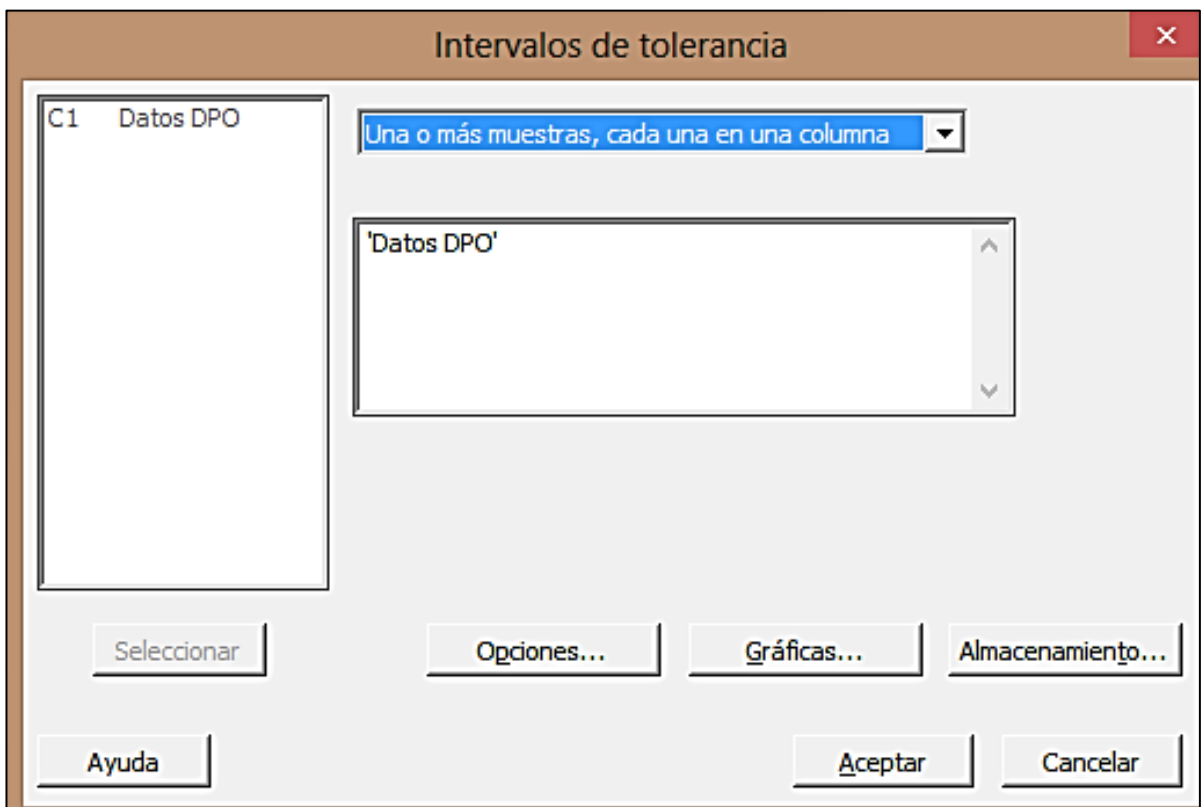


Fig. 20 .Cuadro de selección de los datos de DPO

Al seleccionar la opción de aceptar aparece la gráfica de la Fig. 21 en la cual se muestra la distribución de datos de DPO de los procesos de fabricación de carrocería Patricio Cepeda, en esta grafica se elige el cuadro de información *Normal* la cual muestra el límite superior e inferior de especificación que en este caso es de -0.706 y 2.187 respectivamente. Se

selecciona esta información debido a que se considera una distribución normal en los procesos con el 95% de confiabilidad.

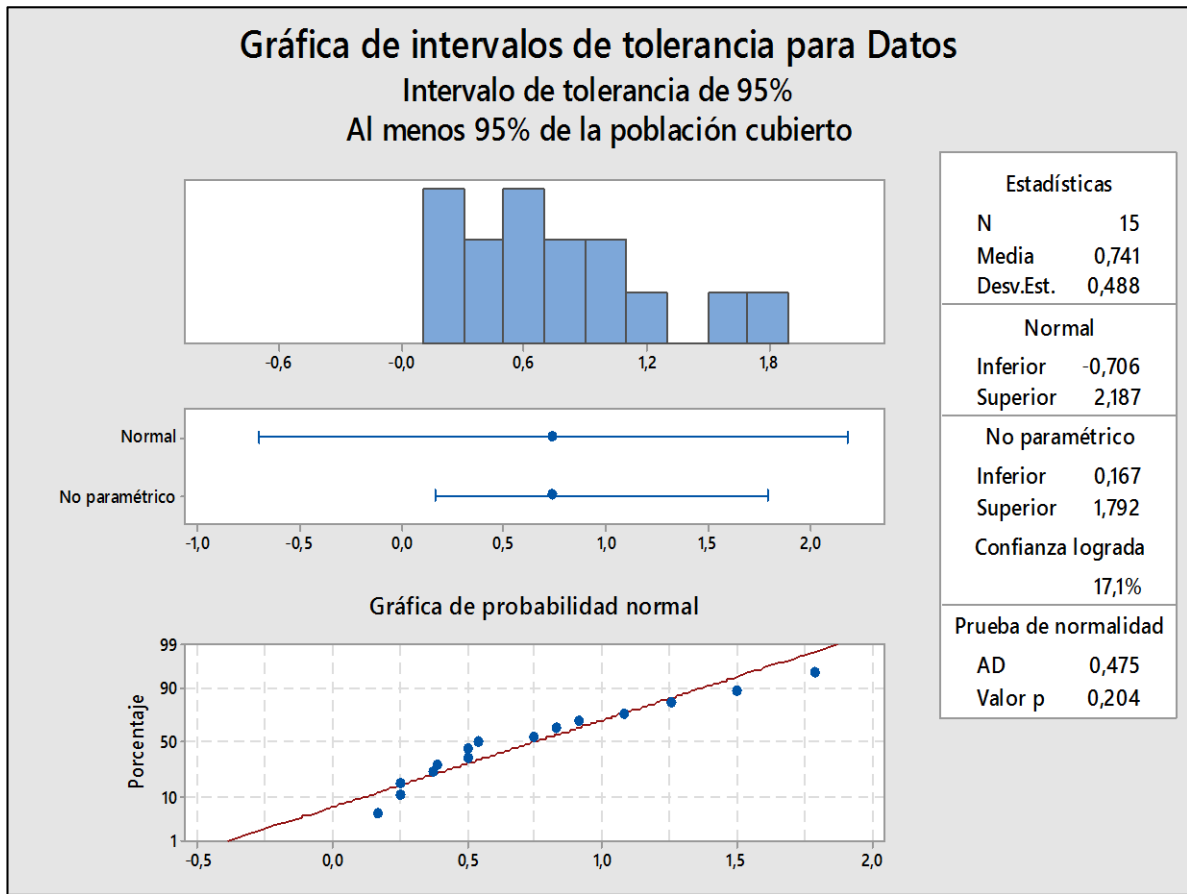


Fig. 21. Grafica de intervalos de tolerancia para datos de DPO

Una vez calculado los límites de especificación superior e inferior se utiliza la ecuación 5 para encontrar el valor del índice Cp:

$$Cp = \frac{2.187 - (-0.706)}{6(0.471)}$$

$$Cp = 0.99$$

Utilizando la ecuación 7 se calcula el valor del Cpk:

$$Cpk = \text{Minimo} \left[\frac{0.74 - (-0.706)}{3(0.471)}, \frac{2.187 - 0.74}{3(0.471)} \right]$$

$$Cpk = \text{Minimo}[[0.99, 0.99]]$$

$$Cpk = 0.99$$

Luego de calcular los índices Cp y Cpk se procede a mostrar los resultados gracias al uso programa Minitab, en la Fig. 22 se muestra un informe de resultados.

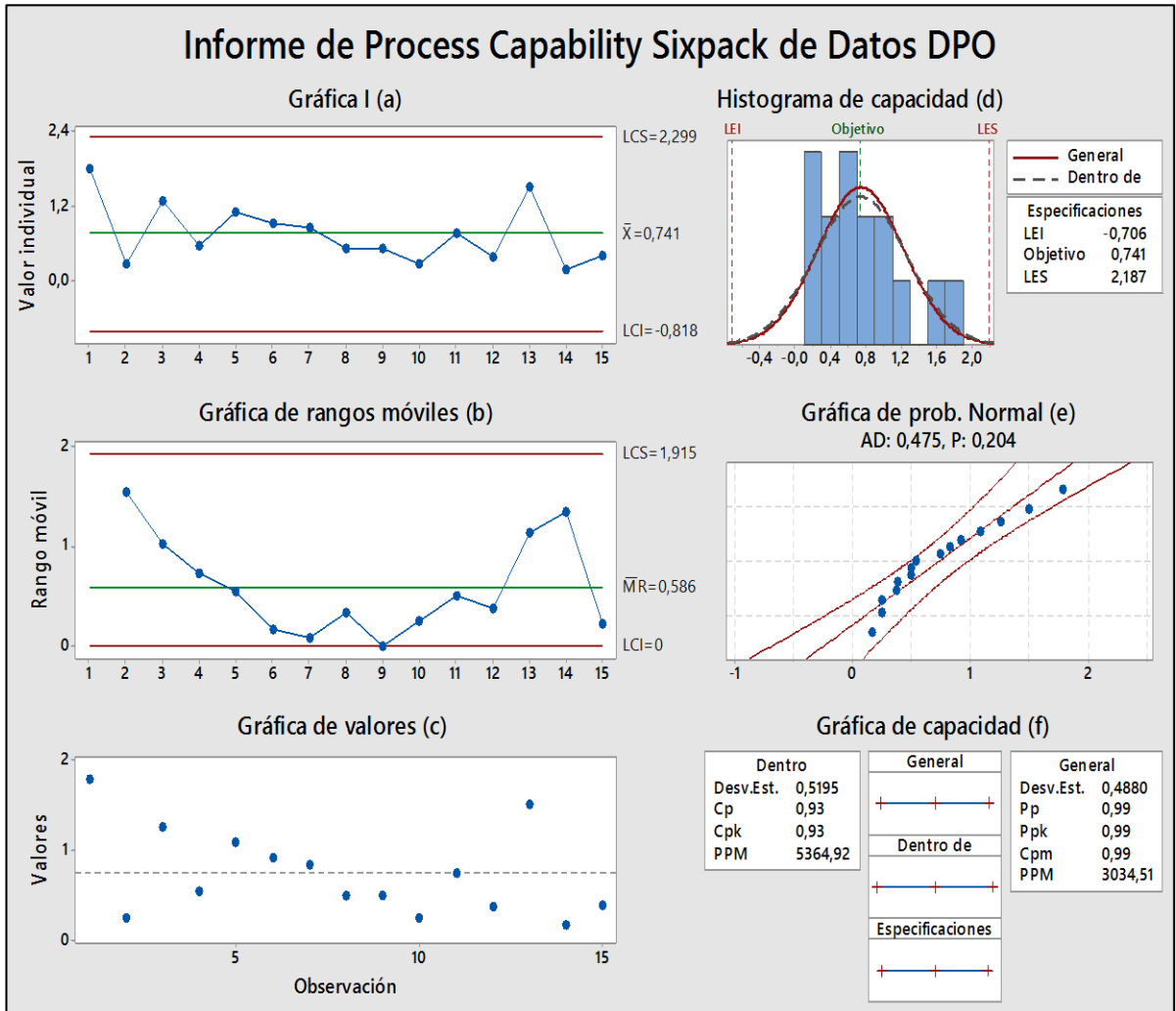


Fig. 22: Informe de resultados de Cp y Cpk.

En la información de las grafica I (a) y en la gráfica de rangos móviles (b) se observa que los procesos no se encuentran fuera de control, sin embargo en la gráfica de valores (c) se interpreta que existe una dispersión amplia entre datos cuyo origen puede ser debido a algún tipo de variación existente dentro de los procesos de fabricación.

Dentro del informe de resultados en el cuadro de histograma de capacidad (d) se deduce que los defectos encontrados en los procesos se encuentran dentro de los límites de especificación, sin embargo es necesario analizar los valores de Cp y Cpk los cuales tienen las mismas cantidades que corresponden a 0,99. Tomando en cuenta estos valores y de acuerdo a la Tabla 15 se considera que los procesos no son capaces de cumplir con la tolerancia especificada por el cliente por lo que se debe estudiar algunas posibilidades de cambio o mejora en los procesos. Dichas mejoras comprometen a reducir o eliminar la aparición de defectos en los procesos, una vez implantado las mejoras se calcula nuevamente los valores de Cp y Cpk con el objetivo de saber el porcentaje de mejoramiento que se tiene en la empresa. En la Tabla 17 se presenta un resumen de los valores calculados.

Tabla 17. Resumen de los datos obtenidos en el cálculo de la capacidad de proceso.

CAPACIDAD DE PROCESO	
Datos de análisis=	DPO
Cp =	0.9
Cpk =	0.9
ES =	-0.706
EI =	2.187
\bar{X} =	0.741
σ =	0.471

4. Fase de mejora

En esta fase es necesario establecer un plan de mejoras que se constituye en un objetivo del proceso de mejora continua. La elaboración de dicho plan requiere del respaldo y la implicación de todos los responsables y operarios que conforman la empresa carrocería Patricio Cepeda. Este plan integra la decisión estratégica sobre cuáles son los cambios que deben incorporarse a los diferentes procesos de la fábrica, para que sean traducidos en un mejor servicio percibido. Dicho plan, además de servir de base para la detección de mejoras,

debe permitir el control y seguimiento de las diferentes acciones a desarrollar, así como la incorporación de acciones correctoras ante posibles contingencias no previstas.

4.1 Elaboración del plan de mejora

4.1.1 Identificar las áreas de mejora

Para identificar las áreas de mejora es necesario realizar previamente un diagnóstico para saber que procesos son los que generan más problemas, dicho diagnóstico se lo ha realizado gracias a las fichas de observación del Anexo 5 en el cual se puede encontrar los procesos en donde se generan problemas o defectos, además en el Anexo 6 se detallan el número de fallas que se generan en los productos estudiados.

En la fase de medición se ha realizado un diagrama de Pareto representado en la Fig. 16 en donde se puede observar cómo están distribuidos los procesos de acuerdo al número de fallas que tienen, se identifica que la elaboración de compuertas es el proceso que tiene mayor número de oportunidades de defectos encontrando 106 defectos, en segundo lugar aparece la colocación de anclajes que tiene 43 defectos, posteriormente aparece el proceso de construcción de la parte frontal de la carrocería y los acabados de las compuertas con 18 defectos cada uno, luego vienen otras actividades que no tiene gran cantidad de defectos pero que es necesario corregirlas para evitar la aparición de fallas, en base a los datos interpretados en el diagrama de Pareto se conoce los procesos que van a ser sometidos a actividades de mejora.

4.1.2 Detectar las principales causas de los problemas

Para saber cuáles son las principales causas que generan fallas en los procesos de estudio se ha realizado un diagrama de causa-efecto que se encuentra en la fase de definición y que está representado en la Fig. 14, en dicho diagrama se detallan las causas relacionadas con el materia prima, maquinaria, mano de obra, métodos, medio ambiente, y medida que generan la aparición de fallas en los procesos de fabricación de carrocería Patricio Cepeda.

Para detectar las causas con mayor precisión en cada proceso de producción en donde se ha encontrado defectos se ha utilizado la matriz AMEF que está representada en la Tabla 10 en la cual se detalla las causas directas que generan fallas o defectos.

En la Tabla 18 se representa un extracto de la matriz AMEF en donde se encuentra cada proceso con sus fallas y las causas que lo ocasionan.

Tabla 18. Detalle de cada proceso son sus respectivas fallas y causas que lo provocan.

PASO DEL PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	CAUSAS POTENCIALES
Colocación de anclajes	Exceso de diámetro de perforación	Las perforaciones que vienen en el chasis tienen mayor medida y coinciden con las perforaciones de menor medida que tienen los anclajes
	Líneas de suelda discontinuas	Deficiente habilidad, falta de capacitación
Colocación de pisos	Pisos mal pegados	Mal dimensionado y/o prisa
Elaboración y colocación de compuertas	Amortiguadores desalineados	Deficiente habilidad, distracción y/o prisa
	Bisagras desalineadas	Deficiente habilidad, distracción y/o prisa
	Compuertas descuadradas	Deficiente habilidad/distracción
	Compuertas hundidas	Mal uso de la máquina de doblado
	Líneas de suelda discontinuas	Deficiente habilidad, falta de capacitación
	Mala alineación entre compuertas	Deficiente habilidad y/o prisa
	Mal centrado de chapas	Deficiente habilidad y/o prisa

Tabla 18. Detalle de cada proceso son sus respectivas fallas y causas que lo provocan. Continuación 1

PASO DEL PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	CAUSAS POTENCIALES
Construcción del techo	Perfiles mal alineados	Deficiente habilidad, distracción y/o prisa
	Líneas de suelda discontinuas	Deficiente habilidad, falta de capacitación
Construcción del frente de la carrocería	Medidas erróneas	Distracción y/o prisa
	Líneas de suelda discontinuas	Deficiente habilidad, falta de capacitación
Construcción del respaldo de la carrocería	Líneas de suelda discontinuas	Deficiente habilidad, falta de capacitación
Forrado	Líneas de suelda discontinuas	Deficiente habilidad, falta de capacitación
Pintura	Mal pintado de cajuelas	Deficiente habilidad y/o prisa
	Desprendimiento de pintura	Deficiente habilidad, métodos incorrectos y/o prisa
Arreglos en cabina de chofer	Ductos de aire mal sellados	Deficiente habilidad y/o prisa
	Asiento de chofer mal centrado	Deficiente habilidad y/o prisa
	Fibras mal selladas	Deficiente habilidad y/o prisa
Faros laterales	Mal sellados	Distracción y/o prisa
Terminado de frente de la carrocería	Exceso de espacios entre fibras	Deficiente habilidad y/o prisa
Respaldo	Faros mal sellados	Distracción y/o prisa
	Fibras mal selladas	Deficiente habilidad y/o prisa
Terminado de compuertas	Empaques mal colocados	Deficiente habilidad y/o prisa

Tabla 18. Detalle de cada proceso son sus respectivas fallas y causas que lo provocan. Continuación 2

PASO DEL PROCESO	MODO DE FALLA POTENCIAL	CAUSAS POTENCIALES
Neumática	Fugas de aire en tubería	Colocación de tubería en lugares inadecuados antes del uso
Conexiones eléctricas	Luces de canastillas no encienden	Distracción y/o prisa
	Luces de bodega desniveladas	Distracción y/o prisa
	Luces de números de asiento no encienden	Distracción y/o prisa

4.1.3 Formulación de los objetivos

Una vez que se han identificado los principales procesos de mejora y se conocen las causas del problema, se formula los objetivos y fijar el período de tiempo para su consecución, en esta etapa se introduce los conceptos de corto y largo plazo.

El corto plazo se entiende como el periodo de tiempo mínimo que se necesita para que se presenten cambios leves en los resultados de la producción que generalmente va desde un mes hasta un año, en tanto que el largo plazo significa el periodo de tiempo necesario para realizar cambios completos y profundos a las condiciones de producción y tiene un lapso de tiempo entre uno y cinco años. De acuerdo a las definiciones antes mencionadas se pretende implantar los objetivos de mejora enfocados a conseguir resultados primeramente a corto plazo, con la meta de ir corrigiendo las fallas existentes en cada proceso de forma ascendente y contar con el sustento técnico para en lo posterior implementar mejoras de maquinarias y estructurales a largo plazo, en caso de ser requeridas.

Planteamiento de los objetivos generales para el plan de mejora

Objetivo 1:

- ✓ Reducir el porcentaje de fallas de cada producto en un 70% a corto plazo.

Justificación:

- ✓ Implantando programas de capacitación en todas las áreas de producción, realizando talleres de capacitación práctica, además en lo referente al uso correcto de las herramientas y sobre metodologías de calidad en los procesos y productos.
- ✓ Controlando adecuadamente cada proceso de producción mediante herramientas estadísticas como: DPMO, matriz AMEF, diagramas de Pareto, histogramas, diagramas de causa- efecto, entre otras.
- ✓ Implantando actividades de trabajo correctas sin desperdicio de tiempo ni recursos.
- ✓ Implementando supervisiones de trabajo.

Objetivo 2:

- ✓ Elevar el nivel de calidad en los procesos de producción.

Justificación:

- ✓ Realizando mediciones periódicas en los procesos de producción utilizando las herramientas como: DPMO, nivel de sigma, graficas de control de procesos.
- ✓ Aplicando cambios e implementando mejoras en los procesos en los cuales el nivel de calidad es deficiente.
- ✓ Comprometiendo a todos los integrantes de la empresa a ejecutar de manera correcta sus actividades.

Objetivo 3:

- ✓ Cumplir con los requisitos del cliente interno y externo.

Justificación:

- ✓ Indagando información para conocer cuáles son las necesidades que requieren los clientes.
- ✓ Elaborando un producto que cumpla con las necesidades del cliente, y que además tenga un nivel mínimo de defectos.

Objetivo 4:

- ✓ Generar documentación con la que se pueda evidenciar las aplicaciones de las mejoras las cuales conlleven al mejoramiento continuo a largo plazo.

Justificación:

- ✓ Aplicando los objetivos anteriormente propuestos.

4.1.4 Selección de las acciones de mejora

La selección de las acciones de mejora es consecuencia lógica del conocimiento del problema y de sus causas. Las acciones de mejora propuestas en carrocería Patricio Cepeda se basan directamente en los problemas encontrados en los procesos de producción las cuales al ser aplicadas deben reducir o eliminar los inconvenientes que se están tratando de solucionar, cada mejora es específica para cada área de producción contando con su respectivo responsable para su adecuada aplicación, además las herramientas de seguimiento ayudan a comprobar si se están aplicando cambios en la empresa para lograr los objetivos a corto y largo plazo.

En la Tabla 19 se muestran las acciones de mejora que inicialmente en la aplicación del proyecto se puede ejecutar en las diferentes áreas que concierne la fabricación de carrocerías en la empresa Patricio Cepeda.

Tabla 19. Detalle de las alternativas de mejora

ACCIONES DE MEJORA	RESPONSABLE	HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO	PERIODO DE IMPLEMENTACIÓN
Supervisión del trabajo	Supervisor de calidad	Checklist de inspecciones	Corto plazo
Capacitación a operarios y supervisor de calidad	Técnico externo especializado	Programas de capacitación teóricos y prácticos	Corto plazo
Control de calidad y producción	Supervisor de calidad	Bitácoras de producción	Corto plazo
		Fichas de observación: DPMO, nivel sigma	
		Matriz AMEF	
		Diagramas de Pareto	
		Graficas de control	
Medición del cumplimiento de los requerimientos de los clientes	Supervisor de calidad	-Encuestas -Herramientas de análisis de datos	Corto plazo

Análisis de factibilidad

El análisis de factibilidad permite conocer que tan viables van a ser aplicar las propuestas de mejoramiento en los procesos de producción, además que deben considerar ciertas características que a continuación van a ser analizadas:

Aspecto técnico:

- ✓ Se cuenta con un estudio previo en el cual se tiene información del nivel de calidad que actualmente tiene la empresa, además se ha ejecutado un análisis de los datos recolectados como son: DPMO, nivel de sigma, numero de oportunidades de falla en cada proceso y producto, NPR, la capacidad de proceso.
- ✓ Las condiciones de la empresa y de los procesos de fabricación son adecuados para implementar las propuestas de mejora.
- ✓ Se tiene la premisa para implantar un responsable el cual debe ser el encargado de verificar que todas las alternativas de mejoras sean ejecutadas, el cual es el supervisor de calidad.
- ✓ Se cuenta con la adecuada información la cual se basa en la metodología Six Sigma.

Aspecto económico:

- ✓ La gerencia de carrocería Patricio Cepeda se ha comprometido con el financiamiento de los recursos para poder implementar y llevar un seguimiento de las mejoras propuestas.

Marco legal:

- ✓ Las mejoras propuestas se enmarcan en cumplir con los requisitos del cliente para lograr su satisfacción que están establecidas en la Ley Orgánica de Defensa del Consumidor vigente desde el año 2001 [36].
- ✓ En el Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones en su Artículo 54, literal e manifiesta la participación de universidades y centros de enseñanza locales, nacionales e internacionales, en el desarrollo de programas de emprendimiento y producción, en forma articulada con los sectores

productivos, a fin de fortalecer a las MIPYMES, entonces de acuerdo a dicho artículo existe un relación entre la empresa y la entidad educativa al realizar el estudio de calidad que está a cargo del autor del proyecto [37].

Beneficiarios:

- ✓ Los principales beneficiarios van a ser los clientes los cuales van a obtener un producto de calidad, luego la empresa logrando incrementar los niveles de calidad en sus procesos de producción.

Financiamiento

Para poner en curso el plan de mejoras es necesario utilizar una cantidad necesaria de recursos económicos los cuales van a cubrir los gastos que se realizara para aplicar dicho plan. La gerencia de carrocería Patricio Cepeda se ha comprometido a desembolsar dichos recursos económicos que a continuación se detallan:

Capacitación:

- ✓ Se plantea establecer programas de capacitación para los operarios ya sea de carácter interno o externo, para lo cual se establece que se podrá tener un costo de 4800 dólares los cuales se detallan en la Tabla 21.

Recursos Humanos

- ✓ Se propone incorporar a un supervisor de calidad cuya remuneración económica mensual será de 700 dólares, y que debido a que la implantación del proyecto durará un año el costo anual será de 8400 dólares.

Materiales

- ✓ En lo que concierne a los materiales que principalmente es la documentación requerida para el control de calidad se destina un valor de 60 dólares mensuales, que al año llegará a un costo de 720 dólares.

En resumen se va a invertir un valor de 13920 dólares que se espera recuperar gracias a los beneficios de la aplicación de las mejoras propuestas.

4.2 Plan operativo de las mejoras

4.2.1 Supervisión del trabajo

Uno de los pilares fundamentales para obtener resultados ante la aplicación de mejoras es la supervisión de cada procesos de producción, esta tarea conlleva un responsabilidad importante ya que realizando correctamente se puede cumplir con los parámetros requeridos para controlar y mejorar la calidad de cada proceso y del producto, además es necesario designar esta responsabilidad al personal que tenga el suficiente conocimiento y la capacidad para poder recolectar los datos en lo que a calidad se refiere. Para realizar la supervisión de trabajo se ha elaborado un checklist en donde constan los parámetros que se deben vigilar en cada proceso de producción y que se encuentran en el Anexo 11. Es importante mencionar que las actividades de supervisión del trabajo se las debe realizar una vez terminado cada proceso de producción.

4.2.2 Capacitación al supervisor de calidad y operarios

El supervisor de calidad es aquella persona que se va a encargar de la aplicación y control de todas las etapas que contiene la metodología Six Sigma en los procesos de producción de Carrocería Patricio Cepeda, será el responsable directo del cumplimiento de los parámetros de mejora para lo cual debe cumplir con un perfil que pueda asegura la ejecución correcta de sus funciones, en la Tabla 20 se detalla el perfil necesario que debe tener el supervisor de calidad.

Tabla 20: Perfil requerido para el supervisor de calidad de carrocería Patricio Cepeda.

PERFIL DEL SUPERVISOR DE CALIDAD	
Puesto de Trabajo	SUPERVISOR DE CALIDAD
Formación / conocimientos	Título de tercer nivel. Ingeniero Industrial o carreras afines
Experiencia	Experiencia mínima de 6 meses cumpliendo dichas funciones. Capacitación previa relacionada.
Aptitudes	Concentración mental, atención distribuida, razonamiento inductivo-deductivo, creatividad.
Actitudes	Responsabilidad, disciplina y puntualidad, prestar sus servicios con calidad y alta capacidad de compromiso, fuerte voluntad de continuidad en la empresa y de progresar en la organización.

Para implantar un programa de capacitación se debe conocer hacia quien o quienes van a estar dirigidos, en esta investigación se plantea capacitar a los operarios y al supervisor de calidad dentro y fuera de la empresa en temas que se detallan en la Tabla 21:

Tabla 21: Detalle de los programas de capacitación

PROGRAMA	BENEFICIARIOS	TIPO Y TIEMPO	INSTRUCTOR	COSTO ANUAL(\$)
Capacitación en buenas prácticas de manufactura de carrocerías	Supervisor de calidad y operarios	Externa trimestral	*Técnico especialista de centro de capacitación	1500
Capacitación en Gestión de calidad	Supervisor de calidad	Externa y semestral	*Técnico especialista de centro de capacitación	1500
Capacitación en manejo de máquinas herramientas para fabricación de carrocerías	Operarios	Externa trimestral	*Técnico especialista de centro de capacitación	800
Capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo	Operarios y supervisor de calidad	Externa y anual	*Técnico especialista de centro de capacitación	1000
		Interna y semestral	Supervisor de calidad	-
Inducción al cargo para nuevos trabajadores	Operarios	Interna y en el momento de la incorporación del personal	Supervisor de calidad e Ingenieros Mecánicos a cargo	-

*La capacitación externa puede ser dictada por CORFOPYM

Una vez establecidos los programas de capacitación es necesario establecer el tiempo estimado de duración y los posibles horarios en los cuales se puede recibir las capacitaciones tomando en cuenta que no debe trastornar las jornadas de trabajo de la empresa, a continuación en la Tabla 22 se detallan los horarios de capacitación.

Tabla 22: Duración del programa de capacitación

PROGRAMA	LUGAR DE CAPACITACIÓN	TIPO	DURACIÓN	HORARIOS
Capacitación en buenas prácticas de manufactura de carrocerías	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	50 H	Sábados: 8H00 a 16H00
Capacitación en Gestión de calidad	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	40 H	Sábados: 8H00 a 16H00
Capacitación en manejo de máquinas herramientas para fabricación de carrocerías	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	40 H	Sábados: 8H00 a 16H00
Capacitación sobre seguridad y salud en el trabajo	Centro de capacitación privado u estatal	Externa	50 H	Sábados: 8H00 a 16H00
		Interna	20 H	Sábados: 8H00 a 16H00
Inducción al cargo para nuevos trabajadores	Empresa	Interna	8 H	Lunes a Viernes 8H00 a 17H00

4.2.3 Control de calidad y producción

Para realizar el control de la calidad se ha mencionado con anterioridad las diferentes herramientas que se va a utilizar como: DPMO, nivel de sigma, matriz AMEF, diagramas de Pareto, las cuales se han usado en la fase de medición para recolectar y analizar los datos que se han tomado de todos los procesos de producción, mientras que para controlar el proceso de producción la empresa se maneja con hojas de control de producción en donde se controlan las actividades a realizar en cada proceso de producción y las cuales se encuentran en el Anexo 12.

4.2.4 Medición del cumplimiento de los requisitos del cliente

Para medir si se cumplen con los requisitos de los clientes internos y externos se ha realizado unas encuestas en donde cada pregunta tiene una escala valorativa que va desde cero hasta diez, donde cero representa la peor calificación y diez representa el valor ideal, dichas encuestas evalúan parámetros para saber si se satisface la necesidad del cliente las cuales se pueden encontrar en el Anexo 9 y 10.

Para el análisis de los datos recolectados en las encuestas que se refieren a los clientes internos se va a utilizar la Tabla 23 en la cual se recolecta la puntuación de cada pregunta contestada por el encuestado, entonces los datos que se van recolectar serán de cincuenta operarios los cuales prestan sus funciones en la empresa, posteriormente se podrá analizar los datos mediante histogramas u otra herramienta estadística para tomar decisiones en beneficio de la empresa y de los operarios.

La Tabla 24 será utilizada para el análisis de los datos recolectados de las encuestas realizadas a los clientes externos, es decir las personas que reciben el producto final, posteriormente se debe utilizar herramientas estadísticas como histogramas para comprender de mejor manera los datos recolectados, para en lo posterior tomar acciones que beneficien al cliente final y a la empresa.

Tabla 23: Hoja de cálculo utilizado para medir el cumplimiento de los requisitos del cliente interno.

CLIENTES INTERNOS									
ESCALA VALORATIVA			FECHA:		RESPONSABLE:				
B Baja	0-3		PARAMETROS A MEDIR						
M Media	4-7		No. DE PREGUNTA						
A Alta	8-10		1	2	3	4	5	TOTAL POR ENCUESTA	
No. Cliente	Nombre	Área de producción	Entrega sin defectos	Entrega a tiempo	Entrega completa	Asesoramiento	Percepción del nivel de calidad		
TOTAL POR PREGUNTA									

Tabla 24. Hoja de cálculo utilizado para medir el cumplimiento de los requisitos del cliente externo.

CLIENTES EXTERNOS									
ESCALA VALORATIVA				RESPONSABLE:					
B Baja	0-3			PARAMETROS A MEDIR					
M Media	4-7			No. DE PREGUNTA					
A Alta	8-10			1	2	3	4	5	TOTAL POR ENCUESTA
No. Cliente	Nombre	Tipo de carrocería	Fecha de la encuesta	Entrega sin defectos	Entrega a tiempo	Entrega completa	Garantía	Percepción del nivel de calidad	
TOTAL POR PREGUNTA									

4.3 Evaluación de las mejoras propuestas

Las propuestas de mejoramiento que se ha sugerido para elevar el nivel de calidad en los procesos de producción de la empresa deben estar sujetos al concepto de mejora continua, es decir que no debe permanecer estática, sino que debe tener una retroalimentación para ir mejorando continuamente el desempeño del proyecto, entonces se propone evaluar las mejoras anualmente con el fin de saber cómo se están comportando las variables: nivel de calidad y cumplimiento de los requisitos del cliente, para tener la suficiente evidencia para en lo posterior realizar la toma de decisiones en caso de ser necesario. Si obligatoriamente se deben aplicar nuevas mejoras, estas serán implementadas en el segundo año de vida del proyecto, caso contrario se seguirá manteniendo de una manera normal. En caso de tener un éxito el planteamiento inicial de las mejoras, de deberá planear una elevación del nivel de calidad incrementando las exigencias para un mejor desempeño del proyecto, lo cual se debe aplicar a largo plazo, es decir desde el tercer año en adelante. Todo lo dicho se resume en la Fig. 23.

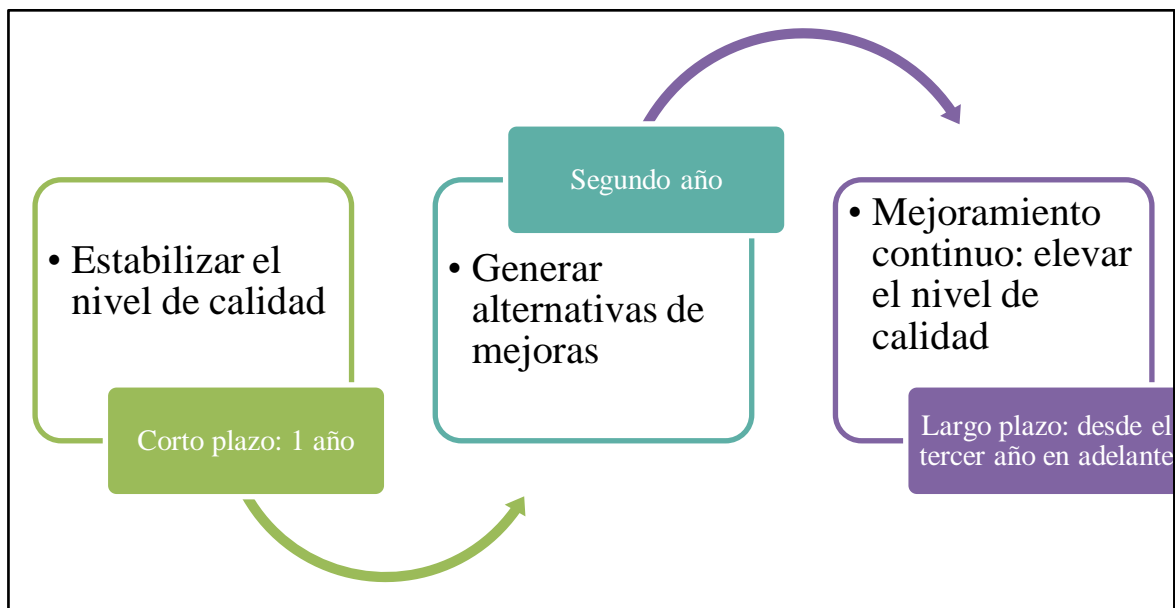


Fig. 23. Esquema de la evaluación de las mejoras propuestas.

5. Fase de control

Esta fase tiene como meta lograr que los cambios realizados con las acciones de mejora se vuelvan permanentes, se institucionalicen y generalicen. Esto implica la participación y adaptación a los cambios de toda la gente involucrada en la empresa, el reto de la etapa de control es que las mejoras soporten la prueba del tiempo.

Es necesario establecer un sistema de control para:

- ✓ Prevenir que los problemas que tenía el proceso o los procesos no se vuelvan a repetir.
- ✓ Impedir que las mejoras y conocimientos obtenidos se olviden.
- ✓ Mantener el desempeño del proceso.
- ✓ Alentar la mejora continua.

5.1 Planteamiento de un plan de control

Para ejecutar la fase de control es necesario generar un plan en el cual se especifique los parámetros que se van a medir, los responsables, las herramientas que se van a utilizar, los indicadores y el tiempo de periodicidad de control, con el fin de proporcionar al equipo de trabajo del proyecto una guía para que ejecute las tareas de una manera organizada y adecuada.

En la Tabla 25 se detalla el contenido del plan de control:

Tabla 25: Descripción del plan de control.

PLAN DE CONTROL	RESPONSABLE: Supervisor de Calidad
	PROCESOS A CONTROLAR:
	*Colocación de anclajes
	*Elaboración y colocación de compuertas
	*Construcción del frente de la carrocería
	*Forrado
	*Colocación de faros laterales,
	*Terminado de respaldo
	* Neumática
	* Pintura.
PRODUCTO: Carrocería: SILVER GLASS INTEPROVINCIAL, SILVER GLASS INTRAPROVINCIAL, SILVER PLUS TURISMO,SILVER CITY URBANO,BUS ESCOLAR.	
CARACTERISTICA DE CONTROL: Número de defectos por unidad	
HERRAMIENTAS A UTILIZAR: Gráficas de control "c"	
PERIODICIDAD DE CONTROL: Trimestral	

5.2 Aplicación de los gráficos de control

La gráfica de control es un medio de visualizar las variaciones que se presentan en la tendencia central y en la dispersión de un conjunto de observaciones, es un registro gráfico de la calidad de determinada característica, muestra si el proceso está o no en un estado estable.

Para controlar los proceso de Carrocería Patricio Cepeda se van a utilizar las gráficas de control para cuenta de no conformidades “c”, también llamadas cartas “c” que controlan el conteo o la cuenta de defectos o no conformidades dentro de un producto, esta herramienta pertenecen a las cartas de control por atributos.

Elaboración de la gráfica “c”

Para la elaboración de la gráfica de control c se establecen la ecuación 9:

$$\bar{c} = \frac{\Sigma c}{g} \quad (9)$$

Dónde:

\bar{c} : cuenta promedio de no conformidades para varios subgrupos.

c: cuenta de no conformidades.

g: cantidad de subgrupos (muestra).

Para calcular los límites de control se establece la ecuación 10 y 11:

$$UCL = \bar{c} + 3\sqrt{\bar{c}} \quad (10)$$

$$LCL = \bar{c} - 3\sqrt{\bar{c}} \quad (11)$$

Dónde:

ULC: límite superior de control

LCL: límite inferior de control

A continuación se usa los datos recolectados en la matriz de Anexo 6 para realizar la gráfica de control c para cada proceso, cabe destacar que la cantidad de subgrupos es de una muestra de doce unidades analizadas en el transcurso de tres meses.

Proceso de colocación de anclajes

$$\bar{c} = \frac{43}{12}$$

$$\bar{c} = 3,583$$

$$UCL = 3,583 + 3\sqrt{3,583}$$

$$UCL = 9,262$$

$$LCL = 3,583 - 3\sqrt{3,583}$$

$$LCL = -2,096 = 0$$

Al calcular el LCL se observa el resultado es negativo, pero como no puede haber cantidades negativas de defectos, entonces el límite inferior se iguala a cero. En la Fig. 24 se aprecia que el proceso de colocación de anclajes está funcionando de una manera inestable, ya que hay dos puntos fuera del límite de control superior que corresponden a la muestra cuatro y cinco, lo que lleva a entender que en dichas muestras se presenta algún inconveniente que hace que el número de defectos sea muy alto. En algunas muestras se observa que el número de defectos se igualan al límite inferior de control que es cero, esto se da debido a que en dichas muestras no se encuentra ninguna falla o defecto.

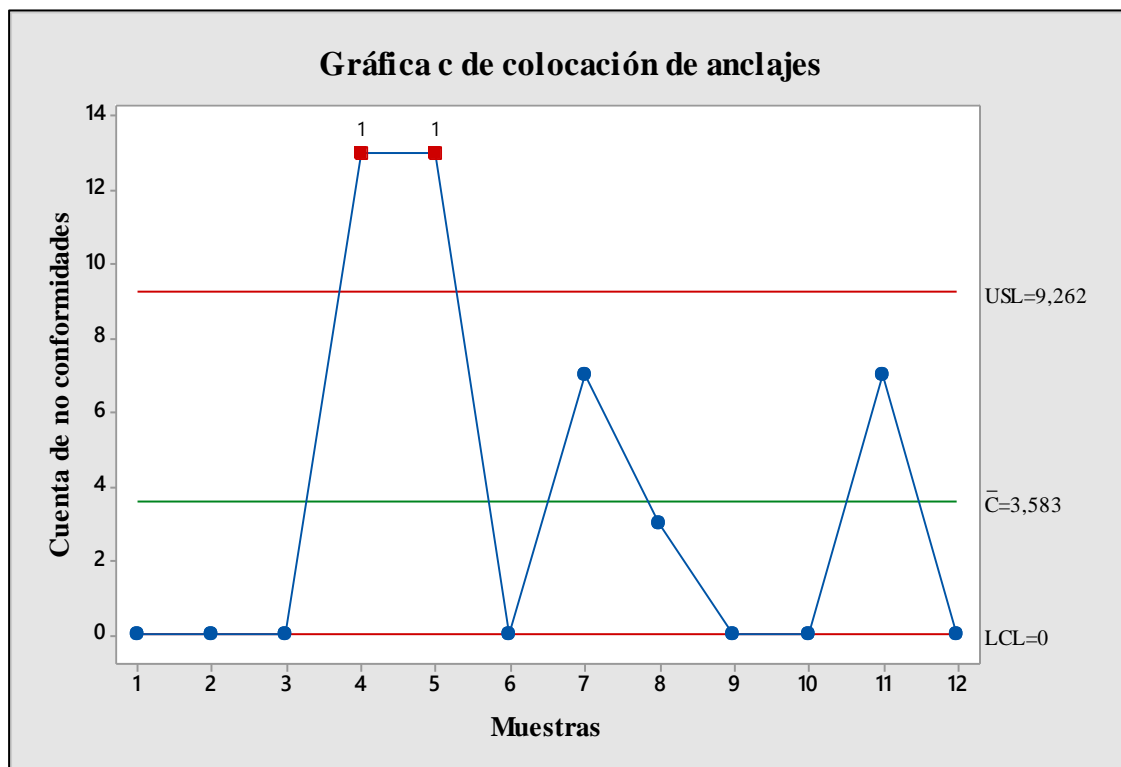


Fig. 24. Carta de control c para el proceso de colocación de anclajes

Proceso de elaboración y colocación de compuertas

$$\bar{c} = \frac{106}{12}$$

$$\bar{c} = 8,833$$

$$UCL = 8,833 + 3\sqrt{8,833}$$

$$UCL = 17,750$$

$$LCL = 8,833 - 3\sqrt{8,833}$$

$$LCL = -0,083 = 0$$

En la Fig. 25 se observa que existe un valor que está saliendo del límite de control superior correspondiente a la muestra 1, lo que manifiesta que en dicha muestra se presenta algún inconveniente provocando el incremento de fallas en el proceso de elaboración y colocación de compuertas.

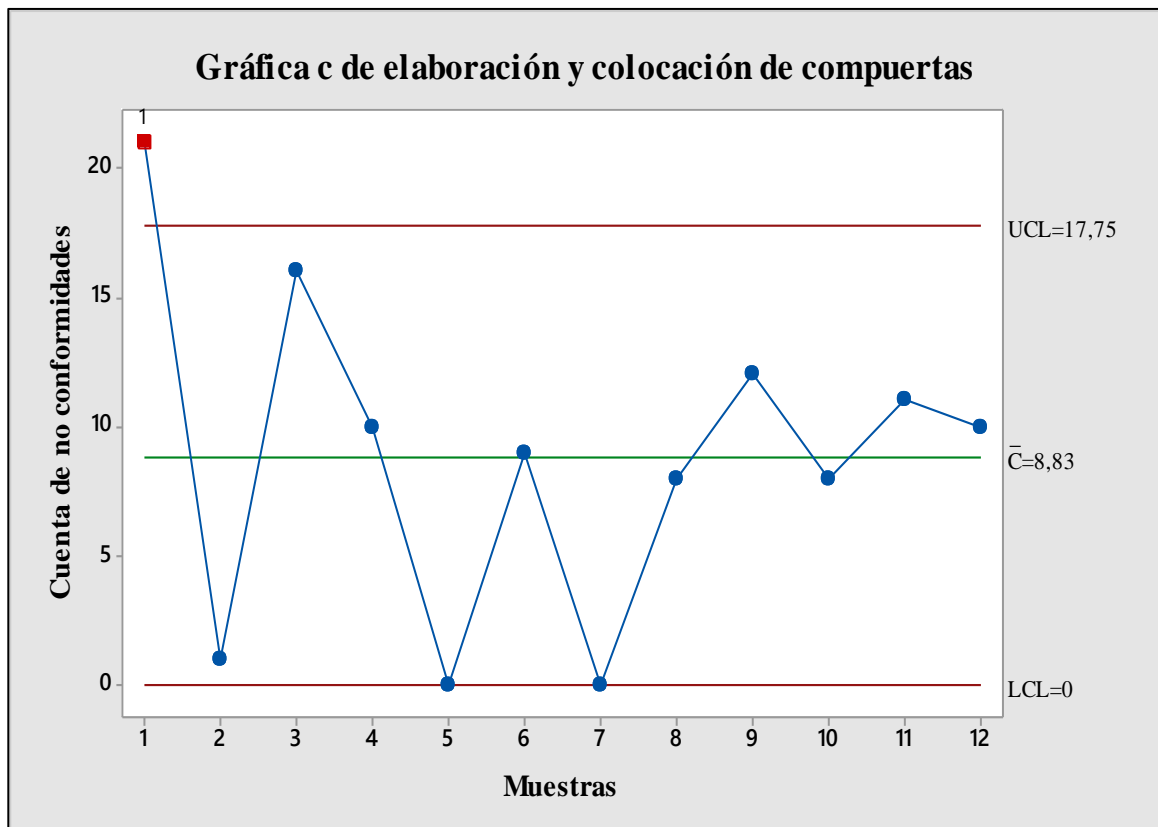


Fig. 25. Carta de control c para el proceso de elaboración y colocación de compuertas

Proceso de construcción del techo de la carrocería

$$\bar{c} = \frac{13}{12}$$

$$\bar{c} = 1,083$$

$$UCL = 1,083 + 3\sqrt{1,083}$$

$$UCL = 4,206$$

$$LCL = 1,083 - 3\sqrt{1,083}$$

$$LCL = -2,039 = 0$$

La Fig. 26 indica que el dato de la muestra 3 sale del límite de control superior mostrando una cantidad de falla considerable en dicho dato, lo cual indica un nivel bajo de calidad en el proceso, los datos restantes tienen concordancia con el límite central.

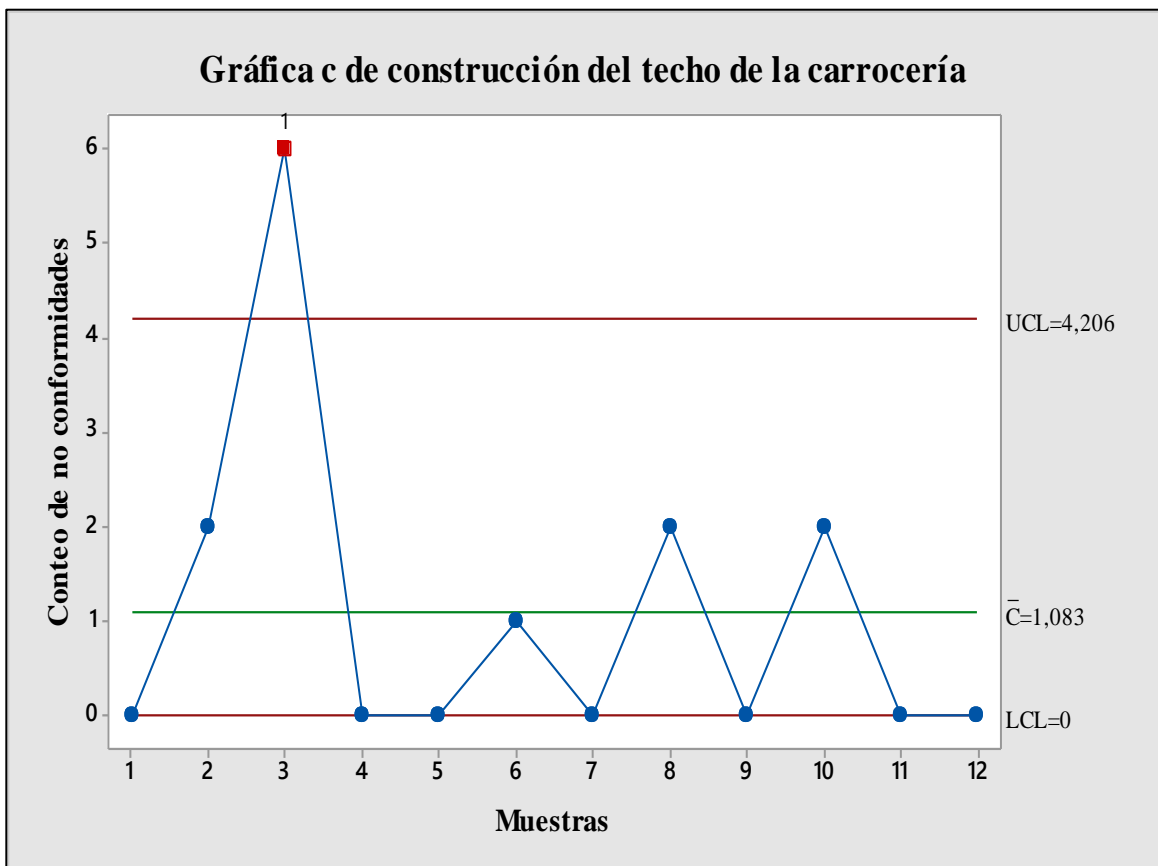


Fig. 26. Carta de control c para el proceso de construcción del techo de la carrocería

Proceso de construcción del frente de la carrocería

$$\bar{c} = \frac{26}{12}$$

$$\bar{c} = 2,167$$

$$UCL = 2,167 + 3\sqrt{2,167}$$

$$UCL = 6.583$$

$$LCL = 2,167 - 3\sqrt{2,167}$$

$$LCL = -2,249 = 0$$

Como se muestra en la Fig. 27 se observa que el dato de la muestra 7 se encuentra fuera del límite superior de control, lo que ha provocado el incremento de defectos en la muestra recolectada. Los demás datos revelan una regularidad con respecto a la línea central.

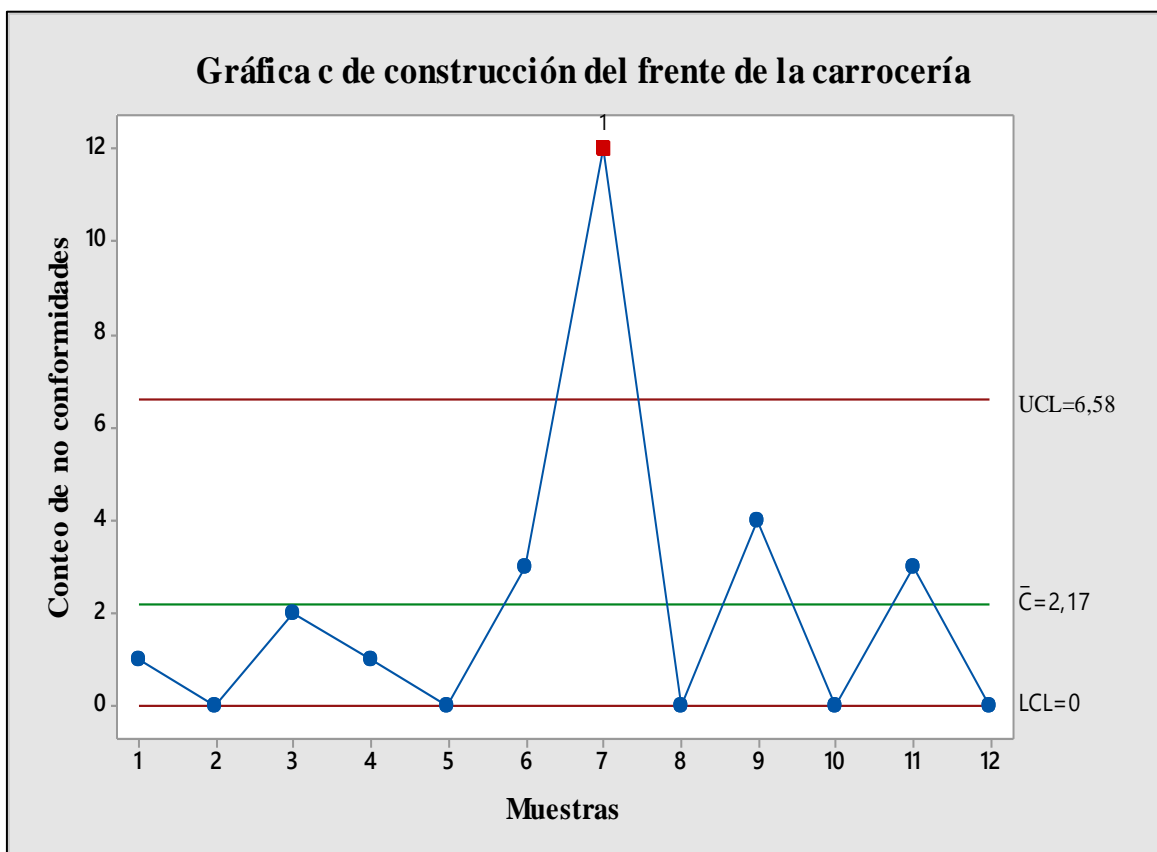


Fig. 27 . Carta de control c para el proceso de construcción del frente de la carrocería

Proceso de arreglo de cabina del chofer

$$\bar{c} = \frac{18}{12}$$

$$\bar{c} = 1,5$$

$$UCL = 1,5 + 3\sqrt{1,5}$$

$$UCL = 5,174$$

$$LCL = 1,5 - 3\sqrt{1,5}$$

$$LCL = -2,174 = 0$$

La Fig. 28 muestra que la dispersión de los datos se desenvuelve entorno a la línea central a excepción del dato de la muestra 11 en el cual no existe un valor de falla, entonces se puede establecer que el proceso se encuentra en rendimiento y bajo control.

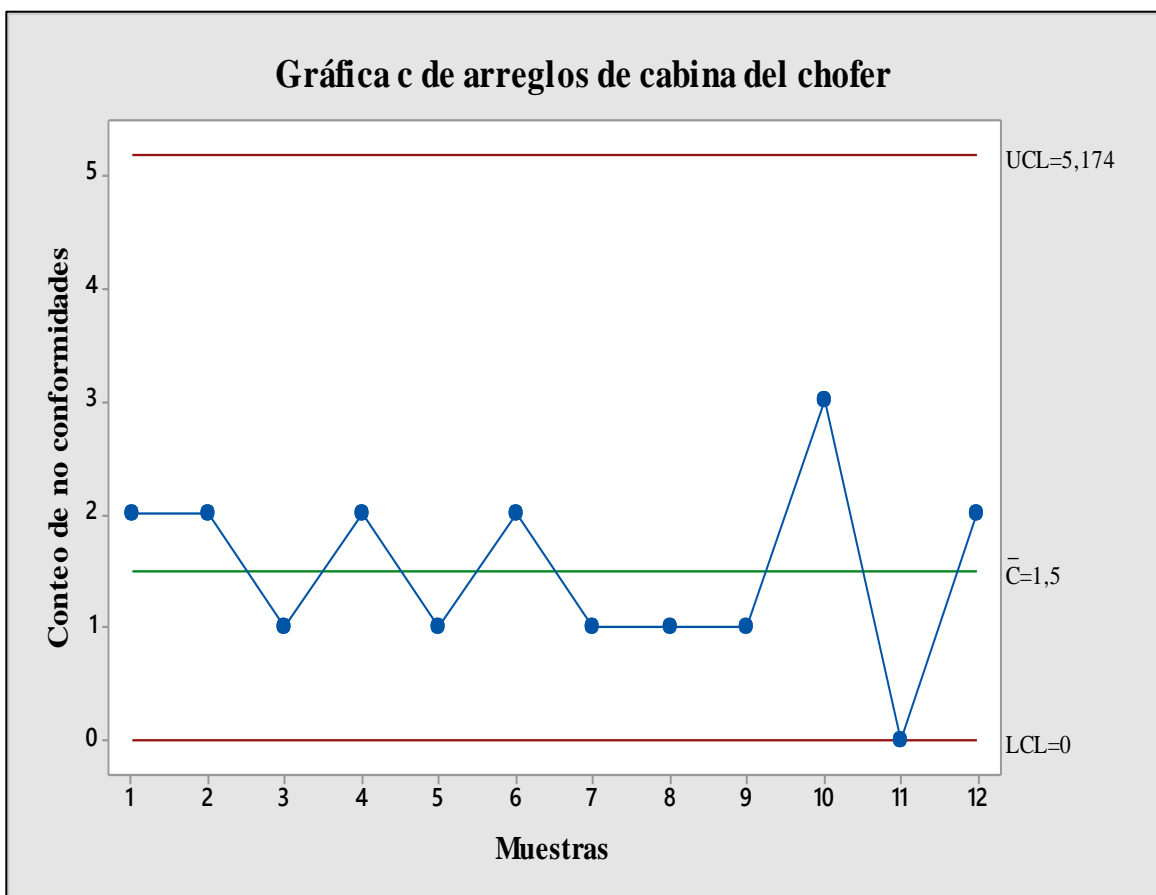


Fig. 28. Carta de control c para el proceso de arreglo de cabina de chofer

Proceso de terminado de cajuelas y compuertas

$$\bar{c} = \frac{18}{12}$$

$$\bar{c} = 1,5$$

$$UCL = 1,5 + 3\sqrt{1,5}$$

$$UCL = 5,174$$

$$LCL = 1,5 - 3\sqrt{1,5}$$

$$LCL = -2,174 = 0$$

En la Fig. 29 se observa que existe una irregularidad en los datos de las muestras 1 y 4 pero no sobrepasan los límites de control, los demás datos se desenvuelven entorno a la línea central con lo cual se puede decir que el proceso se encuentra bajo control.

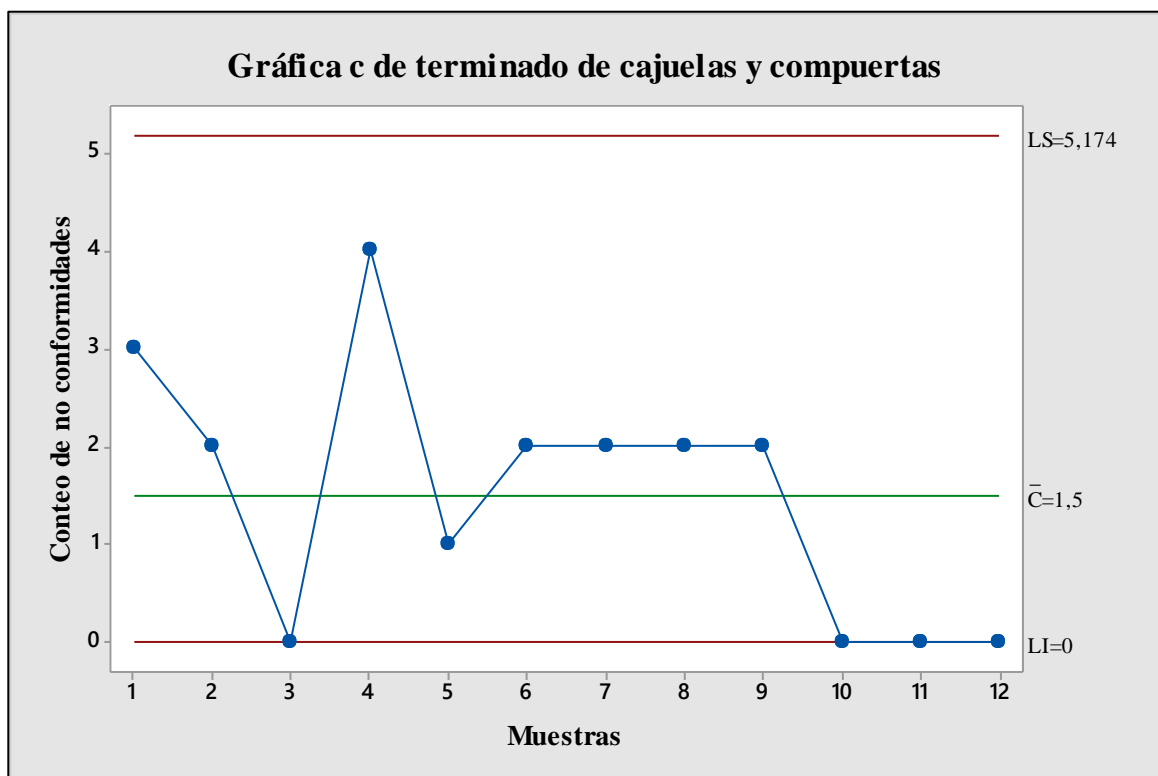


Fig. 29. Carta de control c para el proceso de terminados de cajuelas y compuertas

Para los procesos de colocación de pisos, construcción del respaldo, forrado, colocación de faros laterales, terminado del frente de la carrocería, terminado del respaldo, conexiones eléctricas, pintura y conexiones neumáticas se ha omitido realizar las gráficas

de control c debido a que dichos procesos tienen un número mínimo de defectos o fallas en los productos los cuales no supera el número de productos que se está analizando.

5.3 Desarrollo del plan de reacción

El plan de reacción proporciona un mecanismo de monitoreo y control que se utiliza como una forma sistemática de tomar las acciones adecuadas a corto y largo plazo, dicho plan debe ser ejecutado por el supervisor de calidad con el apoyo constante de la gerencia de la empresa.

Es importante mencionar que para una próxima evaluación de los datos recolectados en los procesos de producción se mantengan los límites de control superior, central e inferior para en lo posterior comparar cómo están variando los datos antes y después de la aplicación de las mejoras propuestas.

En la Tabla 26 se resumen los valores de las gráficas realizadas para los procesos de producción de carrocería Patricio Cepeda.

Tabla 26. Resumen de las gráficas de los proceso de producción de Carrocería Cepeda.

PROCESO	UCL	LC	LCL	DATOS FUERA DE LOS LÍMITES	
				UCL	LCL
Colocación de anclajes	9,262	3,583	0	2	0
Elaboración y colocación de compuertas	17,750	8,833	0	1	0
Construcción del techo de la carrocería	4,206	1,083	0	1	0
Construcción del frente de la carrocería	6,583	2,167	0	1	0
Arreglo de cabina del chofer	5,174	1,5	0	0	0
Terminado de cajuelas y compuertas	5,174	1,5	0	0	0
Conexiones eléctricas	4,407	1,167	0	1	0
Pintura	4	1	0	0	0

De acuerdo a los datos de la Tabla 26 se observa que el proceso de colocación de anclajes, elaboración y colocación de compuertas, construcción del techo y frente de la carrocería presentan datos que están fuera del límite de control superior, lo que indica que existe una

mayor aparición de defectos que deben ser controlados para poder incrementar el nivel de calidad de los procesos.

Evaluación de las cartas de control

Para interpretar y evaluar la información que suministran las cartas de control es necesario conocer ciertas características que indican cuando el grafico muestra la presencia de señales de falta de control, estas señales son las siguientes [38]:

- ✓ Puntos fuera de límites: La primera y más evidente señal de falta de control es la presencia de uno o más puntos fuera de los límites de control, la presencia de un punto fuera de los límites indica casi con seguridad la presencia de alguna causa especial de variación, que se debe investigar y eliminar.
- ✓ Racha ascendente o descendente de 7 o más puntos.
- ✓ Racha de 8 o más puntos a un mismo lado de la línea central.
- ✓ Comportamiento errático (dientes de sierra): se caracteriza por tener fuertes oscilaciones.
- ✓ Demasiados puntos en la zona central: esto puede ocurrir debido a un error en el cálculo de los límites de la gráfica.
- ✓ Pocos puntos en la zona central: también se puede dar debido a errores de cálculo de los límites de la gráfica, otra causa puede ser el empeoramiento real del proceso.
- ✓ Puntos consecutivos en la zona central (estatificación): esto puede ocurrir debido a que hay algo especial en el proceso lo que provoca que haya muy poca variabilidad, entre las causas pueden ser la equivocación en los cálculos de los límites de control o el agrupamiento en una misma muestra de datos provenientes de fuentes con medias bastante diferentes que al combinarse se compensan unos a otros.

Se declara que un proceso es estable cuando los datos de la característica a controlar se encuentra en el tercio central, conteniendo aproximadamente los 2/3 de los datos, es decir el 68%, solo ahí se podrá manifestar que un proceso se encuentra adecuadamente controlado, de lo contrario se deberá implantar mejoras que ayuden a disminuir la aparición de defectos.

Para aplicar el plan de reacción se debe tomar en cuenta dos condiciones:

- ✓ Si los valores se encuentran dentro del control: en este caso se continuara con la aplicación del proyecto de manera regular.
- ✓ Si los valores se encuentran fuera de control: en este caso se deberá revisar las causas que provocan variaciones para tomar acciones de corrección y mejora.

5.4 Actualización de los procedimientos de operación y el plan de entrenamiento

Luego de lograr que se establezca el nivel de calidad de los procesos de producción de la empresa, se debe establecer un plan de mejoramiento propuesto en la fase de mejora de la metodología DMAIC para largo plazo para lo cual se debe calcular nuevamente los límites de control teniendo en cuenta que debe haber una reducción del rango entre los límites superior e inferior. Dichos límites deberán ser sustentados en base a un estudio para en lo posterior ejecutar las actividades de mejoras enmarcadas en la idea del mejoramiento continuo.

4.3.2 Beneficios de la propuesta

Uno de los principales beneficios que tiene carrocería Patricio Cepeda es que obtiene una herramienta de control con lo cual puede disminuir o eliminar la aparición de fallas o defectos en todos los procesos productivos de la empresa, lo que conlleva también a reducir las tareas y los tiempos de reproceso que actualmente realizan, además se disminuye el uso de recurso utilizados en las tareas de reproceso.

Otro beneficio es que al usar las herramientas utilizadas en la investigación se logran conocer cuáles son las causas que generan las fallas, para en lo posterior proponer acciones de mejoras que tengan como sustento el mejoramiento continuo.

Al disminuir o eliminar los defectos en los procesos se está fabricando un producto de calidad el cual repercute en la satisfacción del cliente, además es una característica importante imponente ante la competencia.

Se consiguen documentos de registro para el control de fallas, el control de calidad e instrumentos técnicos que van a permitir evaluar el desempeño de los procesos y sirven de respaldo y evidencia para ejecutar las acciones de mejora y para la realización de auditorías internas.

Finalmente el beneficiario directo va a ser el cliente el cual puede adquirir un producto que cumpla con características de calidad, seguido por la empresa la cual gracias a la satisfacción del cliente podrá ganar prestigio dentro del mercado y la marca de la empresa será elevada en comparación con la competencia.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- ✓ Al analizar cada proceso de producción de carrocería Patricio Cepeda se evidencia la existencia de defectos o fallas los cuales generan actividades de reproceso que ocasionan pérdida de tiempo de trabajo y la utilización innecesaria de recursos. De acuerdo a la muestra estudiada se encuentra que los procesos de colocación de anclajes, elaboración y colocación de compuertas, construcción del techo de la carrocería y arreglos de la cabina del chofer son los que más defectos presentan, algunas de estas fallas no se solucionan adecuadamente y se hacen presentes cuando el producto está terminado mostrando así un nivel deficiente en la calidad del producto. Entre las causas que generan los defectos se encuentran la falta de capacitación en: manufactura de carrocerías, calidad del producto, manejo adecuado de máquinas y herramientas, además de la inexistencia de inspecciones adecuadas y la falta de indicadores de calidad.
- ✓ Luego de recolectar los defectos de los procesos se encuentra treinta modos de falla diferentes en toda la cadena productiva los cuales son: líneas de suelda discontinuas, errores en la construcción y colocación de compuertas, daño de anclajes, fibras mal selladas, conexiones eléctricas incorrectas, desprendimiento de pintura, entre otras, que corresponde a un nivel de sigma de 0.57σ el cual indica que es un nivel muy bajo de calidad y provoca que no se cumplan con los requerimientos del cliente e induce a implementar acciones de mejora en los procesos productivos. Entonces de acuerdo al indicador de calidad se procede a desarrollar la investigación para realizar el control de la calidad de los procesos productivos utilizando la metodología Six Sigma con base en la herramienta DMAIC.
- ✓ En la fase de definición se implanta el problema a solucionar que es el nivel de calidad de los procesos, además se analiza la información recolecta sobre el

número de fallas en los procesos la cual indica que la elaboración y colocación de compuertas es el proceso que más fallas tiene arrojando un valor de 106 defectos, posterior a estos se realizó un análisis de causa-efecto en donde se puede apreciar que las causas primordiales de los problemas son la falta de habilidad, capacitación insuficiente, falta de parámetros de control y una supervisión inadecuada. Luego se analiza los CTQ's tanto para clientes internos y externos que tienen como objetivo cumplir con los requisitos de cliente.

- ✓ En la fase de medición se establece los parámetros que se van a medir en el proyecto como son el nivel de Sigma σ , DPO, el nivel de prioridad de riesgo NPR y el cumplimiento de los requisitos del cliente, para lo cual se desarrolla un plan de recolección de datos y de acuerdo a los CTQ's se instaura las características que se van a medir con sus respectivas técnicas y herramientas. Al recolectar los datos y de acuerdo a la muestra tomada se encuentra que existen 30 oportunidades de defectos por cada unidad, también se calcula el número total de defectos que es de 297, además se halla un valor de DPO correspondiente a 0.825 el cual da un porcentaje de rendimiento de 17.5% el cual indica que es un nivel de calidad bajo. Además se introduce el análisis de modo y efecto de fallas AMEF necesario para calcular el NPR el cual utiliza el nivel de severidad, ocurrencia y detención y que se aplicó para cada modo de falla detectado calculando así un valor que fluctúa entre 384 y 36 indicando un nivel de riesgo medio y bajo.
- ✓ En la fase de análisis se encuentra el promedio de los DPO hallados en cada procesos el cual tiene un valor de 0.74 y además se calcula el valor de la desviación estándar que da como resultado 0.471, con dichos datos se procede a deducir los valores de Cp y Cpk los cuales arrojan el valor de 0.99 para los dos índices, lo que indica que los procesos no son capaces de cumplir con la tolerancia especificada por el cliente por lo que es necesario realizar un análisis para proponer acciones de mejora para reducir o eliminar el grado de aparición de defectos en los procesos de fabricación
- ✓ En la fase de mejora se proponen las actividades que permiten que el proyecto tenga resultados positivos en un corto plazo, para lo cual se elabora un plan de mejora en donde constan las actividades que van a lograr incrementar el nivel de calidad de los procesos y el producto que consisten en una adecuada supervisión del trabajo, capacitación a los operarios, utilizar herramientas para el control de la

calidad y producción y la medición del cumplimiento de los requisitos de los clientes.

- ✓ En la fase de control se utiliza la cartas de control para cuenta de no conformidades c para cada proceso de producción. Para saber si un proceso se encuentra bajo control es necesario que no sobresalgan de los límites de control superior e inferior y que existan mínimas señales de falta de control. En este análisis se encuentra que el proceso de colocación de anclajes, elaboración y colocación de compuertas, construcción del techo y frente de la carrocería tiene valores que indican que los procesos están fuera de control encontrando hasta 2 datos que sobresalen de los límites de especificación, además en estos procesos se encontraron la mayoría de defectos los cuales indican que son los más críticos.
- ✓ Para finalizar, la investigación proporciona niveles bajos de calidad dentro de los procesos productivos de carrocería Patricio Cepeda ya que al analizar los indicadores de DPMO, nivel Sigma, NPR, índices Cp y Cpk y las gráficas de control se observa que no son niveles adecuados razón por la cual es necesario aplicar las mejoras propuestas con el objetivo de controlar y elevar el nivel de calidad de los procesos y productos fabricados en la empresa.

5.2 Recomendaciones

- ✓ Para lograr resultados tangibles y positivos al aplicar la investigación realizada se requiere de la participación y completo apoyo de la alta gerencia como del personal que laboran en todos los procesos productivos. Las capacitaciones son fundamentales ya que aseveran el pensamiento, la forma de elaborar de los operarios e incrementan los conocimientos.
- ✓ Para identificar con mayor efectividad las fallas existentes en los procesos productos es necesario guiarse en las normas impuestas por el INEN y además adaptarse a los cambios que puedan tener dichas normas.
- ✓ La investigación queda abierta a las posibles alternativas de mejora que se pueden incrementar o eliminar tomando en consideración el criterio de la gerencia, del investigador y de la persona que se encuentra a cargo del proyecto que en este caso es el supervisor de calidad, además se puede implementar otras herramientas de control de fallas para poder mejorar el nivel de calidad.
- ✓ Es recomendable realizar una revisión crítica de los resultados obtenidos con la aplicación del proyecto en el primer periodo de vida que es de un año, aquí se deberá analizar si las mejoras propuestas están dando resultado y además analizar si se está cumpliendo con todos los requisitos de cliente, para posteriormente adoptar medidas tendientes a alcanzar la mejora continua en los siguientes años de aplicación del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] L. G. Aragon, W. Ordoñez y J. Torres, «Aplicación de la metodología DMAIC para reducir las pérdidas en una empresa textil,» de *12th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*, Guayaquil, 2014.
- [2] N. Escamilla Taboada, J. Garnica Gonzalez y H. Rivera Gomez, «Búsqueda de oportunidades de Investigación de la Relación de Seis Sigma en el Diseño y Desarrollo de Productos,» *Academia Journals*, vol. 7, nº 1, p. 8, 2015.
- [3] M. Guevara, «Aplicacion de la Metodologia Seis Sigma como herramienta de mejora a los principales indicadores de gestion en el area de manufactura de la planta Ecuador Bottling Company en la ciudad de Quito,» 01 2011. [En línea]. Available: <http://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/4938/1/UPS-QT02853.pdf>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [4] H. Gutierrez Pulido y R. de la Vara Salazar, *Control estadístico de calidad y Seis Sigma*, Mexico: McGraw Hill, 2009.
- [5] «La Hora,» [En línea]. Available: <http://www.lahora.com.ec/index.php/movil/noticia/610108>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [6] «Agencia Nacional de Transito,» [En línea]. Available: <http://www.ant.gob.ec/index.php/descargable/file/1885-listado-de-empresas-fabricantes-de-carrocerias-autorizadas-por-ant-04-11-2013>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [7] E. Comercio, «Industria carrocera en crecimiento,» 06 Junio 2012. [En línea]. Available: http://www.elcomercio.com.ec/negocios/crecimiento-economico-anclo-primeros-meses_0_456554404.html. [Último acceso: 13 Mayo 2014].
- [8] C. Velastegui, «Cotopaxi Noticias,» 24 02 2013. [En línea]. Available: <http://www.cotopaxinoticias.com/seccion.aspx?sid=11&nid=10825>. [Último acceso: 10 04 2015].
- [9] M. Ortiz Mejia, N. Rivero Valentin, K. Gonzales Peza y R. Hernandez Gomez, «DSpace,» [En línea]. Available: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/5395>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [10] E. P. Calderón, «Repositorio Pontificia Universidad Catolica del Peru,» [En línea]. Available: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/317/PASCUAL_E_MILSEN_MEJORA_DE_PROCESOS_EN_UNA_IMPRENTOA_QUILA_REALIZA_TRABAJOS_DE_IMPRESION_OFFSET_BASADOS_EN_LA_EMPLEA_NDO_SIX_SIGMA.pdf?sequence=1. [Último acceso: 15 04 2015].


- [11] R. Iza, M. Vergara y E. Hermosa, «IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA SEIS SIGMA EN LA EMPRESA INVELIGENT,» [En línea]. Available: <http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/5395/1/AC-COMPUTACI%C3%93N-ESPE-033210.pdf>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [12] J. M. S. G. OLGA LUCÍA MANTILLA CELIS, «Springer,» 10 08 2012. [En línea]. Available: http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/1509/html. [Último acceso: 06 08 2014].
- [13] M. Kumar, A. Jiju y M. Tiwari, «Six Sigma marco de aplicación para las PYMES - Una hoja de ruta para gestionar y sostener el cambio,» 01 01 2011. [En línea]. Available: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00207543.2011.563836#>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [14] M. Maya, «Implementación del Control Estadístico para la Calidad en la Empresa Angie Confecciones en la línea de producción de calentadores, para Mejorar la Capacidad del Proceso y Productividad,» 11 2012. [En línea]. Available: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/3524/1/04%20IND%20003%20TESIS.pdf>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [15] «Conceptos Generales de Calidad,» [En línea]. Available: <https://ies1cto.wikispaces.com/file/view/Conceptos+generales+de+calidad+total.pdf>. [Último acceso: 10 04 2015].
- [16] A. Lemer, «Estrategias y abordajes metodológicos empleados para incrementar la mejora continua en las organizaciones,» 17 09 2010. [En línea]. Available: <http://www.degerencia.com/articulo/estrategias-y-abordajes-para-incrementar-la-mejora-continua-en-las-organizaciones>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [17] O. Cospin, «Herramientas básicas para el control de calidad,» [En línea]. Available: <http://82.165.131.239/hosting/empresa/general/monografias/monografia8.pdf>. [Último acceso: 10 04 2015].
- [18] S. L. p. l. Calidad, «Diagrama de Causa y Efecto,» [En línea]. Available: <http://www.caminandoutopias.org.ar/contenidos/notas/editorial/causa.pdf>. [Último acceso: 10 04 2015].
- [19] J. A. Hervás, «Control estadístico de procesos,» [En línea]. Available: <http://www.matematicasyoesia.com.es/Estadist/ManualCPE06p3.htm>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [20] C. Estrada, «Tipos de graficos de control,» Slideshare, 02 08 2012. [En línea]. Available: <http://www.slideshare.net/171192C/tipos-de-graficos-de-control>. [Último acceso: 15 04 2015].
- [21] M. V. FLORES, «Mejora Continua,» 2013. [En línea]. Available: <http://www.eoi.es/blogs/mariavictoriaflores/definicion-de-mejora-continua/>. [Último acceso: 10 04 2015].

- [22] «CONTROL ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD,» [En línea]. Available: http://ocw.usal.es/eduCommons/ciencias-sociales-1/control-estadistico-de-la-calidad/contenido/ocw_cabero/01_asignaturaCC/Temario/Tema1.pdf. [Último acceso: 10 04 2015].
- [23] Gestipolis, «Metodología Six Sigma,» [En línea]. Available: <http://www.gestipolis.com/recursos/experto/catsexp/pagans/ger/no12/6sigma.htm>. [Último acceso: 10 04 2015].
- [24] J. Vazquez, «Filosofía 6- sigma una metodología para mejorar la calidad de productos y servicios en el sector productivo,» 2005. [En línea]. Available: <http://tesis.ipn.mx:8080/xmlui/handle/123456789/47>. [Último acceso: 21 12 2015].
- [25] I. Urrutia, «PLAN DE MEJORA DE LA CALIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE CALZADO EN CREACIONES MABELIZ MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA SIX SIGMA,» 10 2015. [En línea]. [Último acceso: 21 12 2015].
- [26] «SOLUCIONES EN CALIDAD Y MANUFACTURA,» [En línea]. Available: http://www.data-driven.com.mx/5_2_Diccionarios.htm#six. [Último acceso: 15 08 2014].
- [27] S. Manivannan, «Introducción a Seis Sigma,» 2007. [En línea]. Available: http://mexico.pma.org/magazine/aug07/pdf/seis_sigma.pdf. [Último acceso: 26 12 2015].
- [28] R. T.-A. D. M.-J. José R. Aguilar-Otero*, «Análisis de modos de falla, efectos y criticidad (AMFEC) para la planeación del mantenimiento,» 2010. [En línea]. Available: http://web.imiq.org/attachments/345_15-26.pdf. [Último acceso: 15 08 2014].
- [29] S. Calderón Umaña y J. Ortega Vindas , «Guía para la Elaboración de Diagramas de flujo,» MIDEPLAN, Julio 2009. [En línea]. Available: <http://documentos.mideplan.go.cr/alfresco/d/d/workspace/SpacesStore/6a88ebe4-da9f-4b6a-b366-425dd6371a97/guia-elaboracion-diagramas-flujo-2009.pdf>. [Último acceso: 05 12 2015].
- [30] D. H. Besterfield, Control de calidad, Mexico: Pearson Educacion, 2009.
- [31] H. Hernandez y P. Reyes, «Fase de Definición de Six Sigma,» 11 2007. [En línea]. Available: https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&ved=0ahUKEwjw1umTi5bKAhUBbiYKHeZSAk4QFggsMAM&url=http%3A%2F%2Fwww.icim.com%2Ffiles%2FFASE_DEFINICION_BB.doc&usq=AFQjCNHg8skrNVJwD19yR1lLzUiamIRi6A&sig2=t6-orJ1s5Yxcp16WwDjieQ&cad=rja. [Último acceso: 01 2016].

- [32] I. Hvala, «Managing Quality in Direct Marketing Industry: A Case Study of Linea Directa Communications,» 09 2008. [En línea]. Available: <http://www.cek.ef.uni-lj.si/magister/hvala136-B.pdf>. [Último acceso: 21 12 2015].
- [33] I. Naranjo, «MODELO DE DECISIÓN MULTICRITERIO PARA EL CONTROL DE FALLAS DE PRODUCTOS TERMINADOS EN LA EMPRESA BLESSING FACTORY.,» 08 2014. [En línea]. Available: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/8113>. [Último acceso: 21 12 2015].
- [34] G. C, «AMEF,» Slideshare, 07 10 2013. [En línea]. Available: <http://es.slideshare.net/ilsegarcia/unidad-iii-amef>. [Último acceso: 08 01 2016].
- [35] H. Gutiérrez Pulido, «Control estadístico de calidad y seis sigma,» 07 2011. [En línea]. Available: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=AGRIUAN.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=015433>. [Último acceso: 15 08 2014].
- [36] «LEY ORGANICA DE DEFENSA DEL CONSUMIDOR,» Lexis, 13 10 2011. [En línea]. Available: <http://www.industrias.gob.ec/wp-content/uploads/2015/04/A2-LEY-ORGANICA-DE-DEFENSA-DEL-CONSUMIDOR.pdf>. [Último acceso: 04 01 2016].
- [37] «CODIGO ORGÁNICO DE LA PRODUCCIÓN, COMERCIO E INVERSIONES,» 29 12 2010. [En línea]. Available: <http://www.proecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2014/02/1-Codigo-Organico-de-la-Produccion-Comercio-e-Inversiones-pag-37.pdf>. [Último acceso: 06 01 2016].
- [38] A. Carrion Garcia y R. Maluenda, «Control estadístico de procesos,» [En línea]. Available: http://ariadne.cti.espol.edu.ec/sidweb36/sidweb_1/2088/100303/Spc3.pdf. [Último acceso: 25 01 2016].

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de observación del procesos de producción de carrocería Patricio Cepeda.

 CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA		
FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN		
Responsable: Marco Pilco		Fecha: 01/10/2015
Hoja: 1/3		
Objetivo: Analizar el proceso de producción de carrocerías		
LINEA DE TRABAJO	ACTIVIDAD/OPERACIÓN	HERRAMIENTAS/ MATERIALES
Recepción de chasis	<ul style="list-style-type: none"> *Registro de datos de chasis y requerimientos. *Generación de orden de producción. *Solicitud de materiales. *Preparación de Kits de materiales. 	<ul style="list-style-type: none"> * Metro. *Mesas de apoyo. *Normas INEN
Preparación de materiales	<ul style="list-style-type: none"> *Corte de material. *Dobles de material. *Elaboración de perfiles. *Elaboración de forros de cubierta. *Elaboración de Forros 	<ul style="list-style-type: none"> *Sierra eléctrica. *Maquina Dobladora *Martillo *Perfil estructural *Laminas metálicas *Maquina soldadora
Estructura	<ul style="list-style-type: none"> *Colocación de anclajes. *Suelda de plataforma. *Distribución de cerchas. *Colocación de perfiles de techo. *Colocación de perfiles de piso. *Colocación de perfiles de estribo. *Colocación de perfiles en cajuelas. *Colocación de perfiles de frente. *Colocación de perfiles en respaldo 	<ul style="list-style-type: none"> *Maquina soldadora *Martillo *Sujetadores *Metro *Sierra eléctrica *Nivel *Perfil estructural *Laminas metálicas
Forrado	<ul style="list-style-type: none"> *Forrado lateral. *Forrado en cajuelas. *Forrado en estribos *Forrado de techo *Enfibrado de frente *Enfibrado de respaldo *Colocación de madera en piso 	<ul style="list-style-type: none"> *Maquina soldadora *Martillo *Metro *Sierra eléctrica *Nivel *Sujetadores *Perfil estructural *Laminas metálicas
<p><u>OBSERVACIÓN:</u> Se detalla el proceso productivo para la elaboración de carrocerías con sus respectivas líneas de trabajo, cada operario colabora con la información que se le solicita</p>		
<hr style="width: 20%; margin: auto;"/> Firma Responsable		

FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Responsable: Marco Pilco

Fecha: 01/10/2015

Hoja: 2/3

Objetivo: Analizar el proceso de producción de carrocerías

LINEA DE TRABAJO	ACTIVIDAD/OPERACIÓN	HERRAMIENTAS/ MATERIALES
Complementos de suelda	<ul style="list-style-type: none"> *Elaboración de canastillas *Elaboración de compuertas *Elaboración de puertas *Elaboración de cabinas *Acople aire acondicionado *Colocación de aislamiento térmico. 	<ul style="list-style-type: none"> *Maquina soldadora *Martillo *Metro *Sierra eléctrica *Nivel *Sujetadores *Pulidora *Perfil estructural *Laminas metálicas
Preparado	<ul style="list-style-type: none"> *Retirar el exceso de soldadura *Colocar masilla *Pulir masilla *Lijar parte externa en carrocería *Limpiar y desengrasar carrocería *Aplicar fondo *Lijar fondo *Pegado de cauchos 	<ul style="list-style-type: none"> * Martillo *Espátula *Lija *Brocha *Pegamento *Compresor *Pistolas de pintura
Pintura	<ul style="list-style-type: none"> * Franjeado de pintura *Aplicación de Pintura *Aplicación de barniz 	<ul style="list-style-type: none"> *Compresor *Pistolas de pintura *Pintura *Barniz
Fibras	<ul style="list-style-type: none"> *Limpieza de exceso de poliuretano *Acople fibras *Ubicación fibra posterior *Ubicación fibras laterales *Ubicación de consola de techo *Instalación de tablero 	<ul style="list-style-type: none"> *Lija *Sujetadores *Taladro *Pernos *Cables *Tornillos y tuercas

OBSERVACIÓN: Se detalla el proceso productivo para la elaboración de carrocerías con sus respectivas líneas de trabajo, cada operario colabora con la información que se le solicita

Firma Responsable



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

FICHA DE OBSERVACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN

Responsable: Marco Pilco

Fecha: 01/10/2015

Hoja: 3/3

Objetivo: Analizar el proceso de producción de carrocerías

LÍNEA DE TRABAJO	ACTIVIDAD/OPERACIÓN	HERRAMIENTAS/ MATERIALES
Tapicería	<ul style="list-style-type: none"> *Limpieza de pisos *Tapizado de pisos *Tapizado de escalones *Tapizado de canastillas *Tapizado de tapas *Colocación de asientos *Ubicación de porta paquetes 	<ul style="list-style-type: none"> *Pegamento *Taladro *Brocha *Guaípe *Tornillos *Escoba
Vidrios	<ul style="list-style-type: none"> *Limpieza de tubería *Instalación de vidrios ventanas *Instalación de parabrisas 	<ul style="list-style-type: none"> *Guaípe *Sikaflex *Mesa de apoyo
Neumática	<ul style="list-style-type: none"> *Instalación de aire acondicionado *Instalación de puertas *Instalación de válvulas 	<ul style="list-style-type: none"> *Taladro *Tornillos *Compresor
Electricidad	<ul style="list-style-type: none"> *Instalación de luces canastilla *Instalación de cámaras *Instalación de radio, televisión *Instalación de faros *Instalación de luces laterales 	<ul style="list-style-type: none"> *Cables eléctricos *Cautín *Pinzas *Mesas de apoyo *Taladro

OBSERVACIÓN: Se detalla el proceso productivo para la elaboración de carrocerías con sus respectivas líneas de trabajo, cada operario colabora con la información que se le solicita

Firma Responsable

Anexo 2: Encuesta dirigida a los trabajadores de carrocería Patricio Cepeda.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E INDUSTRIAL

OBJETIVO: La presente encuesta tiene por objetivo conocer la situación actual de la calidad de la producción en Carrocerías Patricio Cepeda, motivo por el cual se le solicita información referente a los procesos de fabricación de carrocerías, para conocer las posibles causas que originan la aparición de defectos o fallas en la fabricación.

CUESTIONARIO

Por favor seleccione las opciones de respuesta que usted considere que más se apegan a la realidad, hágalo marcando con una X en el espacio asignado entre paréntesis para cada una, marque una sola opción por cada pregunta.

Antes de contestar lea detenidamente cada pregunta, escoja la respuesta y si se le solicita que complemente su respuesta, hágalo conforme lo indicado en cada una de las preguntas.

1. ¿Existen tareas defectuosas del proceso anterior?

Si ()

No ()

Nunca ()

Si su respuesta es afirmativa explique las tareas defectuosas que llegan a su puesto de trabajo.

.....
.....
.....

2. ¿Si usted recibe un proceso con defectos o errores, advierte inmediatamente al encargado de ese proceso para que lo corrija?

Si ()

No ()

A veces ()

3. Le han reclamado a usted por errores en el proceso de fabricación.

Si ()

No ()

A veces ()

Si su respuesta es afirmativa indique que persona le realiza el reclamo:

Operario () Ingeniero a cargo () Gerente ()

4. Los errores en los puestos de trabajo se pueden dar debido a:

Distracción ()

Falta de herramientas ()

Falta de capacitación ()

No hay buen ambiente de trabajo ()

5. ¿Con qué frecuencia se realizan reprocesos?

Siempre ()

A veces ()

Nunca ()

6. ¿Las máquinas y herramientas están en buenas condiciones y disponibles para ser utilizadas cuando son requeridas?

Siempre ()

A veces ()

Nunca ()

7. ¿Por cuál de los siguientes aspectos se le dan incentivos en su trabajo?

Calidad del producto ()

Volumen de producción ()

Optimización de la materia prima ()

Otro motivo ()

No se dan incentivos ()

8. ¿Dispone de órdenes de trabajo o instrucciones para la ejecución de sus tareas?

Si ()

No ()

A veces ()

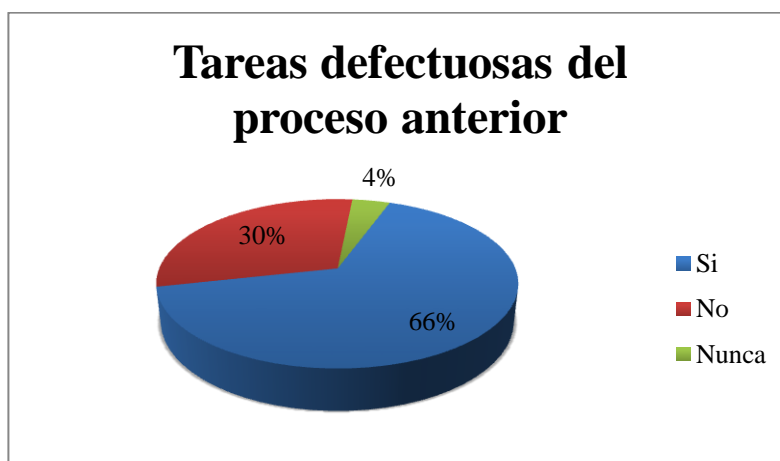
Nota: La información suministrada es para fines educativos y de aporte a la producción y calidad en Carrocerías Patricio Cepeda.

Gracias por su colaboración.

Anexo 3: Análisis de los datos recolectados de la encuesta realizada a los trabajadores de carrocería Patricio Cepeda.

1. ¿Existen tareas defectuosas del proceso anterior?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Si	33	66%
No	15	30%
Nunca	2	4%
Total	50	100%



Análisis:

Al consultar a los operarios sobre defectos que llegan a sus puestos de trabajo de procesos anteriores el 66% admite que sí, mientras que el 30% responde que no llegan con defectos, un porcentaje bajo de trabajadores contesta que nunca tienen ese problema. Al preguntar sobre los defectos las respuestas fueron las siguientes: los pisos se encuentran mal colocados, compuertas mal alineadas y descentradas, forros mal colocados, mal armado de estructura, hojas de control incorrectas, medidas incorrectas en la estructura, etc.

Se puede evidenciar que el producto al ser transferido desde una actividad a otra aparecen fallas lo cual es un factor negativo que genera actividades de reproceso y pérdida de tiempo, es necesario tomar medidas correctivas para poder disminuir el porcentaje de aparición de fallas.

2. ¿Si usted recibe un proceso con defectos o errores, advierte inmediatamente al encargado de ese proceso para que lo corrija?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Si	33	66%
No	10	20%
A veces	7	14%
Total	50	100%



Análisis;

El 66% de los operarios que se encuentran con errores de un proceso anterior da aviso para que se realice la respectiva corrección, mientras que un 20% omite dar aviso, y un 14% responde que a veces se alerta de los errores. Con estos resultados se puede evidenciar que los defectos en cada proceso son evidentes y al realizar correcciones se pierde tiempo y recursos,

3. Le han reclamado a usted por errores en el proceso de fabricación.

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Si	40	80%
No	5	10%
A veces	5	10%
Total	50	100%

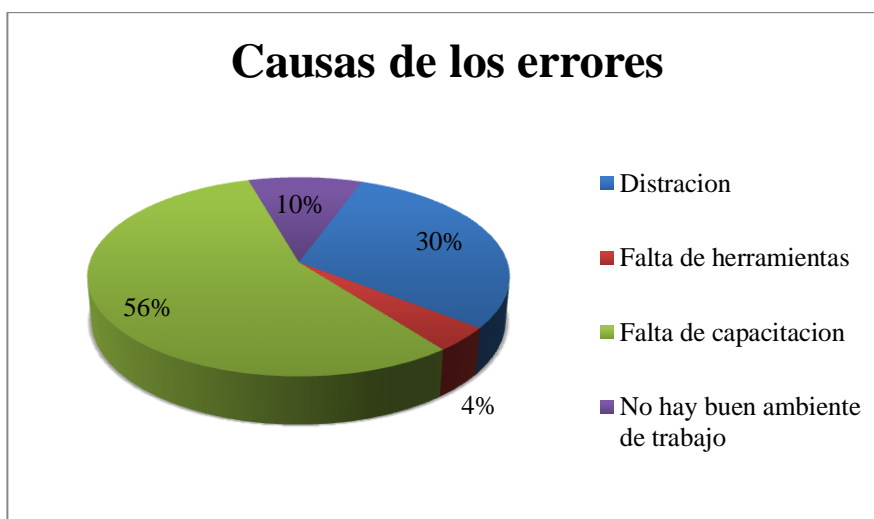


Análisis

El 80% de los trabajadores han recibido un llamado de atención por defectos causados en las actividades que realizan, mientras que un porcentaje bajo manifiesta que no han tenido quejas. Los llamados de atención en mayor parte las realiza el ingeniero que está a cargo de la carrocería, seguido por los operarios de cada estación de trabajo. Un alto porcentaje de operarios han tenido reclamos por los errores en las actividades que han realizado, este es un factor determinante que induce a realizar correcciones.

4. Los errores en los puestos de trabajo se pueden dar debido a:

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Distracción	15	30%
Falta de herramientas	2	4%
Falta de capacitación	28	56%
No hay buen ambiente de trabajo	5	10%
Total	50	100%



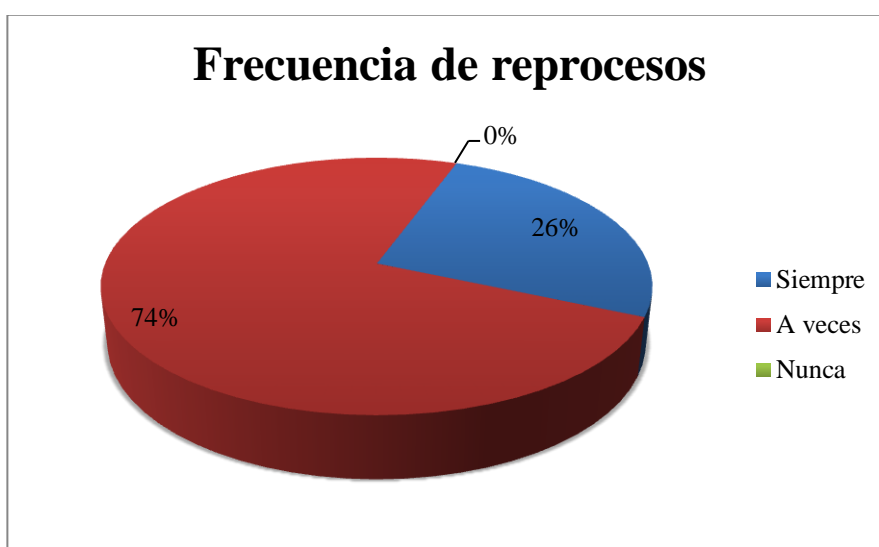
Análisis:

El 56% de operarios manifiesta que la causa de los errores se da por falta de capacitación en los puestos de trabajo, mientras que el 30% responde que es por distracción y un 10% contesta que no existe un buen ambiente de trabajo.

Como se puede evidenciar la falta de capacitación es un motivo por el cual se generan fallas en los procesos, lo cual indica que se deben tomar acciones para corregir los errores generados en cada proceso. Otro factor importante es la distracción de los trabajadores por lo que se debe tener una adecuada supervisión en el desenvolvimiento de sus actividades.

5. ¿Con qué frecuencia se realizan reprocesos?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Siempre	13	26%
A veces	37	74%
Nunca	0	0%
Total	50	100%



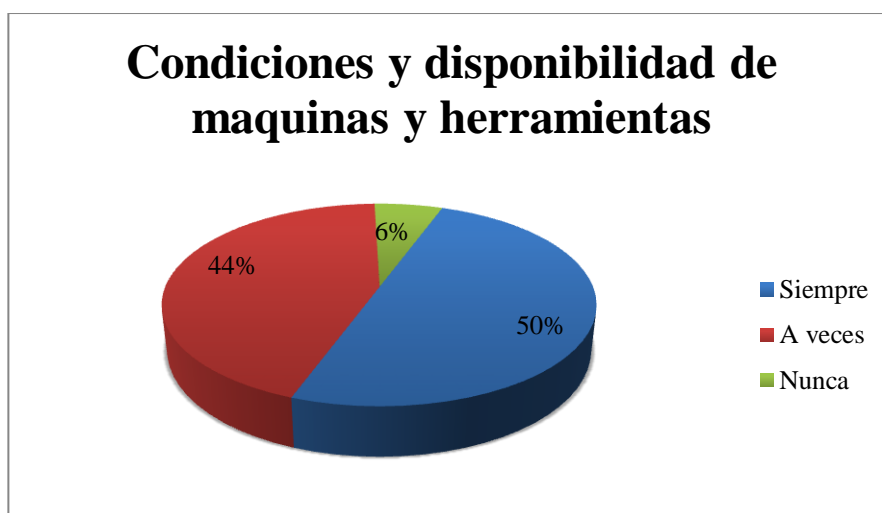
Análisis:

El 26% de los encuestados responde que siempre, mientras que el 74% manifiesta que a veces se hacen reprocesos y un cero por ciento responde que nunca.

Se puede evidenciar que se realiza reprocesos con cierta frecuencia, motivo por el cual es necesario aplicar medidas correctivas para disminuir la aparición de fallas.

6. ¿Las máquinas y herramientas están en buenas condiciones y disponibles para ser utilizadas cuando son requeridas?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Siempre	25	50%
A veces	22	44%
Nunca	3	6%
Total	50	100%

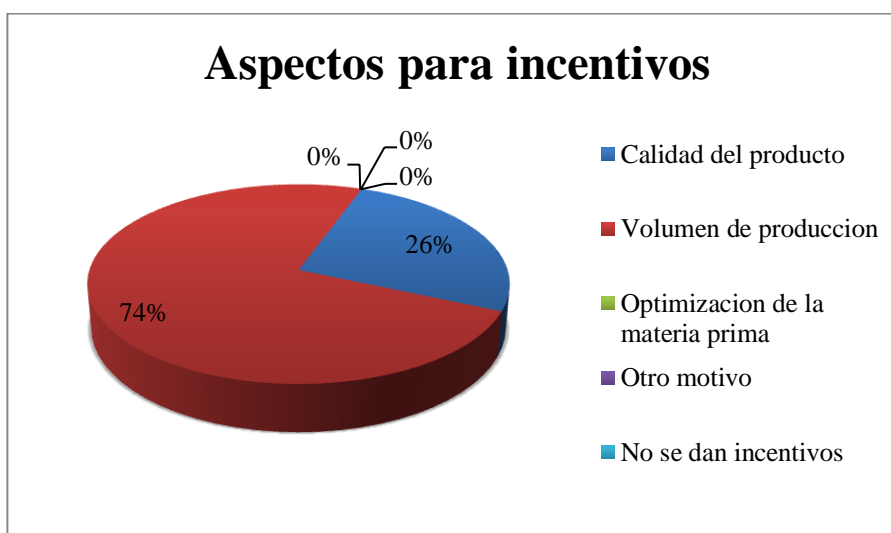


El 50% de operarios manifiesta que la maquinaria y herramientas siempre se encuentran en buenas condiciones y disponibles para el trabajo, mientras que el 44% expresa que a veces, y un porcentaje bajo responde que nunca.

Un alto porcentaje de operarios dispone de las maquinarias y herramientas para realizar sus tareas, gracias a la gerencia se ha dotado adecuadamente de los recursos para cada proceso.

7. ¿Por cuál de los siguientes aspectos se le dan incentivos en su trabajo?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Calidad del producto	13	26%
Volumen de producción	37	74%
Optimización de la materia prima	0	0%
Otro motivo	0	0%
No se dan incentivos	0	0%
Total	50	100%



Análisis:

Al indagar sobre incentivos en el trabajo se puede observar que el 26% se basa en la calidad del producto, mientras que el 74% manifiesta que es en base al volumen de producción, manteniendo las demás opciones en un cero por ciento.

Se puede observar que la empresa se enfoca más en el volumen de producción y no en la calidad del producto, esto es un factor negativo que amerita correcciones.

8. ¿Dispone de órdenes de trabajo o instrucciones para la ejecución de sus tareas?

OPCIÓN	FRECUENCIA ABSOLUTA	FRECUENCIA RELATIVA
Si	45	90%
No	2	4%
A veces	3	6%
Total	50	100%



Análisis:

El 90% manifiesta que si tienen órdenes de trabajo, mientras que un 6% expresa que a veces, y un porcentaje del 4% opina que no tiene ordenes de trabajo.

Como se puede observar en la figura existe un porcentaje alto que indica que en cada proceso se realizan actividades con órdenes de trabajo, lo cual organiza de una manera adecuada las actividades.

Anexo 4. Respuestas de la entrevista realizada al gerente de carrocería Patricio Cepeda

**1. ¿Ha recibido quejas por parte de los clientes sobre fallas en sus productos?
¿Cuáles?**

Si se ha recibido, cuando la carrocería ha salido de las instalaciones los clientes regresan con problemas que han aparecido en el producto como filtraciones de agua, fallas en el piso por levantamiento del triplex, puertas descentradas, estas fallas son las más comunes.

2. ¿Se ha implementado alguna herramienta o sistema de gestión de la calidad?

Si se ha implementado, actualmente tenemos la ISO 9001-2008 y el sistema 5S.

3. ¿Cuál o cuáles áreas generan mayor problema a la hora de la fabricación de carrocerías?

Las áreas que más generan problemas es estructura, forrado y terminado del producto.

4. ¿La empresa ha implementado un sistema de control de fallas?

Si se ha implementado, actualmente se tiene un checklist donde se detalla las fallas más comunes que se dan en el proceso de producción.

5. ¿En qué puntos del proceso se realizan inspecciones de calidad?

Actualmente se realiza inspecciones en dos puntos: en el área de estructura y en el área de terminados utilizando el checklist, la mayor parte de las inspecciones se los hace en forma visual y si es necesario se toman medidas siempre basándose en el plano de la carrocería y en la Norma RTE INEN 043.

6. ¿Conoce alguna metodología de calidad para el control de fallas?

Si, actualmente hacemos dos pruebas en dos áreas específicas: pruebas de adherencia en el proceso de pintura y tintas penetrantes en el área de estructura, esta última prueba indica si existe o no defectos en la soldadura y se la realiza una cada cinco carrocerías ya que es un proceso que conlleva mucho tiempo.

7. ¿En su empresa están bien definidas las funciones del personal de acuerdo a un organigrama estructural y conocen las responsabilidades de cada puesto de trabajo?

Sí, tenemos un organigrama en el cual se definen los puestos de trabajo y también a cada trabajador se le indica las responsabilidades que deben tener en cada puesto de trabajo.

8. ¿Existen programas de capacitación interna para los trabajadores respecto a la calidad?

Si, se realiza una inducción a los trabajadores, se ha creado competencias a partir del cargo que tiene el operario y además se tiene una rotación de puestos de trabajo


9. ¿Usted ha establecido una comparación de carácter técnica de la calidad de sus productos con los que ofrece la competencia?

No se ha realizado esta comparación debido a la falta de personal y tiempo, estas actividades requieren de tiempo el cual no lo tenemos y además no es un requisito.

10 ¿Las entregas de los pedidos se hacen a tiempo?

Si se entregan a tiempo, todas las unidades las hemos entregado a tiempo, en el contrato se especifica el tiempo de entrega.

Anexo 5: Fichas de identificación de fallas en los procesos de producción de la empresa

 CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA			
FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS			
Ficha N: 01	# Lote: S/N	Cantidad: 12 carrocerías	
Responsable: Marco Pilco	Fecha: 30/11/2015	Hoja: 1/2	
Objetivo: Identificar fallas en el proceso de producción de carrocerías			
PARTE DE LA CARROCERIA	OPERACIÓN	FALLAS	
EXTRUCTURA	Anclajes(patas)	Perforaciones	Daño de anclajes
		Soldadura	Líneas de suelda discontinuas
	Pisos	Colocación de triplex	Mal pegado
	Compuertas	Colocación de amortiguadores	Desalineadas
		Colocación de bisagras	Desalineadas
		Colocación de compuertas	Descuadrado
		Colocación de compuertas	Planchas hundidas
		Soldadura	Líneas de suelda discontinuas
		Alineación entre compuertas	Desalineadas
	Techo	Colocación de chapas	Centrado erróneo
		Alineación de perfiles	Mal alineado
	Frente	Soldadura	Líneas de suelda discontinuas
		Colocación de perfiles	Error en dimensiones
	Respaldo	Soldadura	Líneas de suelda discontinuas
	Forrado	Soldadura	Líneas de suelda discontinuas
OBSERVACIÓN: Se captura todas las fallas mediante imágenes, se analiza 12 carrocerías.			
_____ Firma responsable			



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DE FALLAS

Ficha N: 02	# Lote: S/N	Cantidad: 12 carrocerías
Responsable: Marco Pilco	Fecha: 30/11/2015	Hoja: 2/2
Objetivo: Identificar fallas en el proceso de producción de carrocerías		

PARTE DE LA CARROCERIA		OPERACIÓN	FALLAS
ACABADOS	Cabina de chofer y pasajeros	Instalación del ducto para el paso de aire acondicionado a la cabina del chofer	Mal sellado
		Colocación de asiento del chofer	Mal centrado
		Colocación de fibras interiores	Mal sellado
	Faros laterales	Colocación de luces laterales	Mal sellado
	Frente	Colocación de fibras	Exceso de espacios entre fibras
	Respaldo	Colocación de faros	Mal sellado
		Colocación de fibras	Mal sellado
	Cajuelas y compuertas	Colocación de empaques	Mal colocado
	Neumática	Conexiones de aire	Fugas en mangueras
	Eléctrica	Colocación de luces individuales en canastillas	Luces no encienden
		Colocación de luces en bodega	Luces desniveladas
		Colocación de luces en números de asiento	Luces no encienden
	Pintura	Pintado de cajuelas	Mal pintado
		Pintado en general	Desprendimiento de pintura

OBSERVACIÓN Se captura todas las fallas mediante imágenes, se analiza 12 carrocerías.

Firma responsable

Anexo 6. Hoja de recolección de cantidad de fallas por carrocería



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

CANTIDAD DE FALLAS POR CARROCERÍA

Ficha N: 01

Lote: S/N

Cantidad: 12 carrocerías

Responsable: Marco Pilco

Fecha: 30/11/2015

Hoja: 1/1

PARTE DE LA CARROCERÍA	ESTRUCTURA														ACABADOS											TOTAL					
	Anclajes (patas)		Pisos	Compuertas						Techo	Frente	Respaldo	Forrado	Cabina de chofer y pasajeros	Faros laterales	Frente	Respaldo	Compuertas	Neumática	Eléctrica			Pintura								
FALLAS	Daño de anclajes	Líneas de suelda discontinuas	Mal pegado de pisos	Amortiguadores desalineados	Bisagras desalineadas	Compuertas descuadradas	Compuertas hundidas	Líneas de suelda discontinuas	Mal alineación entre compuertas	Mal centrado de chapas	Perfiles mal alineados	Líneas de suelda discontinuas	Error de dimensiones	Líneas de suelda discontinuas	Líneas de suelda discontinuas	Líneas de suelda discontinuas	Ducto mal sellado	Asiento de chofer mal centrado	Fibras mal selladas	Mal sellados	Exceso de espacios entre fibras	Faros mal sellados	Fibras mal selladas	Empaques mal colocados	Fugas de aire en tuberías	Luces de canastilla no encienden	Luces de bodegas desniveladas	Luces de números de asiento no encienden	Mal pintado de cañuelas	Desprendimiento de pintura	
# CARROCERÍA																															
1				3	10	1		4		3			1		10			2	2	2		1		3		4			2	1	49
2						1					2					1	1					1		2	1	2	2	2		1	16
3			2					4	4	8		6	2					1		1		1					1			2	32
4	13			1		1	1	6	1				1	3				2		2	2			4							37
5	13															1			1	1				1		2	1				20
6				3					2	4	1		3					2				2		2							19
7		7											12	8				1						2							30
8		3		2		3		3				2				1							2								16
9				2		2	1	5	2				4					1		3	2			2					4		28
10			1	3		3			2		2							3													14
11	5	2			3			4		4			3																2		23
12				2		2		4	2										2												13
TOTAL	31	12	3	16	13	12	3	30	13	19	5	8	3	23	11	10	3	1	14	3	9	7	2	18	2	8	4	2	6	6	297

Observaciones:

Firma responsable

Anexo 7. Tabla de valores de sigma

Sigma	DPMO	YIELD	Sigma	DPMO	YIELD
6	3.4	99.99966%	2.9	80,757	91.9%
5.9	5.4	99.99946%	2.8	96,801	90.3%
5.8	8.5	99.99915%	2.7	115,070	88.5%
5.7	13	99.99866%	2.6	135,666	86.4%
5.6	21	99.9979%	2.5	158,655	84.1%
5.5	32	99.9968%	2.4	184,060	81.6%
5.4	48	99.9952%	2.3	211,855	78.8%
5.3	72	99.9928%	2.2	241,964	75.8%
5.2	108	99.9892%	2.1	274,253	72.6%
5.1	159	99.984%	2	308,538	69.1%
5	233	99.977%	1.9	344,578	65.5%
4.9	337	99.966%	1.8	382,089	61.8%
4.8	483	99.952%	1.7	420,740	57.9%
4.7	687	99.931%	1.6	460,172	54.0%
4.6	968	99.90%	1.5	500,000	50.0%
4.5	1,350	99.87%	1.4	539,828	46.0%
4.4	1,866	99.81%	1.3	579,260	42.1%
4.3	2,555	99.74%	1.2	617,911	38.2%
4.2	3,467	99.65%	1.1	655,422	34.5%
4.1	4,661	99.53%	1	691,462	30.9%
4	6,210	99.38%	0.9	725,747	27.4%
3.9	8,198	99.18%	0.8	758,036	24.2%
3.8	10,724	98.9%	0.7	788,145	21.2%
3.7	13,903	98.6%	0.6	815,940	18.4%
3.6	17,864	98.2%	0.5	841,345	15.9%
3.5	22,750	97.7%	0.4	864,334	13.6%
3.4	28,716	97.1%	0.3	884,930	11.5%
3.3	35,930	96.4%	0.2	903,199	9.7%
3.2	44,565	95.5%	0.1	919,243	8.1%
3.1	54,799	94.5%			
3	66,807	93.3%			

Anexo 8. Tablas del grado de severidad, ocurrencia y detección utilizado para formar la matriz AMEF.

CLASIF.	GRADO DE SEVERIDAD
1	El cliente no notará el efecto adverso o le es insignificante
2	El cliente probablemente experimentará una ligera molestia
3	El cliente se sentirá molesto debido a una ligera degradación del desempeño
4	Insatisfacción del cliente debido a un desempeño deficiente
5	Se incomoda al cliente o su productividad se reduce por la continua degradación del efecto
6	Reparación por garantía o queja importante por manufactura o ensamble
7	Un alto grado de insatisfacción debido a la falla de un componente sin pérdida total de funcionamiento. Productividad afectada por altos niveles de desperdicio o de retrabajo
8	Un grado de insatisfacción bastante alto debido a la pérdida de funcionamiento sin una repercusión negativa en las reglamentaciones gubernamentales o de seguridad
9	Se pone en peligro al cliente debido al efecto adverso en el desempeño del sistema de seguridad con advertencia antes de la falla o violación a las reglamentaciones gubernamentales
10	Se pone en peligro al cliente debido al efecto adverso en el desempeño del sistema de seguridad sin advertencia antes de la falla o violación a las reglamentaciones gubernamentales

CLASIF	PROBABILIDAD DE INCIDENCIA
1	La posibilidad de incidencia es remota.
2	Un bajo índice de falla con documentación de apoyo.
3	Un bajo índice de falla sin documentación de apoyo.
4	Fallas ocasionales.
5	Un índice de falla relativamente moderado con documentación de apoyo.
6	Un índice de falla moderado sin documentación de apoyo.
7	Un índice de falla relativamente alto con documentación de apoyo.
8	Un alto índice de falla sin documentación de apoyo.
9	La falla es casi segura con base a la información de garantías o a pruebas significativas.
10	Seguridad de falla con base a la información de garantías o a pruebas significativas.

CLASIF	HABILIDAD PARA DETECTAR
1	Certeza de que la falla será detectada o prevenida antes de llegar siguiente cliente.
2	Casi seguro de que la falla será detectada o prevenida antes de llegar al siguiente cliente.
3	Poca probabilidad de que la falla llegue al siguiente cliente sin ser detectada.
4	Los controles pueden detectar o prevenir que la posible falla llegue al siguiente cliente.
5	Posibilidad moderada de que la posible falla llegue al siguiente cliente.
6	Probabilidad de que la falla será detectada o prevenida antes de llegar al falla llegue al siguiente cliente.
7	Los controles no tienen la probabilidad de detectar o prevenir que la posible falla llegue al siguiente cliente.
8	Probabilidad casi nula de que la falla será detectada o prevenida antes de llegar al siguiente cliente.
9	Los controles actuales probablemente ni siquiera detectarán la posible falla.
10	Certeza absoluta de que los controles actuales no detectarán la posible falla..

Anexo 9. Encuesta dirigida a los clientes internos (operarios) de carrocería Patricio Cepeda.



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS CLIENTES INTERNOS

Objetivo:

La presente encuesta tiene como objetivo recolectar información acerca de la calidad de la producción y el nivel de cumplimiento de los requisitos de los operarios con respecto a las actividades que reciben de los procesos anteriores, dicha información será utilizada por el Supervisor de Calidad y por la Gerencia de la empresa para la toma de decisiones en beneficio del bienestar común de la empresa y de sus trabajadores.

DATOS DEL ENCUESTADO

Fecha:.....
Nombres y Apellidos:.....
Edad:.....
Área de producción:.....

CUESTIONARIO

En cada una de las preguntas planteadas usted debe asignar una calificación que va **desde cero 0 hasta diez 10**, entendiendo que **cero** representa la **peor calificación posible** mientras que **diez** implica una **valoración ideal**, teniendo valore intermedios según el grado de proximidad a las calificaciones extremas señaladas. Encierre en un círculo la calificación que usted cree que corresponde a la realidad de lo que sucede en el día a día de la producción.

1. Tomando en cuenta que es importante recibir el producto del proceso anterior sin defectos, ¿Cómo califica el trabajo de los operarios que lo anteceden?

Sin defectos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. ¿Cómo califica usted el tiempo en el que recibe los productos del proceso anterior?

Entrega a tiempo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3. ¿El producto que recibe del proceso anterior llega completo?

Entrega completa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

4. ¿Tiene usted el adecuado asesoramiento en su puesto de trabajo?

Asesoramiento	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
----------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

5. ¿Cómo calificaría el nivel de calidad del producto que usted recibe?

Nivel de calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 10. Encuesta dirigida a los clientes externos (clientes finales) de carrocería Patricio Cepeda



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

ENCUESTA DIRIGIDA A LOS CLIENTES EXTERNOS

Objetivo:

La presente encuesta tiene como objetivo recolectar información acerca de la calidad de la producción y el nivel de cumplimiento de los requisitos de los clientes con respecto al producto que reciben, dicha información será utilizada por el Supervisor de Calidad y por la Gerencia de la empresa para la toma de decisiones en beneficio del bienestar común de la empresa y de sus clientes.

DATOS DEL ENCUESTADO

Fecha:.....
Nombres y Apellidos:.....
Edad:.....
Tipo de carrocería:.....

CUESTIONARIO

En cada una de las preguntas planteadas usted debe asignar una calificación que va **desde cero 0 hasta diez 10**, entendiendo que **cero** representa la **peor calificación posible** mientras que **diez** implica una **valoración ideal**, teniendo valore intermedios según el grado de proximidad a las calificaciones extremas señaladas. Encierre en un círculo la calificación que usted cree que conveniente.

1. Carrocería Patricio Cepeda tiene como objetivo brindar productos sin defectos de fabricación, de acuerdo a su criterio, ¿Cómo califica el nivel de cumplimiento de este objetivo?

Sin defectos	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. Tomando en cuenta que es fundamental recibir el producto a tiempo, ¿Cómo califica usted el tiempo de entrega del producto?

Entrega a tiempo	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3. ¿El producto que usted recibe de Carrocería Patricio Cepeda le llega completo?

Entrega completa	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

4. Un aspecto importante que tiene el producto de Carrocería Patricio Cepeda es la garantía, ¿Cómo califica el nivel de garantía que tiene los productos?

Garantía	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-----------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

5. ¿Cómo calificaría en general el nivel de la calidad del producto que recibe de Carrocería Patricio Cepeda?

Nivel de calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
-------------------------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 11 .Hojas de inspección de calidad

 CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA				CÓDIGO: CC-HIC-01		
HOJA DE INSPECCIÓN DE CALIDAD						
MODELO DE CARROCERÍA:			COOPERATIVA:			
ORDEN DE PRODUCCIÓN:			UBICACIÓN: GALPÓN DE SUELDA			
RESPONSABLE:			FECHA:		HOJA:1/5	
Actividad a inspeccionar		OK	No OK	FALLA ENCONTRADA	# FALLAS	OBSERVACIÓN
Armado patas	Nivel chasis					
	Perforaciones					
	Dimensiones					
	Soldadura					
	Limpieza					
	Colocación de patas					
Piso	Dimensiones					
	Soldadura					
	Limpieza					
	Alineación de tablas					
	Pegado de tablas					
Estructura	Tubo a escuadra puerta					
	Nivelación de cerchas					
	Distancia entre cerchas					
	Soldadura					
	Limpieza					
	Dimensiones cajuelas					
	Alineación tubo ventana					
	Alineación G ventana					
Compuertas	Alineación amortiguadores					
	Limpieza					
	Soldadura					
	Descuadrada					
	Acabado					
	Mecanismo chapas					
	Homogeneidad bisagras					
	Pegado sika					
	Topes					
	Amortiguadores chapas					
	Plancha hundida					

HOJAS DE INSPECCIÓN DE CALIDAD
MODELO DE CARROCERÍA: _____ **COOPERATIVA:** _____

ORDEN DE PRODUCCIÓN: _____ **UBICACIÓN:** GALPÓN DE SUELDA

RESPONSABLE: _____ **FECHA:** _____ **HOJA:** 2/5

Actividad a inspeccionar		OK	No OK	FALLA ENCONTRADA	# FALLAS	OBSERVACIÓN
Techo	Alineación de perfiles					
	Soldadura					
	limpieza					
	Dimensiones claraboyas					
	Dimensiones A/A					
Cajuelas	Dimensiones					
	Planchas levantadas					
	Atornillado					
	Pulido forro con el tubo					
Frente	Dimensiones					
	Soldadura					
	Limpieza					
	Superficies en contacto fibra					
	Sujeción fibra					
Respaldo	Dimensiones					
	Soldadura					
	Limpieza					
	Superficies en contacto fibra					
	Sujeción fibra					
Estribo	Dimensiones					
	Soldadura					
	Acabado					
Forrado	Pulido cordones					
	Pulido puntos de puntales					
	Planchas limadas					
	Correcta colocación primer					
Calefateado	Frente					
	Respaldo					
	Piso					



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

CODIGO:
CC-HIC-01

HOJA DE INSPECCIÓN DE CALIDAD

MODELO DE CARROCERÍA:				COOPERATIVA:		
ORDEN DE PRODUCCIÓN:				UBICACIÓN: GALPÓN DE ACABADOS		
RESPONSABLE:				FECHA:		HOJA:3/5
Actividad a inspeccionar	OK	No OK	FALLA ENCONTRADA	# FALLAS	OBSERVACIÓN	
Pintura	Masillado					
	Lijado					
	Limpieza					
	Fondeado					
	Pintura apariencia					
Canastilla	Fondeado					
	Tapizado pegado					
	Tapizado atornillado					
	Colocación botones					
	Colocación luces					
	Colocación rejillas					
	Fibras sujetadas					
	Aluminio sujetado					
Fibras interiores bajo vidrio	Sujetado					
	Tapizado					
Tablero	Masillado					
	Acabado					
	Perforación de botones					
Fibra superior cabina	Masillado					
	Acabado					
	Colocación perillas					
Fibra techo	Colocación de focos					
	Sujeción de fotos					
Fibra techo laterales	Pintura					
	Sujeción de fibras					

**CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA****CÓDIGO:**
CC-HIC-01**HOJA DE INSPECCIÓN DE CALIDAD**

MODELO DE CARROCERÍA:	COOPERATIVA:
ORDEN DE PRODUCCIÓN:	UBICACIÓN: GALPÓN DE TERMINADOS
RESPONSABLE:	FECHA:
	HOJA:4/5

Actividad a inspeccionar		OK	No OK	FALLA ENCONTRADA	# FALLAS	OBSERVACIÓN
Cajuelas	Fondeado					
	Pintado					
	Pintado compuertas					
	Bien empacado					
	Bien sellado con sika					
Vidrios	Limpieza antes de colocar					
	Correcta colocación					
	Sellado					
	Apariencia sellado					
Piso	Moqueta bien pegada					
	Moqueta bien templada					
Claraboya	Remachado					
Estribo	Pegado moqueta					
	Sujeción filo aluminio					
	Alineación grada retráctil					
	Correcto funcionamiento grada					
Fibra tubo ventana	Pintado					
	Correcta colocación					
	Sellado sika					
	Manchado					
Asientos	Separación correcta					
	Perforación bien hechas					
	Correcta sujeción					
	Dimensiones esponja					
	Funcionamiento correcto					



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

CODIGO:
CC-HIC-01

HOJA DE INSPECCIÓN DE CALIDAD


MODELO DE CARROCERÍA: _____ **COOPERATIVA:** _____

ORDEN DE PRODUCCIÓN: _____ **UBICACIÓN:** GALPÓN DE TERMINADOS

RESPONSABLE: _____ **FECHA:** _____ **HOJA:** 5/5

Actividad a inspeccionar		OK	No OK	FALLA ENCONTRADA	# FALLAS	OBSERVACIÓN
Puerta Principal	Empacado					
	Sujeción de booster					
	Alineada					
Parlantes	Sujeción					
Parabrisas	Limpieza					
	Centrado					
	Sellado					
Fibra respaldo interior	Masillado					
	Lijado					
	Correcta sujeción					
	Pintura					
Luces	Selladas					
	Sujeción					
Tubos de sujeción pasajeros	Alineados					
	Verticales					
	Bien sujetos					
Frente	Mascarilla centrada					
	Faro bien sujeto					
	Faro sellado					
	Plumas bien colocadas					
	Fallas en pintura					
Respaldo	Pintado cajuela					
	Bien empacado					
	Faros bien sujetos					
	Faros bien sellados					

Anexo 12. Hojas de control de producción de carrocería Patricio Cepeda

 CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA						CÓDIGO: RG-PP-02	
CONTROL DE PRODUCCIÓN							
MODELO DE CARROCERÍA:			COOPERATIVA:			ORDEN DE PRODUCCIÓN:	
FECHA DE INICIO DE PRODUCCIÓN:			JEFE DE PRODUCCIÓN:				HOJA : 1/4
PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA		UBICACIÓN	OBSERVACIONES	% DE PRODUCCIÓN
			INICIO	FINAL			
1 RECEPCIÓN DE CHASIS	Registro de datos de chasis y requerimientos del Cliente						5%
	Generación de orden de producción solicitud materiales						
	Preparación de kit de materiales						
2 ESTRUCTURA	Colocación de anclajes						20%
	Suelda de plataforma						
	Distribución de cerchas						
	Colocación de perfiles de techo						
	Colocación de perfiles de piso						
	Colocación de perfiles de estribos						
	Colocación de perfiles en cajuelas						
	Colocación de perfiles en respaldo						
3 FORRADO	Forrado lateral						10%
	Forrado en cajuelas						
	Forrado de estribos						
	Forrado de techo						
	Enfibrado de frente						
	Enfibrado de respaldo						
	Colocación de madera en piso						



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

CÓDIGO:
RG-PP-02

CONTROL DE PRODUCCIÓN

MODELO DE CARROCERIA:		COOPERATIVA:			ORDEN DE PRODUCCIÓN:		
FECHA DE INICIO DE PRODUCCION:		JEFE DE PRODUCCION:				HOJA : 2/4	
PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA		UBICACIÓN	OBSERVACIONES	% DE PRODUCCIÓN
			INICIO	FINAL			
4 COMPLEMENTOS SUELDA	Elaboración de canastillas						10%
	Elaboración de compuertas						
	Elaboración de puertas						
	Cabinas						
	Acople aire acondicionado						
	Aislamiento térmicos						
	Inspección de procesos en galpón 1						
5 PREPARADO	Retirar el exceso de soldadura						10%
	Colocar masilla						
	Pulir masilla						
	Lijar parte externa en carrocería						
	Limpia y desengrasar carrocería						
	Aplicar fondo						
	Lijar fondo						
	Pegado de cauchos						
6 PINTURA	Franjeado de pintura						10%
	Aplicación de pintura						
	Aplicación de pintura						



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

CÓDIGO:
RG-PP-02

CONTROL DE PRODUCCION

MODELO DE CARROCERIA: _____ **COOPERATIVA:** _____ **ORDEN DE PRODUCCION:** _____

FECHA DE INICIO DE PRODUCCION: _____ **JEFE DE PRODUCCION:** _____ **HOJA : 3/4**

PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA		UBICACION	OBSERVACIONES	% DE PRODUCCIÓN
			INICIO	FINAL			
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">7</div> ACABADOS	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">7.a</div> FIBRAS	Limpeza de exceso de poliuretano					5%
		Acople fibras					
		Ubicación fibra posterior					
		Ubicación fibras laterales					
		Ubicación de consola de techo					
		Instalación de tablero					
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">7.b</div> TAPICERIA	Limpeza de pisos					10%
		Tapizado de piso					
		Tapizado de escalones					
		Tapizado de canastillas					
		Tapizado de tapas					
		Colocación de asientos					
		Ubicación de porta paquetes					
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">7.c</div> VIDRIOS	Limpeza de tubería					5%
		Instalación de vidrios ventanas					
Instalación de parabrisas							



CARROCERÍA PATRICIO CEPEDA

CÓDIGO:
RG-PP-02

CONTROL DE PRODUCCION

MODELO DE CARROCERIA:		COOPERATIVA:			ORDEN DE PRODUCCION:		
FECHA DE INICIO DE PRODUCCION:		JEFE DE PRODUCCION:				HOJA : 4/4	
PROCESO	ACTIVIDADES	RESPONSABLE	FECHA		UBICACION	OBSERVACIONES	% DE PRODUCCION
			INICIO	FINAL			
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">7</div> ACABADOS	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">7.d</div> NEUMATICA	Instalación de aire acondicionado					5%
		Instalación de puertas					
		Instalación de válvulas					
	<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">7.e</div> ELECTRICIDAD	Instalación de luces de canastillas					5%
		Instalación de cámaras					
		Instalación de radio televisión					
		Instalación de faros					
<div style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; width: 30px; height: 30px; display: flex; align-items: center; justify-content: center; margin: 0 auto;">8</div> FORRADO	Inspección final					5%	
	Entrega del vehículo						
TOTAL=							100%