



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**METODOLOGÍA DMAIC SIX SIGMA PARA EL CONTROL DE LA
CALIDAD DEL CALZADO DE SEGURIDAD EN LA EMPRESA CALZADO
SINELL**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Seguridad, calidad y ambiente

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Jefferson Ariel Condo Llerena

TUTOR: Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

Ambato - Ecuador

agosto – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: METODOLOGÍA DMAIC SIX SIGMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL CALZADO DE SEGURIDAD EN LA EMPRESA CALZADO SINELL, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Jefferson Ariel Condo Llerena, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 6.3 del reglamento referido.

Ambato, agosto 2023.

Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de investigación titulado: METODOLOGÍA DMAIC SIX SIGMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL CALZADO DE SEGURIDAD EN LA EMPRESA CALZADO SINELL, es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2023.



Jefferson Ariel Condo Llerena

C.C. 1850254713

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga uso de este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto 2023.



Jefferson Ariel Condo Llerena

C.C. 1850254713

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Jefferson Ariel Condo Llerena, estudiante de la Carrera de e Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado **METODOLOGÍA DMAIC SIX SIGMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL CALZADO DE SEGURIDAD EN LA EMPRESA CALZADO SINELL**, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2023.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Tigre Ortega Mg
PROFESOR CALIFICADOR

Dr. Ángel Mauricio Carranza Garcés
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres que con todo su inmenso amor, esfuerzo y perseverancia me han para alcanzar esta meta tan importante en mi vida.

A mis hermanas por todo su cariño, sus consejos y enseñanzas sin las cuales me habría sido imposible llegar a este momento.

Jefferson Ariel Condo Llerena

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento a Dios por darme las habilidades y sabiduría para llegar a este momento.

A mis padres por todo su esfuerzo que día tras día fue la principal fuente de motivación para ser mejor día tras día.

A todos mis amigos y docentes de la facultad por todas las experiencias inolvidables y muy valiosas que permitieron formarme como profesional, pero en especial que me ayudaron a crecer como persona.

Y un eterno agradecimiento al Ing. Luis Morales por su apoyo y guía brindada durante el desarrollo de este proyecto.

Jefferson Ariel Condo Llerena

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	5
Calidad.....	5
Satisfacción del cliente	6
Gestión de la calidad.....	6

Control de calidad.....	6
Six Sigma.....	6
Fase de definir.....	7
Fase de medir.....	8
Fase de analizar.....	10
Fase de mejorar.....	10
Fase de control.....	11
Estudio de reproducibilidad y repetibilidad R&R para atributos.....	11
Cálculo de desacuerdos posibles.....	11
Cálculo del nivel de desacuerdo.....	12
Cálculo de Reproducibilidad.....	12
Carta tipo p.....	13
Cálculo de límites de control.....	13
Cálculo de nivel sigma.....	14
Cálculo del rendimiento del proceso (Y).....	14
Cálculo del nivel sigma (Z_c).....	15
Índice de inestabilidad, S_t	15
1.4 Objetivos.....	16
1.4.1 Objetivo general.....	16
1.4.2 Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	17

2.1 Materiales	17
2.2 Métodos	18
2.2.1 Modalidad de la investigación	18
2.2.2 Población y muestra.....	19
2.2.3 Recolección de la información	20
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos.....	22
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1 Análisis y discusión de los resultados	23
Descripción de la empresa	23
Productos ofertados.....	24
Descripción del proceso de fabricación de calzado	27
Interpretación de la encuesta y entrevista	42
Aplicación de la metodología DMAIC	45
Fase de Definir.....	45
Marco del Proyecto Six Sigma	54
Fase de Medir.....	56
Estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) para atributos.....	56
Carta de control tipo p	57
Cálculo del nivel sigma.....	59
Fase de analizar.....	60
Determinar causa raíz	60

Fase de mejora	63
Propuesta de mejora para la causa raíz “el proceso de plantado no está estandarizado”	63
Ficha de especificaciones.....	66
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
4.1 Conclusiones	70
4.2 Recomendaciones	71
MATERIALES DE REFERENCIA.....	72
Referencias Bibliográficas	72
ANEXOS	76
Anexo 1: Análisis de la encuesta aplicada a los operadores.....	76
Anexo 2: Transcripción de la entrevista aplicada en la empresa Calzado SINELL	86
Anexo 3 Formato de lluvia de ideas	89
Anexo 4 Datos del estudio R&R.....	90
Anexo 5 Resultados del estudio R&R	91
Anexo 6 Formato de hoja de verificación.....	92
Anexo 7 Tabla de calidad de corto y largo plazo.	93
Anexo 8 Análisis 5 Por qué para causas del problema de pegado.....	94
Anexo 9 Manual de procedimientos para el proceso de plantado	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales utilizados en la investigación	17
Tabla 2. Resultados de las mediciones de productos defectuosos	19
Tabla 3. Actividades por etapa de la metodología DMAIC.....	21
Tabla 4. Defectos del proceso productivo.....	43
Tabla 5. Descripción y ponderación de defectos	46
Tabla 6. Lluvia de ideas- necesidades de los clientes	52
Tabla 7. Definición del equipo de trabajo.....	53
Tabla 8. Marco del proyecto Six Sigma.....	54
Tabla 9. Resultados del estudio R&R	56
Tabla 10. Cálculo proporciones de defectos para la carta de control.....	57
Tabla 11. Análisis 5W y 1H de la causa raíz	63
Tabla 12. Datos del estudio R&R	90
Tabla 13. Análisis de desacuerdos del sistema de medición.....	91
Tabla 14. Resultados de repetibilidad	91
Tabla 15. Resultados de reproducibilidad	91
Tabla 16. Análisis 5 Por qué	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Distribución normal de una población respecto de su nivel de desviación [20]	7
Figura 2 Logotipo de la empresa Calzado Sinell	23
Figura 3 Organigrama de la empresa	24
Figura 4 Calzado formal ofertado por la empresa.....	24
Figura 5 Calzado escolar ofertado por la empresa	25
Figura 6 Calzado deportivo ofertado por la empresa	25
Figura 7 Calzado trekking (montaña) ofertado por la empresa.....	26
Figura 8 Calzado de seguridad (trabajo industrial) ofertado por la empresa	26
Figura 9 Mapa de procesos Calzado SINELL.....	27
Figura 10 Bodega de materia prima	29
Figura 11 Moldes metálicos para el corte de piezas de calzado	29
Figura 12 Resultado del proceso de desbaste.....	30
Figura 13 Máquina destalladora.....	30
Figura 14 Corte aparado con forro interno.....	31
Figura 15 Producto obtenido del proceso de aparado	32
Figura 16 Punteras y dentros termo adheribles	32
Figura 17 Máquina conformadora caliente-frío	33
Figura 18 Árbol de almacenamiento	33
Figura 19 Estante de almacenamiento de hormas	34

Figura 20 Máquina troqueladora.....	34
Figura 21 Moldes cortantes.....	34
Figura 22 Máquina engrampadora-accionamiento neumático.....	35
Figura 23 Máquina armadora de puntas.....	35
Figura 24 Horno activador.....	36
Figura 25 Fijado de punta metálica al calzado.....	36
Figura 26 Máquina camboria - cierre de talones.....	37
Figura 27 Horno activador.....	37
Figura 28 Producto resultado del proceso de armado de puntas y talones.....	38
Figura 29 Máquina cardadora.....	38
Figura 30 Plantado manual del calzado.....	39
Figura 31 Horno de pegado de plantas.....	39
Figura 32 Calzado terminado.....	40
Figura 33 Máquina cepilladora.....	40
Figura 34 Cursograma analítico proceso de fabricación.....	41
Figura 35 Diagrama causa-efecto - defectos en el proceso productivo.....	44
Figura 36 Análisis ABC producción.....	49
Figura 37 Diagrama de Pareto- frecuencia de aparición de defecto.....	50
Figura 38 Diagrama SIPOC del proceso de fabricación.....	51
Figura 39 Carta tipo p - proporción de defectos.....	58
Figura 40 Diagrama causa-efecto defecto de exceso o escasez de pegamento.....	61

Figura 41 Diagrama de flujo, proceso de plantado	65
Figura 42 Ficha de especificaciones para calzado formal.....	67
Figura 43 Ficha de especificaciones para calzado de seguridad	68
Figura 44 Encuesta de satisfacción	69
Figura 45 Diagrama de pastel pregunta 1	77
Figura 46 Diagrama de pastel pregunta 2	78
Figura 47 Diagrama de pastel pregunta 3	79
Figura 48 Diagrama de pastel pregunta 4	80
Figura 49 Diagrama de pastel pregunta 5	82
Figura 50 Diagrama de pastel pregunta 6	83
Figura 51 Diagrama de pastel pregunta 7	84

RESUMEN EJECUTIVO

La industria de calzado sufrió un grave impacto en los últimos años como efecto del confinamiento debido a la pandemia de 2020, ocasionando la reducción del 80% de la producción de calzado respecto del año anterior, provocando despidos masivos o el cierre de varias empresas, en especial para las pequeñas y medianas. Debido a esta situación se decidió controlar la calidad del calzado de seguridad aplicando la metodología DMAIC Six Sigma en la empresa Calzado Sinell, buscando mejorar la calidad de producción y mantener su competitividad dentro del mercado.

La metodología utilizada en el proyecto fue de tipo descriptiva y de campo en la que se utilizó las 4 fase de la metodología DMAIC Six Sigma (Definir, Medir, Analizar, Mejorar), sobre el producto de mayor demanda de la empresa Calzado Sinell en un periodo de 5 semanas de producción analizada.

El principal problema de calidad se presenta en el proceso de plantado y es el “exceso o escasez de pegamento”, representado un 40% de la totalidad de defectos encontrados. El análisis six sigma presenta que el proceso actualmente es inestable y fuera de control estadístico, llegando a producir un aproximado de 66 807 unidades fuera de sus especificaciones por cada millón producidas, con un rendimiento del 93,82% con un nivel sigma de 3,04.

Se concluye que la empresa no realiza el control de calidad adecuado en su proceso productivo, por lo que la variabilidad del proceso es demasiado grande y esta problemática se da principalmente por no utilizar especificaciones técnicas ni mantener procesos estandarizados.

Palabras clave: Calidad, Six Sigma, calzado, variabilidad, defecto.

ABSTRACT

The footwear industry suffered a severe impact in recent years as an effect of the confinement due to the 2020 pandemic, causing an 80% reduction in footwear production with respect to the previous year, leading to the closure of several companies or mass layoffs, especially for small and medium enterprises. Due to this situation, it was decided to control the quality of safety footwear by applying the DMAIC Six Sigma methodology at Calzado SINELL, aiming to improve production quality and maintain competitiveness in the market.

The methodology used in the project was descriptive and field, applying the 4 phases of the DMAIC Six Sigma methodology (Define, Measure, Analyze, Improve) to the highest-demand product of the company Calzado Sinell over a period of 5 weeks of analyzed production.

The main quality problem occurs in the sole attachment process and is the "excess or shortage of glue," representing 40% of all defects found. The Six Sigma analysis reveals that the process is currently unstable and out of statistical control, resulting in approximately 66 807 units are produced outside their specifications for every million produced, with a yield of 93,82% and a sigma level of 3,04.

It concludes that the company does not perform adequate quality control on its product, leading to excessive process variability. This problem is caused by the lack of technical specifications and standardized processes.

Keywords: Quality, Six Sigma, footwear, variability, defect.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

METODOLOGÍA DMAIC SIX SIGMA PARA EL CONTROL DE LA CALIDAD DEL CALZADO DE SEGURIDAD EN LA EMPRESA CALZADO SINELL.

1.1.1 Planteamiento del problema

La industria de manufactura desempeña un papel importante para la economía nacional, ya que para 2019 se encontraba en el primer lugar de las 18 industrias que existen en el país, registrando un total de 13.962,6 millones de dólares en ingresos, lo cual representa el 13% del PIB. Dentro de este grupo de empresas, las dedicadas a la fabricación de calzado a base de cuero registraron ventas totales de 138,4 millones de dólares dividido en 4 principales provincias, de las cuales Tungurahua representó el 54,4% de estas ventas, seguida por Pichincha con un 20,7%, Azuay con 10,8 y Guayas con un 9,4%, provincias que en un periodo de 8 años han registrado una tasa de crecimiento considerable llegando a ser de hasta un 4,3% anual [1], [2].

A pesar de esta información, que conlleva un desarrollo económico interno, al compararlo con las exportaciones que se han realizado y relacionándolos en el período 2010 al 2019 han presentado una disminución anual en promedio de un 6,1%; es decir, que la fabricación de calzado se ha centrado a satisfacer la demanda nacional ocasionando que el mercado sea mucho más competitivo, y sumado a las importaciones que presentan un precio más bajo al costo de producción nacional, ha provocado que pequeñas y medianas empresas estén obligadas a mejorar sus procesos y por ende la calidad de sus productos para ser competitivas y rentables [3], [4].

Estas complicaciones han ocasionado que muchos artesanos y microempresas dejen de realizar sus actividades por lo que el gobierno optó por implantar reformas arancelarias que añaden \$6 por cada par importado, permitiendo mantener la industria ecuatoriana. Esto se evidencia en el informe remitido por la Cámara Nacional de Calzado (CALTU) en el cual se menciona que para el 2018 la producción fue de 31 millones de pares de zapatos, que, comparado con la

producción del año 2014 de 35 millones, se aprecia una disminución considerable por la influencia de importaciones de productos provenientes principalmente de Brasil y Colombia. Este efecto se intensificó en el año 2020 generándose una reducción del 80% de la producción en la provincia de Tungurahua y una pérdida de hasta 90% de las ventas en comparación al año anterior, todo esto por el terrible impacto ocasionado por la pandemia por covid-19 [2], [5]. Provocando el cierre de varias empresas que no se pudieron adaptar a los cambios tecnológicos y que no lograron sobrellevar las pérdidas económicas y costos adicionales ocasionados por almacenar productos terminados, de ahí la importancia de tomar un enfoque que permita a las organizaciones mejoras continuas de sus productos que en algunos casos llegan a ser poco competitivos en precio y calidad con los productos importados [1], [6].

Para el año 2019 en Ecuador se registró que existían 4500 productores de calzado entre grandes, medianos y pequeños, de los cuales el 50 % se encuentran en la provincia de Tungurahua, estas empresas generaron el 44% de la producción nacional para el 2018 [7], [8]. Estas empresas están ubicadas en los cantones Ambato, Quisapincha, Baños y Cevallos, siendo este último el que más ha aportado a la producción nacional con un total de 4,8 millones de pares producidos en el año 2018 [1].

La empresa de calzado Sinell ubicada en el cantón Ambato, es una microempresa con más de 40 años de experiencia en la producción de diferentes tipos de calzado para caballero (formal, deportivo, escolar, trekking y de seguridad). Durante el periodo de pandemia la empresa logró mantenerse a flote pese a que la producción de calzado se redujo casi por completo, la causa principal fue el largo periodo de confinamiento que se vivió, con las nuevas modalidades de estudio y trabajo online los pedidos de calzado formal, escolar, deportivo y trekking fueron casi inexistentes, por ende, la producción se basó principalmente en la fabricación de calzado de seguridad el cual fue el único producto con pedidos continuos.

En esta situación la empresa tuvo que adaptarse a los diferentes cambios que se le presentaron respondiendo a ellos y mejorando continuamente sus procesos y métodos de trabajo. Cabe mencionar que por su tamaño la empresa mantuvo una

producción de forma empírica y basada en la experiencia adquirida con los años de trabajo, por ende, esta mejora se ha mantenido lenta y muy discontinua presentando problemas que afectan directamente a la calidad de sus productos, al no tener un control adecuado del producto durante el proceso de producción, provocando que el producto aumente su costo de producción. Por lo que fue necesario la implementación de herramientas que ayuden a mejorar la calidad de sus productos y reducir sus costos llegando a competir de mejor manera con la competencia.

1.2 Antecedentes investigativos

La mejora continua en una empresa busca obtener resultados eficientes y eficaces de manera progresiva, permitiendo un crecimiento empresarial y desarrollo competitivo. Y se lo puede lograr en base al análisis de los procesos, identificar sus problemas, aplicar controles y darles seguimiento para cumplir las metas planteadas. Este enfoque se obtiene a través del uso de la metodología Six Sigma, la cual permite dirigir, controlar y supervisar cada etapa de producción al aplicar sus 5 fases determinadas como DMAIC. Razón por la que existen diversos estudios que determinan la factibilidad de su aplicación en el sector de calzado como las mencionadas a continuación.

El artículo [9] asegura que la metodología Six Sigma permite reducir errores de producción y desperdicios generados dentro del proceso productivo, generando mayores beneficios económicos para la organización y manteniendo un control absoluto de la calidad del producto terminado. Partiendo de que el uso de DMAIC puede llegar a impactar positivamente a la organización mejorando la productividad y reduciendo la variabilidad de los procesos, cumpliendo así con el objetivo principal de cualquier empresa, el lograr un cliente satisfecho con el producto entregado.

De igual forma el estudio [10] realizado en la empresa Calzado GAMOS, aplicó la metodología Six Sigma para determinar que aun una empresa con años de experiencia va a contar con problemas de calidad. Que la metodología permite identificar los principales problemas para enfocarse en la eliminación de sus causas a través de la estandarización de los procesos con el uso de procedimientos que reduzcan la variabilidad de sus procesos causada en su mayoría por el factor humano.

En otro estudio se afirma que el uso de la metodología DMAIC Six Sigma para el control de la calidad de sus productos es un apoyo fundamental para la toma de decisiones dentro de la empresa, realizando un diagnóstico de la situación actual de la eficiencia de los procesos en base a los cuales es posible definir posibles soluciones que permitan corregir o evitar la aparición de cualquier falla. Si no se cuenta con las inspecciones e indicadores adecuadas se generaban varios problemas a lo largo de todo el proceso, como reprocesos que requieren recursos y tiempo adicionales. Factores que impiden cumplir con los estándares requeridos por sus clientes, llegando a requerir de sistemas de supervisión, capacitar a los operarios respecto al uso y entendimiento de herramientas que aseguren la calidad de sus productos [11].

De igual forma en un estudio realizado en la provincia de Tungurahua se asegura que si una empresa no cuenta con los controles adecuados está sujeta a presentar problemas de calidad que impiden el cumplimiento de las especificaciones, provocando retrasos en los tiempos de entrega y reprocesos que resultan en pérdidas de tiempo y recursos materiales y humano, provocando que estos últimos por la presión de cumplir con la demanda o los plazos de entrega, pierden el control de sus procesos y por ende de la calidad de sus productos [8].

Por otro lado, en una investigación en la que se aplicó la metodología DMAIC en una empresa de calzado, concluye que se obtuvo una reducción de productos defectuosos en un 50,9% llegando a un rendimiento de la producción de calzado de un 75%. Generando así una mejora sustancial en la competitividad de la empresa mejorando sus ingresos, reduciendo gastos en reprocesos y en uso de mano de obra adicional, aproximadamente de \$4 000 dólares anuales, todo esto en base a mejoras a corto plazo en áreas de mantenimiento, capacitación, optimizando la limpieza y ergonomía dentro de sus procesos [12].

De igual forma en otra investigación de mejora de procesos, se determinó que Six Sigma es una metodología que permite mejorar la capacidad de los procesos, aumentando su rendimiento y disminuyendo la variación, logrando generando menos defectos de producción, usando eficiente sus recursos y generando menos

desperdicios que favorecen además a la conservación del medio ambiente y percibiéndose como beneficios económicos para la empresa [13].

En otro estudio en el que se analizó un conjunto de pymes del sector de calzado, se concluye que muchas de estas al ser empresas familiares, desconocen las diferentes herramientas de ingeniería en las que puede apoyarse al momento de tomar decisiones y para mejorar su rendimiento. Por lo que a través de la aplicación de metodologías como Six Sigma, se identifica que en su mayoría cuentan con oportunidades potenciales de mejora como es la mejora de la relación con sus proveedores de materia prima, tiempos de espera y entrega muy altos, déficit en el manejo de inventarios de materia prima, tiempos perdidos por falta de estandarización, entre otros factores que pueden ser mejorados y que permitirán a las empresas analizar a las empresas conocer el comportamiento de sus procesos y como están en comparación a su competencia [14].

1.3 Fundamentación teórica

Calidad

Este término conlleva gran importancia dentro de una organización ya que de él depende la percepción que tienen los clientes hacia la empresa y ellos son quienes en realidad determinan si un producto es de calidad.

Los autores [15]–[17] lo definen de la siguiente manera:

- Ishikawa la define como “desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, útil y satisfactorio para el consumidor”.
- W. Edward Deming establece que es el grado predecible de uniformidad y fiabilidad a un bajo costo y que se ajuste a las necesidades del mercado. La calidad no es otra cosa más que "una serie de cuestionamiento hacia una mejora continua".
- Philip Crosby, sugiere que se trata de entregar a los clientes y a los compañeros de trabajos, productos y servicios sin defectos y hacerlo a tiempo.

- La norma ISO 9000 lo plantea como resultado de comportamientos, actitudes, actividades y procesos que proporcionan valor el cual depende del cumplimiento de las necesidades de los clientes y partes interesadas.

Satisfacción del cliente

Comprendida como la percepción que un cliente tiene hacia un producto o servicio adquirido el cual dependerá del grado de cumplimiento de sus necesidades o expectativas [18].

Gestión de la calidad

Se puede definir como el conjunto de actividades que permite a una organización identificar los procesos y recursos utilizados en los mismos, gestionar los procesos y optimizar la utilización de los recursos logrando así consecuencias positivas a largo y corto plazo [19].

Control de calidad

El control de la calidad comprende el uso de un conjunto de técnicas o herramientas y la planificación de actividades con el fin de lograr, mantener y mejorar la calidad de un producto o servicio.

Dentro de este proceso hay que tomar en cuenta las especificaciones de las necesidades de los clientes, el diseño del producto o servicio para cumplir estas especificaciones, las instalaciones que busquen cumplir con estas necesidades, la inspección para determinar las conformidades de las especificaciones y por ultimo una evaluación del método actual para tomar medidas de mejora si es posible [18].

Six Sigma

La aplicación de la metodología Six Sigma a cualquier tipo de proceso industrial se traduce en la mejora de su calidad y productividad. Se basa en un análisis estadístico de la curva de distribución normal, permitiendo conocer el nivel de variación de los procesos y posteriormente en base a las causas de estas variaciones realizar acciones correctivas [18].

Es considerada como una estrategia de mejora continua para cualquier negocio que busque enfocarse en satisfacer las necesidades de los clientes, al encontrar y eliminar las causas de los problemas de calidad (defectos) y reduciendo costos relacionados con la mala calidad de los productos con el uso de herramientas estadísticas y administrativas, manteniendo el objetivo de contar con procesos que generen 3,4 defectos por cada millón de productos fabricados, comprendiendo el 99,9997% de la producción dentro de sus especificaciones [18], [20], representando una distribución similar a la figura 1.

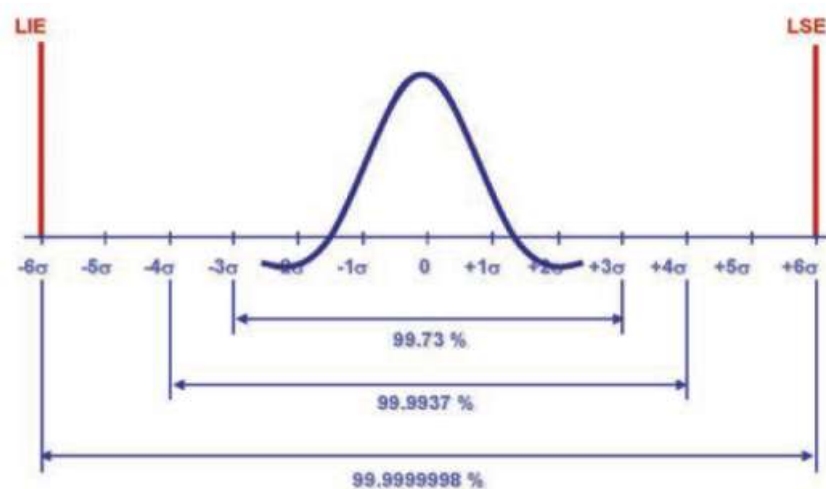


Figura 1 Distribución normal de una población respecto de su nivel de desviación [20]

La metodología cuenta con cinco fases o etapas las cuales son: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar son descritas a continuación.

Fase de definir

Etapa de recolección de información histórica del proceso, se delimita lo que se va a realizar y lo que se espera lograr después de la aplicación de la herramienta DMAIC Six Sigma. Se establece que se va a hacer, el por qué se lo hace, donde se lo realiza y quienes son los encargados de desarrollar el proyecto, su alcance y los beneficios potenciales determinados en el marco del proyecto [18].

Dentro de esta fase se utilizan las siguientes herramientas:

- Diagrama de Pareto: se basa en el principio desarrollado por el economista italiano Vilfredo Pareto, que plantea que el 80% de la población percibe el

20% de los ingresos totales, lo que conlleva que el 80% de los ingresos los percibe para el 20% de la población restante. Es en base a este principio que, para el contexto de la calidad, se lo define como el 20% de las causas son las que generan el 80% de los problemas, permitiendo identificar los problemas más graves que pueden presentarse y enfocar todos los esfuerzos en solucionarlos, permitiendo mejorar la eficiencia en la aplicación de recursos [17].

- Diagrama causa y efecto: es una herramienta de análisis que permite de forma gráfica, determinar cuáles son las posibles causas que generan un problema o defecto en particular, tomando en cuenta los factores que pueden influir en su origen conocido como las 6 M (mano de obra, maquinaria, materia prima, métodos). Fue desarrollada por el profesor Kaoru Ishikawa en 1943 como una forma de clasificar y vincular varios factores dentro de una fábrica de acero, siendo conocido también como diagrama Ishikawa o espina de pescado por la forma en la que se presenta la información, en el cual la cabeza del pescado contiene el defecto y del cuerpo principal nacen las espinas que contienen sus causas y sub causas [21].
- Lluvia de ideas: herramienta que permite el pensamiento creativo de los miembros de un grupo, participando libremente con el fin de aportar su punto de vista en la discusión de un tema o problema en específico, comprendiendo un excelente método para fomentar el trabajo en equipo de forma disciplinada y en términos de igualdad [18].
- Entrevista o encuesta: se considera como una técnica utilizada por investigadores para obtener información de fuentes primarias, a través de un cuestionario previamente diseñado y verificado previo a su aplicación con el fin de determinar que se está obteniendo información que sea útil y que esté relacionada con el tema de investigación [11].

Fase de medir

Es una de las fases más importantes pues de los resultados obtenidos dependen las demás etapas, consiste en la evaluación y medición de los procesos internos con el uso de las herramientas y métodos disponibles. Esta fase permite entender y cuantificar la variable o atributo del problema en el que se ha enfocado el proyecto,

se analiza y valida el sistema de medición para que las mediciones sean consistentes y veraces. Permitiendo medir la situación actual (línea base) con el que parte el proyecto [18].

Las herramientas utilizadas en esta etapa son:

- Hoja de verificación: es un formato que permite registrar, analizar y procesar fácilmente los datos registrados, para que esta herramienta cumpla con su función según el autor [22] es necesario seguir las siguientes consideraciones: diseñar el formato de la hoja de verificación de acuerdo con las necesidades de su aplicación, su diseño debe ser lo más simple posible, el método de verificación debe estar documentado con el fin de poder utilizarse por cualquier persona, aclarar la secuencia de los datos y su diseño debe facilitar la toma de decisiones y acciones correctivas.
- Histograma: es una herramienta estadística que permite agrupar y organizar todos los datos que se ha recolectado, con el fin de presentar de forma visual los resultados obtenidos con el fin de analizarlos y obtener resultados o conclusiones de estos, con el fin de proponer acciones correctivas relacionadas con estos datos. Para presentar la información se utiliza una gráfica de barras que presenta la frecuencia de los problemas o defectos que se han medido, los cuales están agrupados en intervalos bien definidos [22].
- Cartas de control: herramienta que permite observar el comportamiento de un proceso con respecto del tiempo, analizando una característica predeterminada de un producto de salida del proceso, permitiendo determinar la estabilidad de un proceso y para poder mantenerla en el caso de que se encuentre correcta, caso contrario, identificar las causas de esa inestabilidad para tomar acciones correctivas. Existen varios tipos de cartas de control por lo que es necesario el seleccionar la adecuada a la situación de análisis, ya sea para variables o atributos, en base a los cuales se diseñara y calculara cada una de las características propias de las cartas, ya sea sus rangos, valores, limites superiores e inferiores, entre otros [22].

Fase de analizar

Permite identificar y analizar las causas raíz que originan los problemas de calidad, se entiende como se generan los problemas y se confirma el origen de estos, determinando cómo y por qué se generan los problemas [20]. Se utilizó las herramientas diagrama de causa-efecto y lluvia de ideas, para diseñar un análisis con la herramienta de 5 Por qué, permitiendo determinar el origen de los problemas al profundizar en sus causas al preguntar y responder de forma sucesiva el porqué de los problemas [10], [18].

Fase de mejorar

Consiste en la proponer y generar ideas para solucionar los problemas de calidad, tomando como base las causas raíz del problema analizado con el fin de evitar su aparición a futuro, atacando la fuente del problema y no el efecto [15].

Las herramientas utilizadas son:

- 5w y 1H: es una herramienta que permite esclarecer un problema o situación mediante un análisis de preguntas que definen con precisión la situación, garantizando que se dispone de todos los datos necesarios para comprender y resolver la situación. Para su aplicación se utiliza las preguntas ¿Qué?, ¿Por qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Quién? y ¿Cómo?, que representan las 5W y 1H por sus iniciales en inglés [23], [24].
- Diagrama de flujo: Herramienta que permite describir un proceso de forma detallada de sus características y de los pasos que conlleva este de forma secuencial incluyendo los materiales y servicios que ingresan o son necesarios, así como de los productos o salidas de este, incluyendo las decisiones que se deben tomar, las personas involucradas y el tiempo que toma cada acción [21], [22]. Permite entender el proceso, comunicar y documentar como se ejecuta, estandarizarlo y diseñar o proponer mejoras de ser necesario.

Fase de control

La presente investigación no abarca esta fase, debido a que no se contempla la aplicación de las mejoras propuesta y por ende no es posible determinar el impacto que generarían las mismas en el proceso.

Estudio de reproducibilidad y repetibilidad R&R para atributos

Previo a la recolección de los datos representativos de la calidad de un proceso productivo es necesario evaluar que tan confiable es el sistema de medición dentro del proceso, razón por la cual se aplica un estudio R&R basado en atributos con el método de análisis de riesgos, este método permite evaluar el nivel de acuerdo o desacuerdo entre los operadores (reproducibilidad) y con si mismo (repetibilidad) y de los operadores con el estándar [18], [25]. Este estudio se diseña de la siguiente manera:

- Se selecciona una muestra orientada de al menos 30 hasta 100 piezas, con una calidad que abarque todo el espectro posible (buena, dudosa, mala).
- Se selecciona al menos 2 operarios, en lo posible que sean expertos y novatos.
- La evaluación se realiza en semanas diferentes con el fin de que los operarios no puedan influir intencionalmente en el estudio, tomando cada operario al menos 2 evaluaciones por cada pieza.

Este estudio comprende el calculo de varios factores que son determinados a continuación:

Cálculo de desacuerdos posibles

Se determina el total de desacuerdos (a_p) que se podran presentar en el estudio, en base al numero de evaluaciones (k) y los posibles resultados, en este caso 2 (1 pasa, 0 no pasa). Estos desacuerdos se definen por la ecuación:

$$a_p = \binom{k}{2} = \frac{k!}{2!(k-2)!} \quad (1)$$

Y para determinar el total de posibles desacuerdos:

$$a_t = a_p * p \quad (2)$$

Donde:

a_t es el total de posibles desacuerdos, a_p son los desacuerdos posibles y p es el número de piezas evaluadas [18].

Cálculo del nivel de desacuerdo

Para este calculo según [18] es necesario dividir el total de desacuerdos en el estudio (D_e), que se obtiene de los datos del anexo 4, entre el número total de desacuerdos a_t , en base a la ecuación:

$$ND_e = \frac{D_e}{a_t} * 100 \quad (3)$$

Determinar la Repetibilidad

Permite determinar la consistencia que tiene la evaluación de un operario consigo mismo, ya que en esta evaluación se determina al criterio del operario como si fuera el instrumento de medición. Este cálculo se lo realiza en base a los datos del anexo 4, en el cual se determina el total de desacuerdos de repetibilidad D_{rep} para dividirlos al total de oportunidades O_{rep} , el cual es el total de piezas mediadas por el numero de operarios [18]. Por lo que se obtiene la ecuación:

$$ND_{rep} = \frac{D_{rep}}{O_{rep}} * 100 \quad (4)$$

Cálculo de Reproducibilidad

Permite analizar que tan consistente es el criterio de evaluación entre los operarios, basado en el número de desacuerdos por pareja de operadores. Esto se lo calcula en base a la ecuación:

$$ND_{repro} = \frac{D_{repro}}{O_{repro}} * 100 \quad (5)$$

Donde: ND_{repro} es el total de desacuerdos debidos a reproducibilidad, D_{repro} el número de desacuerdos por reproducibilidad y O_{repro} son el total de oportunidades de desacuerdo por reproducibilidad, que es igual al número de piezas por el número de parejas de operadores por el numero de ensayos por 2 [18].

Carta tipo p

Carta de control para atributos que permite visualizar las variaciones del proceso en base a la proporción de artículos defectuosos para una muestra o subgrupo, permitiendo detectar causas especiales que aumenta la proporción de productos defectuosos que pueden aparecer. Para diseñar este tipo de cartas es necesario [18]:

- Tomar una muestra o subgrupo de artículos denominada como n_i , que puede ser la totalidad o una parte de las piezas bajo análisis.
- Cada subgrupo es inspeccionado y se determina la cantidad de productos defectuosos, para luego determinar criterios para el análisis de los datos. Estas unidades defectuosas son denominadas como d_i .
- La carta se grafica en base a la proporción de unidades defectuosas p_i , en base a la ecuación:

$$p_i = \frac{d_i}{n_i} \quad (6)$$

Cálculo de límites de control

Los límites para la carta de control tipo p reflejan la variación que se espera encontrar dentro de un proceso, en base a la proporción de artículos defectuosos por subgrupo, esto en base a una distribución binomial con aproximación a una distribución normal [18].

Estos límites están dados por la relación de la media (μ) más menos tres veces la desviación estándar (σ) de los datos estadísticos de la proporción p_i . Tomando en cuenta que su media μ es igual al promedio de la proporción de defectos p_i de cada subgrupo y su desviación estándar σ está dada por la ecuación 7 [18].

$$\sigma = \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}} \quad (7)$$

Obteniendo la ecuación 8 para el cálculo del límite de control superior (LCS) y la ecuación 9 para el cálculo del límite de control inferior (LCI), considerando que al ser una proporción es decir una división el límite inferior será únicamente mayor o igual a cero, es decir, no podrá ser negativo [18].

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}} \quad (8)$$

$$LCS = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p} * (1 - \bar{p})}{n}} \quad (9)$$

Cálculo de nivel sigma

Para determinar el nivel sigma en un proceso en el que se analiza únicamente atributos no es igual al a determinarlo para un análisis de la calidad con variables de tipo continuo. Por lo tanto, se utilizan índices como el DPU (defectos por unidad) que se refieren a variables para atributos que siguen una distribución de Poisson y que permite determinar el nivel de no calidad de un proceso, al relacionar el número de defectos encontrados (d) entre el número de unidades inspeccionadas (U), como se muestra en la ecuación 10.

$$DPU = \frac{d}{U} \quad (10)$$

Cálculo del rendimiento del proceso (Y)

El rendimiento de un proceso corresponde a la probabilidad de que una unidad no presente defectos o que se encuentre dentro de las tolerancias o especificaciones de un proceso, esta probabilidad se la calcula por medio de una distribución de Poisson en base a la ecuación 11.

$$Y = e^{-DPU} \quad (11)$$

Cálculo del nivel sigma (Z_c)

Para un proceso que analiza únicamente variables es posible determinar el nivel sigma en base a la aplicación de una distribución binomial y su aproximación a una distribución normal obteniendo un nivel sigma que puede ser comparado al de un análisis para variables continuas. Este cálculo se lo realiza con el uso del software Excel en base a la ecuación 12, para la cual se necesita el rendimiento del proceso [18].

$$Z_y = \text{DISTR.NORM.ESTAND.INV}(Y) \quad (12)$$

Hay que considerar que el nivel sigma del proceso Z_y calculado no va a representar la calidad del proceso a largo plazo por lo que para obtenerlo es necesario sumarle el desplazamiento de 1,5 sigmas que se considera para cualquier proceso que su media pueda moverse hasta 1,5 sigmas, sin que esto pueda generar problemas para el proceso [18], es así que para el cálculo del nivel sigma a largo plazo se utiliza la ecuación 13.

$$Z_c = Z_y + 1,5 \quad (13)$$

Índice de inestabilidad, S_t

Permite obtener la medida porcentual de que tan inestable es un proceso, y se calcula a partir de la cantidad de puntos fuera de los límites de la carta de control y del total de puntos analizados, como se muestra en la ecuación 14.

$$S_t = \frac{\text{Número de puntos fuera de los límites}}{\text{Número total de puntos}} * 100 \quad (14)$$

El autor [18] considera que un proceso con un 0 a 2% de inestabilidad puede ser considerado relativamente bueno, entre 2 a 5% se considera que la inestabilidad es regular y que a partir del 15% se lo considera como un proceso muy inestable, hay que considerar que si este porcentaje es demasiado grande la carta puede llegar a ser poco practica y debería ser necesario analizarla a partir de los principales patrones de la carta.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Controlar la calidad del calzado de seguridad aplicando la metodología DMAIC Six Sigma en la empresa Calzado Sinell.

1.4.2 Objetivos específicos

- Realizar un análisis de la situación actual del proceso productivo de fabricación de calzado de seguridad.
- Emplear las herramientas de la filosofía Six Sigma en el proceso con la mayor cantidad de defectos registrados.
- Diseñar una propuesta de mejora en el proceso de fabricación haciendo uso de las métricas Six Sigma.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Para el desarrollo de la presente investigación se utilizó los materiales presentados en la tabla 1.

Tabla 1. Materiales utilizados en la investigación

Material	Figura	Descripción
Teléfono celular		Registro y evidencia fotográfica de la distribución de la empresa, los procedimientos y los materiales disponibles
Laptop		Análisis y manejo de la información recolectada, desarrollo del informe final del proyecto de investigación.
Internet		Herramienta de búsqueda de información, recolección de fuentes de información necesarias para fundamentar el proyecto.
Formato de Encuesta		Preguntas guía para la ejecución de la encuesta en base a los requerimientos del estudio.
Formato de Hoja de verificación		Formato que permite recolectar los diferentes defectos que se presenten en el proceso productivo.
Microsoft Word		Aplicación utilizada para el análisis y recopilación de la información utilizada en el informe final de la investigación.
Microsoft Excel		Aplicación para la organización de datos recolectados y en la propuesta de mejora

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

Enfoque

El presente proyecto de investigación cuenta con un enfoque cuantitativo debido a que se recolectó y analizó datos estadísticos que permiten medir la frecuencia de no conformidades que ocasionan la variabilidad que presenta el proceso de producción, analizarlos, identificar las causas raíz que los originan y tomar decisiones basadas en dichos datos.

Investigación bibliográfica

Para el desarrollo del proyecto se recolectó y analizó información de libros, artículos científicos y documentos académicos que permitieron conocer la importancia y el impacto que tiene la aplicación de la metodología DMAIC Six Sigma para el control de calidad en empresas de calzado. Se analizó las herramientas de la metodología y como aplicarlas dentro de la empresa Calzado Sinell, además de que las investigaciones existentes sirvieron de apoyo y guía para el desarrollo del presente trabajo.

Investigación de campo

Con esta modalidad de investigación se obtuvo toda la información requerida de la empresa Calzado Sinell, se aplicó una entrevista al personal directivo con el fin de conocer los controles de calidad que se aplican en la empresa, y la encuesta aplicada al personal operativo con la finalidad de conocer el desarrollo del proceso productivo de fabricación de calzado. Además, se utilizó la observación directa como herramienta para recolectar y corroborar datos relevantes de la empresa mediante visitas regulares a sus instalaciones.

Investigación descriptiva

Se aplica este tipo de investigación para identificar y definir el proceso bajo estudio, caracterizando sus materiales, herramientas, métodos de trabajo y los problemas que

se originan en él, permitiendo analizar las causas que los originan y que ocasionan la variabilidad en la calidad de producción.

2.2.2 Población y muestra

La presente investigación tomo como población de análisis la totalidad de la producción de calzado tomada desde el 9 de mayo hasta el 9 de junio del 2023, analizando 20 muestras de la producción, cantidad mínima para el diseño y análisis de una carta tipo p [24]. Las muestras fueron tomadas de la producción diaria que presento el proceso productivo y en base al criterio de detección de los operarios encargados del proceso de terminado referente a problemas de pegado. Estos datos se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Resultados de las mediciones de productos defectuosos

Día	Zapatos fabricados	Defectuosos
1	76	3
2	60	2
3	72	4
4	50	7
5	45	2
6	62	4
7	72	2
8	53	3
9	63	3
10	50	2
11	48	3
12	69	4
13	42	2
14	40	2
15	35	4
16	40	7
17	38	2
18	50	4
19	62	3
20	54	6
Total	1081	69

2.2.3 Recolección de la información

Para la obtención de la información necesaria para conocer el proceso productivo de la empresa Calzado Sinell se aplicó las técnicas siguientes:

Observación directa

Permitió obtener toda la información del área de producción de calzado cada una de sus actividades, las herramientas y equipos utilizados, así como la capacidad de estos, que a través del uso de las herramientas de la metodología DMAIC Six Sigma se identificó cuáles son los principales problemas que se presentan en el proceso productivo, registrándolos en hojas de verificación con el fin de facilitar su manejo y posterior análisis.

Entrevista y encuesta

La entrevista estuvo dirigida al gerente de la empresa y la encuesta fue aplicada al personal operativo, con lo que se obtuvo toda la información necesaria para corroborar y complementar la información de los procesos recolectada a través de la observación directa y relacionándola con los conocimientos y habilidades que tienen los operarios.

Etapas de la metodología DMAIC

Para la recolección de la información necesaria para el desarrollo de las etapas de la metodología DMAIC se establece la tabla 3, que describe el conjunto de actividades, herramientas e involucrados en cada una de las etapas, sin considerar la etapa de control que no está contemplada en el desarrollo del presente proyecto.

Tabla 3. Actividades por etapa de la metodología DMAIC

Actividades	Fase del DMAIC	Herramientas	Involucrados
<p>-Analizar las diferentes etapas de producción.</p> <p>Aplicar e interpretar la entrevista y encuesta</p> <p>Determinar los defectos presentados en cada proceso.</p> <p>Definir el marco del proyecto six sigma</p> <p>Determinar los clientes del proceso</p> <p>Identificar los CTQ's para el proceso.</p>	Definir	<p>Formato de entrevista y encuesta.</p> <p>Mapa de procesos.</p> <p>Diagrama ABC</p> <p>Diagrama SIPOC</p> <p>Formato de marco de proyecto Six Sigma.</p>	<p>Investigador</p> <p>Gerente</p> <p>Operarios</p>
<p>Aplicar un estudio de Reproducibilidad y repetibilidad para atributos (R&R)</p> <p>Medir los defectos encontrados.</p> <p>Estratificar los defectos medidos con la ayuda de herramientas de la metodología DMAIC.</p> <p>Calcular de nivel sigma para el proceso productivo.</p>	Medir	<p>Formato de recolección de datos de estudio R&R para atributos.</p> <p>Formato de hoja de verificación.</p> <p>Formato de Carta tipo p.</p>	<p>Investigador</p> <p>Jefe de producción</p> <p>Operarios</p>
<p>Establecer un análisis de las causas raíz</p> <p>Identificar las causas raíz a través de herramientas de la metodología DMAIC.</p>	Analizar	<p>Diagrama causa-efecto</p> <p>Análisis 5 Por qué.</p>	<p>Investigador</p>
<p>Proponer oportunidades de mejora en base a las causas raíz identificadas.</p>	Mejorar	<p>5W y 1H.</p> <p>Formato de procedimientos.</p> <p>Diagrama de flujo.</p>	<p>Investigador</p>

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de los datos e información obtenidos de la investigación se utiliza los siguientes softwares:

- Microsoft Word: se registra y organiza la información generada con la investigación documental y de campo, se diseñan los formatos de las herramientas utilizadas y la presentación del informe final del proyecto.
- Microsoft Excel: se utiliza para la revisión, manejo y procesamiento de los datos recolectados, desarrollo de cálculos y diseño de tablas y gráficos estadísticos para su visualización y análisis.

La información se procesa de acuerdo con los siguientes pasos:

- Revisar y organizar la información recolectada con las herramientas de encuesta, entrevista y observación directa, equipos y materiales utilizados.
- Tabular y graficar la información de los procesos de la empresa, principales componentes del proceso, los problemas y posibles fuentes de no conformidades.
- Recopilar fuentes bibliográficas referentes a la aplicación metodología DMAIC Six Sigma en empresas de fabricación de calzado.
- Evaluar el sistema de medición y recolectar datos representativos de la calidad del proceso para definir el problema principal del proceso.
- Analizar e interpretar los resultados obtenidos con referencia a las posibles fuentes que originan los problemas de calidad.
- Diseñar la propuesta de solución con el uso de las herramientas de la metodología DMAIC Six Sigma.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

Descripción de la empresa

La empresa de calzado Sinell cuenta con una experiencia de más de 40 años en la producción de calzado para caballero y niño en diferentes modelos y estilos. En sus inicios la producción era completamente artesanal y muy reducida, con el paso de los años se evidencio una creciente demanda para los productos ofertados provocando un progresivo desarrollo de la empresa, manteniendo su esencia artesanal hasta unos 15 años atrás cuando fue necesario aumentar la capacidad de sus procesos, es así que, adquiere maquinaria especializada con la finalidad de facilitar el trabajo de sus obreros y cumplir con la creciente demanda por parte de sus clientes. La empresa es reconocida a nivel nacional por su logotipo presentado en la figura 2.



Figura 2 Logotipo de la empresa Calzado Sinell

Actualmente la empresa cuenta con 8 trabajadores a tiempo completo y 1 trabajador a medio tiempo en el área de producción, distribuidos de la siguiente forma: 3 en el proceso de corte, 1 en el proceso de empastado, 2 en el armado de puntas y talones, 2 para el proceso de plantado y 1 en el proceso de terminado. Además, laboraran 2 personas en el área administrativa que ayudan con la dirección de la producción, presentando la organización que se presenta en la figura 3. La capacidad de producción de la empresa es de aproximadamente 100 pares de zapatos por semana.

La jornada de trabajo normal es de lunes a sábado de 8 horas diarias a excepción del lunes y sábado que se labora media jornada. Cabe mencionar que por la temporada en la que se desarrolla la investigación la jornada de trabajo es unidamente de 4 días de martes a viernes de 8 horas diarias.

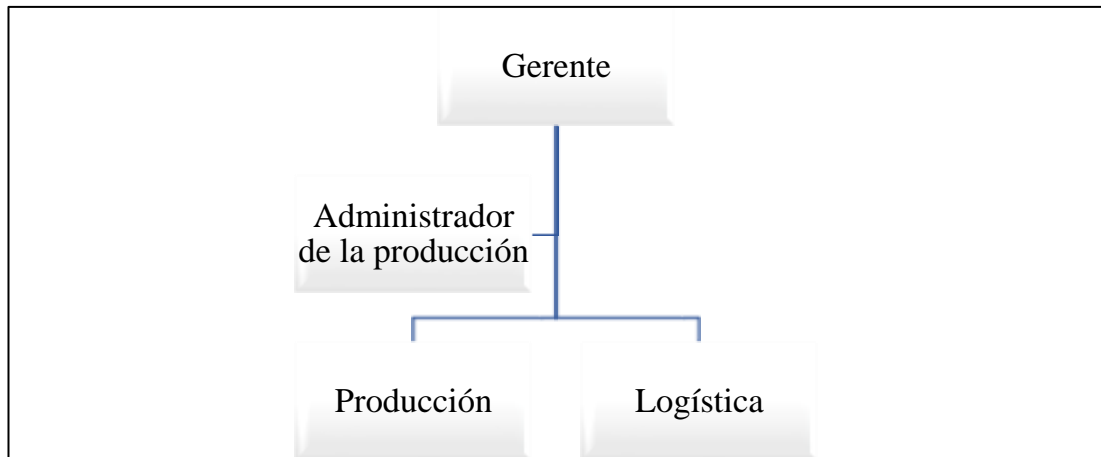


Figura 3 Organigrama de la empresa

Productos ofertados

La empresa Calzado Sinell está dedicada a la fabricación de calzado enfocada únicamente en la línea para caballero, en la cual se ofrecen los siguientes tipos de calzado:

1. Calzado formal

Uno de los principales modelos de calzado producidos por la empresa de calzado es el comúnmente conocido calzado formal o mocasín que transmite elegancia y clase para utilizarlo en eventos o reuniones especiales, con diseños ya sea en caña baja o alta, con cordones o sin ellos de cuero legítimo y suela de caucho, siendo uno de estos el modelo que se muestra en la figura 4. Cuenta con una garantía de 6 meses.



Figura 4 Calzado formal ofertado por la empresa

2. Calzado escolar

Otro producto de gran acogida fabricado en la empresa es el calzado de uso escolar especialmente producido en los periodos de inicio de clases tanto de la sierra-amazonia y de la costa, elaborados en cuero legítimo y suelas de caucho con una garantía de 1 año, de duración de 1 periodo escolar. Su diseño principal se muestra en la figura 5 a continuación.



Figura 5 Calzado escolar ofertado por la empresa

3. Calzado deportivo (casual)

En la figura 6 se presenta otro tipo de calzado ofertado por la empresa, en este caso de tipo deportivo con un modelo casual con diseños muy llamativos y modernos, fabricado en cuero natural o sintético dependiendo de las especificaciones o requerimientos de los clientes con un precio promedio de 28 dólares y una garantía de 6 meses.



Figura 6 Calzado deportivo ofertado por la empresa

4. Calzado trekking (montaña)

Un producto llamativo y con mucha acogida fabricado por la empresa es el que se presenta en la figura 7, este es un calzado especialmente diseñado para personas que dedican su tiempo a la aventura en montaña con un diseño de caña alta para proteger el pie de torceduras, de cuero legítimo impermeable, con una puntera reforzada para proteger los dedos y con la comodidad adecuada para pasar un tiempo a gusto haciendo deporte en la naturaleza.



Figura 7 Calzado trekking (montaña) ofertado por la empresa

5. Calzado de seguridad (trabajo industrial)

El ultimo tipo de calzado que es ofertado por la empresa es el de tipo de seguridad el cual es muy parecido al de trekking ya que debe cumplir con las mismas características de protección para torceduras, con resistencia contra agua, con suelas antideslizantes y aislantes, flexibles para mayor comodidad y con una puntera de metal, característica principal de este tipo de calzado. Uno de los diseños más utilizados es el que se presenta en la figura 8.



Figura 8 Calzado de seguridad (trabajo industrial) ofertado por la empresa

Estos productos son fabricados en base a la estructura de procesos que se presenta en la figura 9, en esta se detalla los procesos estratégicos, operativos y de soporte que se manejan dentro de la empresa para obtener el producto terminado.

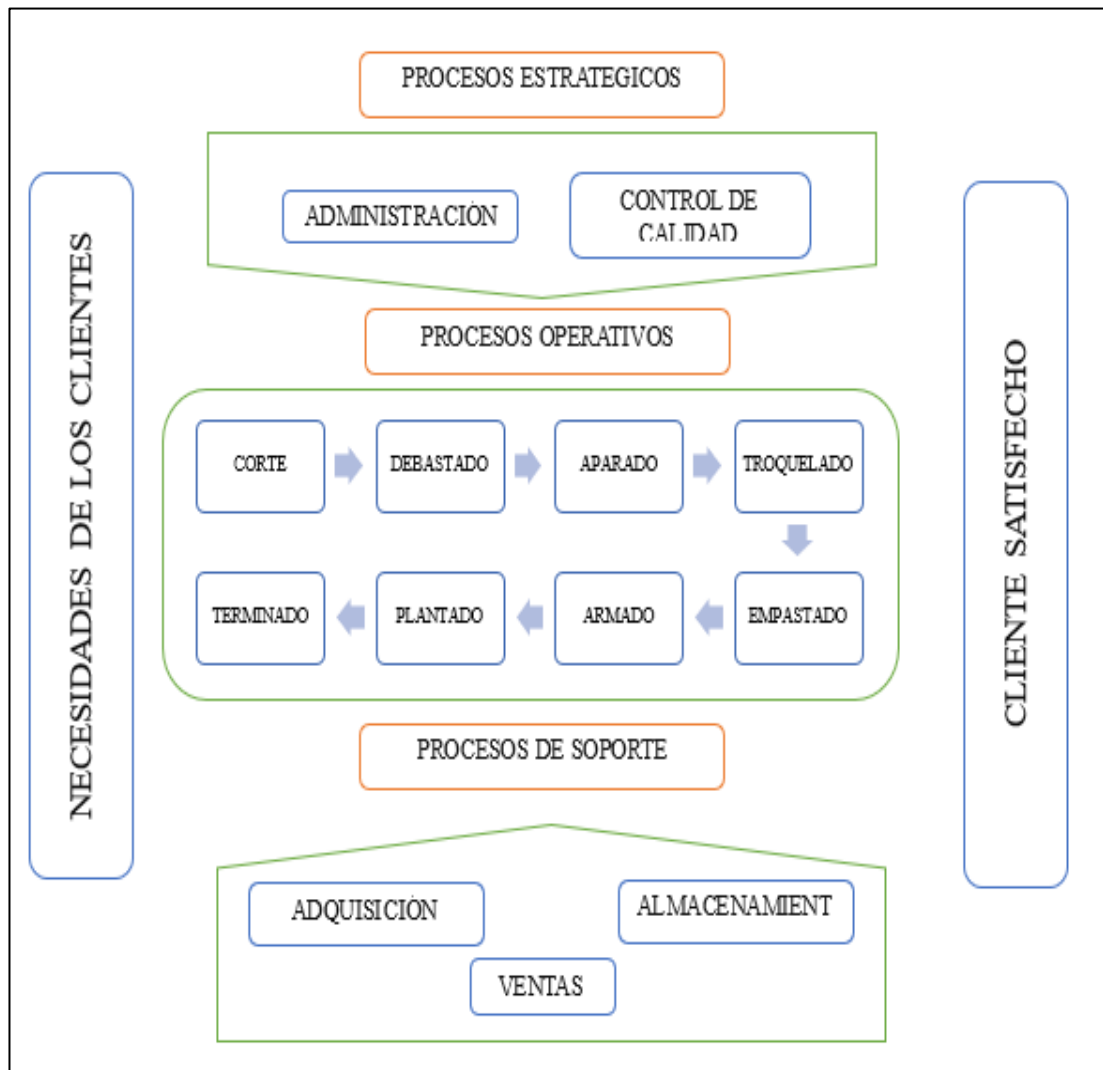


Figura 9 Mapa de procesos Calzado SINELL

Descripción del proceso de fabricación de calzado

El proceso de fabricación del calzado comprende varias actividades desde la adquisición y recepción de la materia prima hasta ser empacados y entregados, estas actividades son:

1. Diseño

El proceso parte del pedido del cliente en base a los modelos que oferta la empresa a través de publicidad en redes sociales, o bajo pedidos de modelos especiales los cuales son diseñados dentro de la empresa por parte de la administrativa de la empresa, que en base a su capacitación y experiencia obtienen un modelo básico de la horma para posteriormente diseñar artesanalmente un prototipo, el cual es fabricado y puesto a prueba previo al diseño de los moldes de corte finales.

2. Recepción y almacenamiento de materias primas

Para la fabricación del calzado ofertado por la empresa se requiere de la adquisición y almacenamiento de:

- Cuero: (graso, novu, gamuza) medido en pies y pulgadas cuadradas, con colores como miel, negro o uva spacho, entre otros.
- Forros: son de materiales sintéticos o cuero natural
- Suelas: de diferentes tipos como caucho, TR (goma termoplástica) o PVC

Estos materiales que son adquiridos de acuerdo con los requerimientos de las empresas: Ecuatoriana de curtidos Salazar, Comercial Yolanda Salazar, Poli productos Comercial Garza y JMP Químicos, son recibidas en las instalaciones y almacenadas en la bodega de materia prima.

3. Selección de cuero y forros

El proceso de fabricación comienza con la selección de los materiales en base a las especificaciones del cliente ya sea de color, tipo de cuero, forro y suelas, los cuales son identificados y llevados de la bodega de materia prima, ver figura 10, hacia el área de corte.



Figura 10 Bodega de materia prima

4. Corte

En esta área se obtienen cada una de las partes necesarias para la formación del calzado, la actividad de cortado de las piezas tanto en cuero y forro se la realiza de forma manual con el uso de moldes metálicos diseñados de acuerdo con el modelo y tamaño de calzado. El corte se lo realiza con una cuchilla afilada (chaveta).

Aquí se obtiene cada una de las partes que conforman el calzado (capellada, talones, cuellos, lengüetas), estas piezas son presentadas en la figura 11.



Figura 11 Moldes metálicos para el corte de piezas de calzado

Cada una de estas piezas son agrupadas y almacenadas en estantes aledaños a la máquina de desbaste.

5. Desbastado

Se desbasta cada una de las piezas de cuero que requieren unirse en el proceso de aparado, esta actividad se la realiza con el fin de rebajar las áreas que posteriormente se van a cocer, facilitando este proceso y evitando problemas con el cuero. En general se reduce aproximadamente 2 ml del espesor del cuero, dependiendo de su tipo. En la figura 12 se presenta el resultado de este proceso.



Figura 12 Resultado del proceso de desbaste.

En este proceso se cuenta con una única máquina especializada y se presenta en la figura 13. Esta máquina necesita de la calibración manual del operario.



Figura 13 Máquina destalladora

6. Aparado

Proceso que permite unir las diferentes partes que se obtuvieron en el proceso de corte y fueron previamente desbastadas. Esta actividad se la realiza con máquinas de coser (aparadoras), realizando las costuras necesarias para la unión de las diferentes piezas de cuero y forro. Aquí también se añade cualquier accesorio o logotipo de acuerdo con el modelo diseñado, ya sean estas perforaciones, remaches, hebillas, ojales, etc., dando como resultado la estructura principal del calzado, conocido como “corte” presentado en la figura 14.



Figura 14 Corte aparado con forro interno.

Dentro de la empresa Calzado Sinell actualmente no se cuenta con personal dedicado a esta actividad como consecuencia de la pandemia por Covid-19. Por lo que es necesario subcontratar este proceso a empleados externos que cumplen con el 100% de la producción actual de la empresa, con un costo promedio de 20 dólares la docena. A pesar de esto la empresa cuenta con 4 máquinas para este fin.

Al final de esta actividad el corte es entregado en la empresa en gavetas plásticas organizadas por modelo, color o tamaño, como se muestra en la figura 15.



Figura 15 Producto obtenido del proceso de aparado

7. Empastado o Preparado

Para este proceso se prepara el corte para su posterior montaje, para ello el operario realiza un corte del exceso del forro interno, se añade punteras y dentros termo adheribles, presentado en la figura 16, que se adhieren al corte con el uso de un equipo especializado para su activación, figura 17, equipo que cuenta con una capacidad de un par de zapatos a la vez.



Figura 16 Punteras y dentros termo adheribles



Figura 17 Máquina conformadora caliente-frío

Para terminar este proceso se añade cemento de contacto en los bordes internos del corte y se almacena en las estanterías cercanas hasta que el pegamento se seque, para posteriormente ser almacenadas en el árbol de almacenamiento figura 18.



Figura 18 Árbol de almacenamiento

8. Preparado de hormas

Para esta actividad es necesario escoger las hormas de los estantes que las almacenan de acuerdo con el diseño del calzado, figura 19.



Figura 19 Estante de almacenamiento de hormas

Además, se cuenta con una máquina troqueladora manual, figura 20 que, con la ayuda de moldes metálicos cortantes, figura 21, se obtienen las plantillas de armado de material selfiel, las cuales son añadidas a las hormas de acuerdo con el diseño del calzado, punta redonda o cuadrada.



Figura 20 Máquina troqueladora



Figura 21 Moldes cortantes

Para fijar las plantillas a las hormas es necesario el uso de la máquina engrampadora presentado en la figura 22.



Figura 22 Máquina engrampadora-accionamiento neumático

9. Armado de puntas y talones

Una vez se han preparado las hormas, el operario las transporta manualmente al área de armado de puntas utilizando una estantería con ruedas, en esta área se añade el corte a su respectiva horma previamente preparada. Esta actividad se la realiza con una máquina especializada en el armado de puntas con capacidad de un zapato a la vez, como se muestra en la figura 23.



Figura 23 Máquina armadora de puntas

Previo a ser formada la punta del calzado es necesaria la reactivación del cemento de contacto, para esto se utiliza un horno activador a base de gas licuado de petróleo presentado en la figura 24.



Figura 24 Horno activador

En el calzado de seguridad es necesario repetir el proceso de armado de puntas, ya que se requiere primero darle la forma requerida al calzado en su horma respectiva para luego ser desmontado con el fin de añadirle la punta de acero característica de este tipo de calzado, pasando por segunda vez por la máquina armadora de puntas fijando por completo la punta de acero al corte, como se muestra en la figura 25.



Figura 25 Fijado de punta metálica al calzado

Ya que se ha armado las puntas el corte se almacena en una estantería aledaña previo al armado de talones. Para esta actividad se necesita de la máquina Camboria, presentada en la figura 26, y de otro horno reactivador, presentado en la figura 27, esta actividad permite cerrar por completo el corte en su respectiva horma.



Figura 26 Máquina camboria - cierre de talones



Figura 27 Horno activador

Al final de este proceso es necesario el retiro del exceso de cuero presente en la planta de la horma, para esto el operario lo realiza de forma manual con el uso de una cuchilla afilada, además, se utilizan otras herramientas como un martillo y unas pinzas que facilitan el trabajo de recubrir la horma con el corte, obteniendo el resultado presentado en la figura 28.



Figura 28 Producto resultado del proceso de armado de puntas y talones

10. Plantado de la suela

Previo a el proceso de plantado de la suela, el operario comienza por retirar las grapas que fijaban la plantilla de armado a la horma, y se procede a reducir la grasa del corte armado, con el uso de la máquina cardadora, ver figura 29, luego de lo cual se prepara la suela y el corte armado utilizando activador, preimer y pegamento blanco preparado con vulcanizante.



Figura 29 Máquina cardadora

A continuación, el operario añade el pegamento preparado tanto a la suela como al corte con el uso de una brocha, luego son almacenadas en estantes para que otro operario reactive el pegamento en un horno, para que finalmente el operario se encargue del plantado de la suela manualmente, ver figura 30.



Figura 30 Plantado manual del calzado

Finalmente, para asegurar la correcta unión del corte con la planta es necesario el uso de un horno especializado para este fin el cual comprime el calzado hasta dejarlo completamente pegado, ver figura 31.



Figura 31 Horno de pegado de plantas

Al final de este proceso el operario extrae el zapato terminado de su horma, ver figura 32, y es almacenado en estantes cercanos al área de terminado.



Figura 32 Calzado terminado

11. Terminado

Este es el proceso final de la producción del calzado, aquí se realiza el control final de calidad para cada zapato. Para esto el operario realiza una inspección visual minuciosa de todas las características del calzado para descartar cualquier zapato defectuoso para ser reprocesado.

Además, en esta área el operario le da un mejor acabado al calzado, de da brillo con el uso de la máquina cepilladora, ver figura 33, y se añade cualquier sello o diseño con el uso de la máquina estampadora a base de calor. Se añaden los cordones, tallas y el logo de la empresa, para finalmente ser empacado y almacenado.



Figura 33 Máquina cepilladora

Todo el proceso de fabricación se puede resumir en el cursograma analítico de la figura 34. El cual contiene un total de 42 actividades para obtener el producto terminado, las cuales se dividen en: 27 operaciones, 5 transportes, 7 demoras, 1 inspección y 2 almacenamientos.

CURSOGRAMA ANALÍTICO	OPERACIÓN/MATERIAL/EQUIPO					
	ACTIVIDAD	ACTUAL	PROPUESTA	ECONOMÍA		
Diagrama num: 1°	Operación	27				
Actividad: Proceso de producción	Transporte	5				
Empresa: Calzado SINELL	Demora	7				
Diseñado por Jefferson Ariel Condo Llerena	Inspección	1				
Aprobado por: Ing. Luis Morales	Almacen	2				
DESCRIPCIÓN	Cantidad	SIMBOLO			OBSERVACIONES	
		●	➔	◐		
Recepción y almacenamiento de materia prima		●				
Transportar la materia prima al área de corte		●	➔			
Cortar las piezas según el modelo		●			Con cuchillas (chaveta) y moldes metálicos	
Clasificar las piezas cortadas		●				
Transportar al área de desbastado		●	➔			
Desbastar de bordes		●				
Almacenar piezas desbastadas		●				
Enviar a aparadores externos				●		
Recibir los cortes aparados en el área de empastado.		●				
Troquelear puntas y dentro termo adheribles, plantillas		●				
Preparar el corte para empastado		●			Se recorta el exceso de forros	
Empastar el corte		●			Se añade dentro y puntas termo adheribles	
Añadir pegamento en los bordes internos del corte		●				
Almacenar en árbol de almacenamiento del área de empastado				●		
Selección de hormas de corte		●			Considerar tamaño y modelo	
Corte de plantillas		●				
Almacenamiento de plantillas		●		●		
Selección de la horma adecuada para el corte		●				
Adición de plantillas de armado a la horma		●				
Almacenamiento de hormas en estantes móviles		●		●		
Transporte al área de montaje		●	➔			
Activación del pegamento del corte		●		●	20 -30 segundos	
Montaje del corte en la horma		●				
Adaptación del corte a la horma		●				
Almacenamiento en estantes del área de montaje		●		●		
Activación del pegamento		●		●		
Armado de talones		●				
Adaptación final del corte a la horma y corte de excesos		●				
Almacenamiento de en el área de montaje				●		
Transporte al área de cardado		●	➔			
Cardado de la base del calzado		●				
Transporte al área de plantado		●	➔			
Selección de la planta		●				
Preparación de plantas		●			Uso de activador y disolvente i333	
Aplicación de pegamento en la base del corte y el borde interno de la planta		●				
Reactivación de pegamento- planta y corte (horno activador)		●		●	10 segundos	
Plantado manual del corte		●				
Preñado para acabado final del calzado		●			Considerar presiones y temperatura para los diferentes tipos de suela.	
Inspección visual del calzado		●		●		
Corrección de problemas o defectos		●				
Colocación de cordones, tallas, plantillas y abrillantado del cuero		●				
Empacado y almacenaje final del calzado		●				
TOTAL		27	5	7	1	2

Figura 34 Cursograma analítico proceso de fabricación

Interpretación de la encuesta y entrevista

Con el fin de corroborar la información recogida en base a observación directa en las visitas a la empresa, fue necesario el uso de otras herramientas por lo que se diseñó y aplicó una entrevista al dueño de la empresa, ver anexo 1, y una encuesta a los 9 empleados, ver anexo 2, de la cual se obtuvo la siguiente información.

Actualmente la empresa de fabricación de calzado Sinell se maneja un proceso de contratación basado principalmente en la experiencia y capacidades de sus operarios, aspecto que se corrobora con la pregunta N°2 de la encuesta en la cual la mayor parte de los trabajadores tienen una experiencia de varios años en actividades específicas del proceso de fabricación de calzado.

Además, se identificó que dentro del proceso se pueden presentar varios tipos de defectos que obligan a reprocesar los productos, estos reprocesos en base al criterio del dueño y gerente de la empresa se presentan todos los días, convirtiéndose en un problema importante al necesitarse recursos materiales y humanos adicionales para poder ser corregidos, es decir, se requiere incurrir en gastos que provocan pérdidas para la empresa.

Este problema tiene un mayor impacto en la empresa ya que dentro del proceso de fabricación se maneja únicamente un proceso (terminado) para el control de calidad del producto, siendo este al final de la línea de producción, incurriendo en muchos de los casos a desmontar por completo el zapato con el fin de corregir un defecto, además de convertirse en un riesgo al no poder asegurar que todos los problemas sean identificados, enviando calzados defectuosos al cliente final, generando molestias y en el peor de los casos perdiendo clientes.

Adicional a esto se identificó que tanto el personal operativo como el directivo no manejan adecuadamente sus procesos, manteniendo únicamente registros de las ordenes de pedidos de los clientes mediante una codificación propia y registro del avance de estos. Mientras que, para el manejo de equipos, uso de pegamentos o químicos o cualquier otro proceso importante no se cuenta con una estandarización adecuada, a casusa de que la administración de la empresa confía plenamente en los

conocimientos de su personal operativo por lo que no creen conveniente el manejar manuales o procedimientos.

Se obtuvo los problemas más comunes que se presentan en el proceso productivo según la experiencia de los operarios, estos son descritos en la tabla 4. Los defectos están agrupados de acuerdo con las etapas del proceso de fabricación en las que pueden ser originados.

Como se observa en la tabla 4, cada uno de los defectos que fueron identificados son de variable tipo atributo, esto por los criterios internos de la empresa en base a los cuales se determina si un producto es o no defectuoso, basándose únicamente en la identificación de problemas visibles que podrían ser detectados por los clientes, en palabras del Gerente “que el calzado sea pulcro en su totalidad evitando cualquier problema en el cuero sea este de fabrica o causado en el proceso productivo”.

Tabla 4. Defectos del proceso productivo

Proceso	Fallas	Oportunidades de defecto por proceso
Corte	Forma del corte incorrecto, Presencia de manchas o raspones.	2
Desbastado	Desbaste muy ancho o delgado	2
Aparado	Piezas mal centradas, Forros mal cosidos.	2
Empastado	Piezas termo adheribles mal fijadas, Golpes o arrugas (fisuras).	2
Armado de puntas y talones	Montaje en horma incorrecta, Corte mal amoldado a la horma, Golpes o arrugas (fisuras)	3
Plantado	Problemas de pegado (exceso o escasez de pegamento), Corte y suela de diferente medida, Mala unión de la planta con el corte.	3
Terminado	Tonos de color diferentes	1

De la pregunta 6 se pudo determinar, en base a los criterios de los operarios encuestados y de la información recolectada hasta este punto, las principales causas de la presencia de defectos en el producto final. Esta información es presentada en el diagrama causa y efecto de la figura 35, el cual permite analizar el origen de dichos defectos entre los cuales la mano de obra es una de las principales fuentes de problemas en el proceso productivo, debido a que en muchos de los casos los operarios tienen que trabajar bajo presión para cumplir con las fechas de entrega generando descuidos y prisas al momento de desarrollar su trabajo aumentando el riesgo de presentarse problemas de calidad.

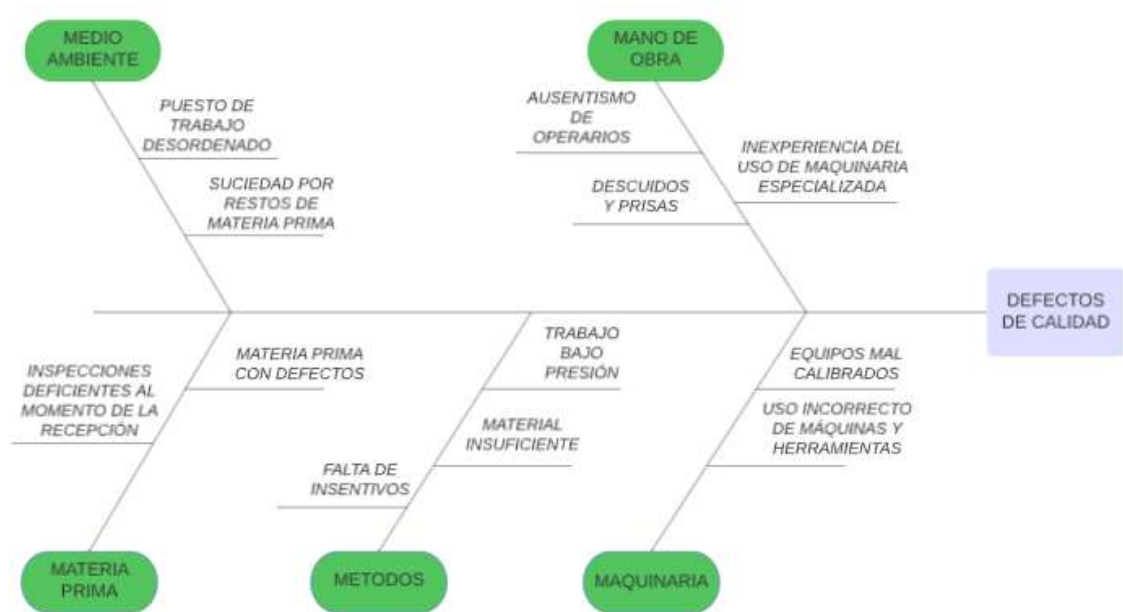


Figura 35 Diagrama causa-efecto - defectos en el proceso productivo

Aplicación de la metodología DMAIC

Fase de Definir







1. Problema







La dirección de la empresa de fabricación de calzado Sinell identificó que sus procesos presentan diferentes defectos que afectan la calidad de sus productos, estos problemas se hicieron evidentes al tener productos que reprocesar la mayoría de los días laborables. Dichos reprocesos causan que la empresa utilice recursos materiales y humanos adicionales para solucionarlos, generando un costo adicional innecesario al precio final del producto, además de ser una de las principales causas de las demoras en los tiempos de entrega en periodos de alta demanda de producción.

Por la forma en la que se manejan los procesos, los defectos en su mayoría son identificados al final del proceso de fabricación, en el terminado del calzado. Este es un factor determinante a la hora de realizar los reprocesos y la pérdida de tiempo que esto implica, ya que es necesario el desmontado por completo del calzado para poder retirar las piezas que presentan problemas, además del tiempo requerido para encontrar el tipo de cuero adecuado, moldes y demás materiales necesarios. Conllevando un desperdicio considerable de tiempo al tener que pasar por todo el proceso de producción por segunda ocasión.

El siguiente factor importante para la empresa es que el nivel de calidad del producto actualmente está determinado por las habilidades de sus trabajadores, es decir, los procesos se manejan de forma empírica, basado en los años de experiencia de los operarios y por los controles realizados por el área directiva. Debido a esto se ha definido criterios de clasificación para las oportunidades de defecto que se obtuvieron a través de la encuesta, que se presentan en la tabla 4, determinando así que se cuenta con 15 oportunidades de defecto por cada zapato. Estos criterios se definen con el fin de tener una base para decidir si un defecto tiene una influencia directa en la percepción del cliente, para lo cual se utiliza una calificación de 1 o 10 como se presenta en la tabla 5.

Tabla 5. Descripción y ponderación de defectos

Oportunidad de falla	Descripción	Imagen	Ponderación
Forma del corte incorrecto	Las piezas cortadas no coinciden con el molde metálico.		10
Presencia de manchas o raspones	Desgaste o daño del cuero que provoca grietas en cualquier parte del zapato.		10
Tonos de color diferentes.	Las piezas que conforman un zapato presentan diferencias en el color.		10
Desbaste muy ancho o delgado	Las partes desbastadas se fisuran al no tener el espesor necesario para soportar la costura.		10
Piezas mal centradas	Problema de simetría de piezas mal unidas en el proceso de aparado.		10
Forros mal cosidos	El forro no cuenta con las costuras necesarias para fijarse correctamente al corte.		1

<p>Problemas de pegado (exceso o escasez de pegamento)</p>	<p>Al momento de unir el corte con la suela existe pegamento en partes externas a la zona de unión o no está completamente adherida.</p>		<p>10</p>
<p>Piezas termo adheribles mal fijadas</p>	<p>Las piezas termo adheribles no alcanzaron la temperatura necesaria para fundirse con el corte.</p>		<p>10</p>
<p>Presencia de golpes o arrugas (fisuras).</p>	<p>El corte presenta problemas en una o varias piezas de cuero al no ser correctamente estiradas en el molde.</p>		<p>1</p>
<p>Montaje en horma incorrecta</p>	<p>Se utiliza un molde de diferente medida a la del diseño del corte.</p>		<p>1</p>
<p>Corte mal amoldado a la horma</p>	<p>El corte no es correctamente estirado en la horma al momento de armar las puntas y talones.</p>		<p>1</p>
<p>Corte y suela de diferente medida</p>	<p>Al momento del plantado la medida de la suela no coincide con el tamaño del corte.</p>		<p>10</p>

Mala unión de la planta con el corte.	La suela no está correctamente centrada con el corte o la suela no se fijó por completo al corte.		10
---------------------------------------	---	--	----

Nota: Se pondera como 1 a un defecto que no requiere ser reprocesado, es decir, no se rechaza el producto y 10 para un defecto que requiere que el zapato sea reprocesado, el producto se demerita. Calificación determinada en conjunto con el área administrativa y en referencia a la norma [26].

Finalmente, se determina que el proceso productivo no cuenta con ningún tipo de indicador que defina el nivel de calidad con el que se ha estado trabajando o tan siquiera con registros de quejas o reclamos presentados por los clientes, esto impide contar con datos históricos que permitan determinar la satisfacción de clientes internos y externos de la empresa.

2. Selección del producto objeto a estudio

Debido a que el desarrollo del proyecto se extendió en el tiempo, se obtuvo nuevos datos que determinen el estado actual de la empresa, dejando la información que se tomó del lote de producción de 120 pares de botas de seguridad, con un tipo de cuero Graso 1.8 con suela de caucho como un punto de comparación con la información de la producción actual. Por esta razón se analizó si el calzado de seguridad sigue siendo el más representativo para la empresa, a través de un diagrama ABC de la producción enero-abril del presente año dando como resultado la figura 36.

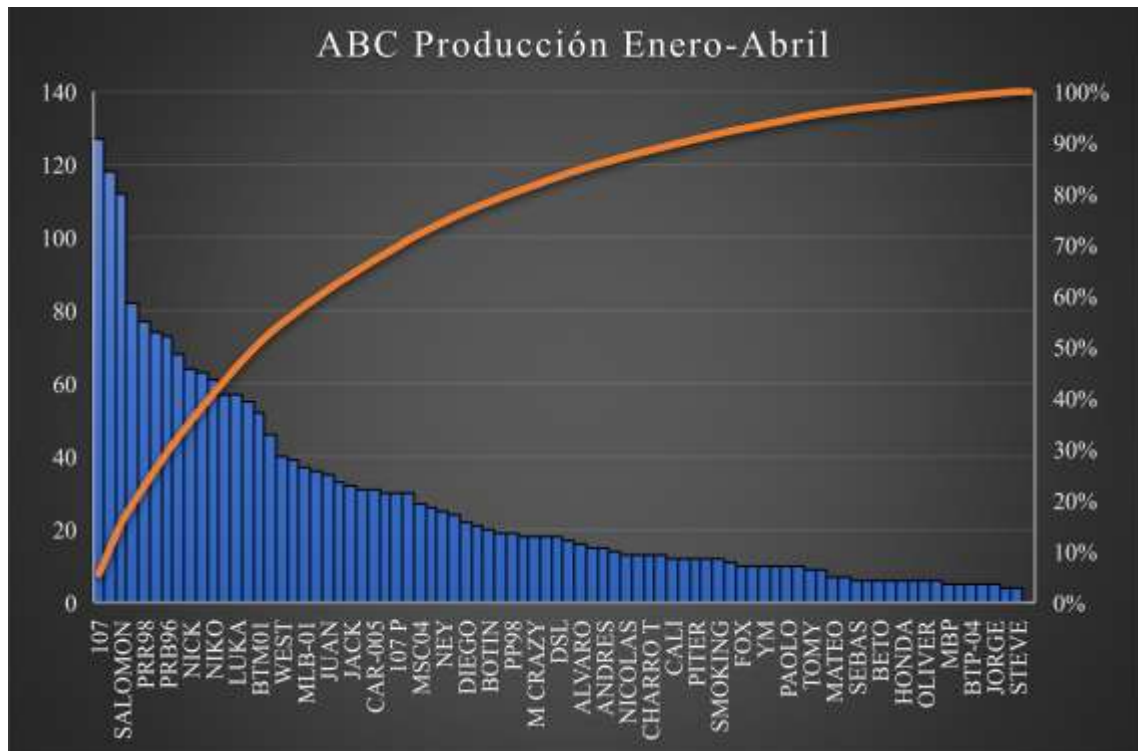


Figura 36 Análisis ABC producción

Análisis: los resultados determinan que dentro del 80% de la producción de los meses de enero a abril del presente año se encuentran 30 modelos de calzado. Estos modelos pertenecen netamente a la línea de calzado formal. Esta situación es consecuencia de la actual problemática de violencia que existe en el país, en especial en la región costa, debido a la cual no se cuenta con pedidos normales, reduciendo la producción del calzado de seguridad, el deportivo y de trekking.

Por esta razón se cambió de objeto de estudio basado en la producción actual, de la cual se tomó 20 muestras de producción, de las cuales se obtuvo los datos presentados de en la tabla 2.

3. Defectos más recurrentes en el proceso

En la figura 37, se presenta un diagrama de Pareto de la frecuencia de aparición de los defectos en el proceso de producción. A través del cual se identificó los defectos que más incidencia tiene dentro del proceso, dando como resultado que el 75% de los defectos detectados están dados por 2 tipos principales, por la presencia de golpes o arrugas y por el exceso o escasez de pegamento en la unión de la suela con el corte, seguido de problemas en el tono de color de las piezas que conforman el corte y

problemas de manchas y de desgaste, que no abarcan más de un 6% del total de defectos encontrados.

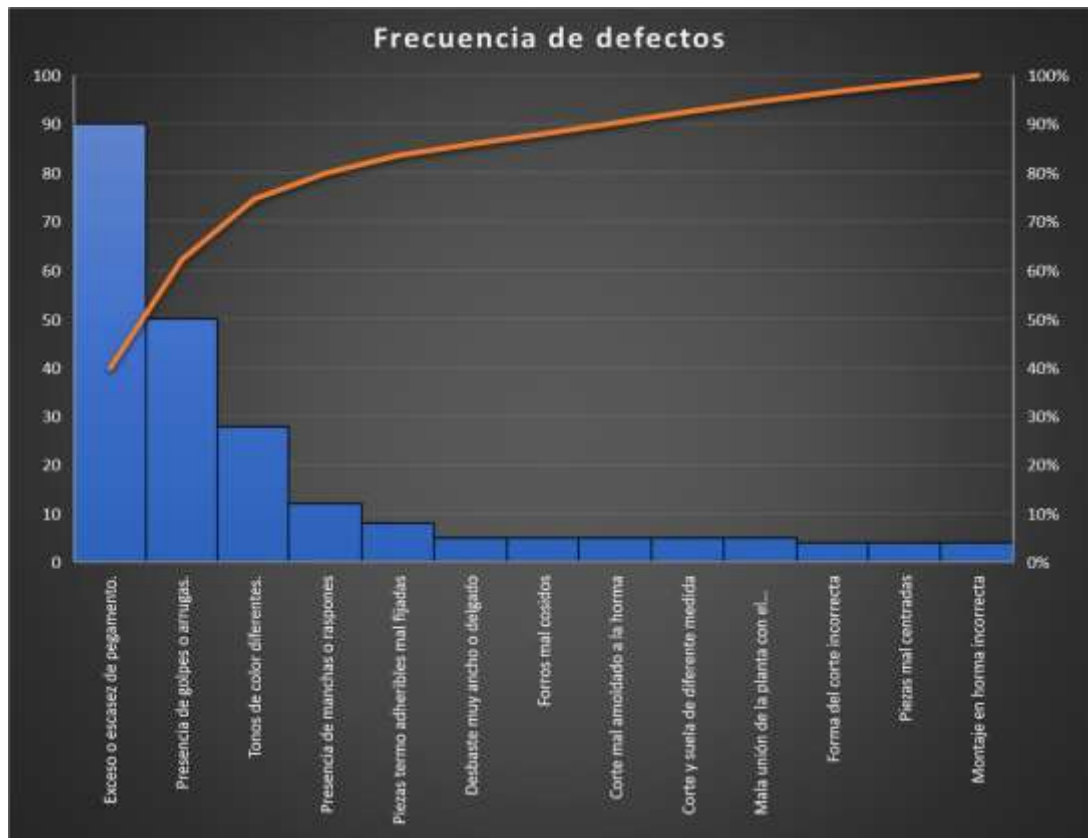


Figura 37 Diagrama de Pareto- frecuencia de aparición de defecto

Análisis: Los resultados del diagrama de la figura 34 delimitan el alcance del proyecto Six Sigma, enfocándolo en los defectos que se presentan casi todos los días y que deben ser corregidos en el proceso de terminado, requiriendo de tiempo extra para obtener los productos terminados. Cabe mencionar que el defecto de “Presencia de golpes o arrugas” que es el segundo defecto con más ocurrencia no considera un defecto menor y que no genera problema para la empresa, en base a la referencia de la norma [26], que únicamente requiere de calor para ser corregido.

Por esta razón, el proyecto se enfocó en reducir la aparición del defecto “Exceso o escasez de pegamento”, el cual representa el 40% de los defectos identificados durante el estudio y que se origina en el proceso de Plantado.

4. Clientes

La calidad de cualquier producto o servicio siempre estará determinada por el cliente, ya que este será el que defina si cumple o no la función para la que fue diseñado, es por lo que se hace necesario definir cada uno de los clientes que estarán involucrados en la producción de calzado de seguridad. Para el caso de la empresa estos clientes están comprendidos en 2 categorías: los internos que son los operarios de cada uno de los procesos de fabricación y externos que definen las especificaciones del producto final. Dichos clientes se presentan en el diagrama SIPOC, figura 38, permitiendo analizar el proceso con la visualización de sus proveedores, entradas y salidas.



Figura 38 Diagrama SIPOC del proceso de fabricación

Análisis: la figura 37 se define que la empresa cuenta con 4 principales proveedores para la producción de calzado de seguridad los cuales son: Ecuatoriana de curtidos Salazar, Comercial Yolanda Salazar, Poli productos Comercial Garza y JMP Químicos, de los cuales se obtiene como entradas para el proceso el cuero, forros, suelas, pegamentos y demás materiales que son necesarios para conformar el calzado, pasando por 7 procesos principales que se desarrollan dentro de la empresa desde el corte de las piezas hasta el terminado y empaque del producto final,

tomando en cuenta a cada uno de los operarios de la de empresa como clientes internos del proceso anterior, ya que los procesos se desarrollan en base a una línea de ensamble que lleva el producto por cada una de las áreas de la empresa, y finalmente tomando en cuenta al cliente externo que para el proceso se consideran a los consumidores finales y los mayoristas.

5. CTQS

Los clientes anteriormente identificados son los que definen los requerimientos que debe cumplir el producto final, es decir, se deberá cumplir con sus necesidades para tener un producto de calidad. Estas necesidades estarán basadas en los atributos del producto que fueron tomados en cuenta para ser medidos.

Para determinar las principales necesidades de los clientes se utilizó la herramienta de lluvia de ideas con los operarios y el área directiva de la empresa, según el formato presentado en el anexo 3, de ahí es obtuvo las ideas presentadas en la tabla 6.

Tabla 6. Lluvia de ideas- necesidades de los clientes

Cliente	Necesidades
Interno - Externo	Cumpla con los tiempos de entrega
	Los lotes de producción estén completos y en la cantidad adecuada
	Todos los materiales tengan la calidad requerida.
	Los lotes estén adecuadamente agrupados.
	Se cumpla con las especificaciones (color, tamaño, material)
Externo	El calzado sea cómodo
	El precio sea accesible

Análisis: de la tabla 6 se obtuvo que las necesidades de los clientes están directamente relacionadas con la calidad de fabricación y como son capaces de satisfacer las necesidades del cliente. Estos dos parámetros serán los indicadores de medición de la eficiencia del proceso productivo, por lo que se define el cálculo de DPMO y nivel sigma para el control de calidad interno y encuestas de satisfacción para el cliente externo.

6. Definición del equipo de trabajo

Otra parte importante del desarrollo de un proyecto Six Sigma es la identificación del personal que estará involucrado en su desarrollo y cuáles serán las actividades que serán desarrolladas por cada uno, con el fin de comunicar de forma clara cuales son los recursos humanos necesarios para el cumplimiento de los objetivos planteados para el proyecto. Esta definición se la presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Definición del equipo de trabajo

Cargo	Fase de intervención	Descripción
Investigador	Definir Medir Analizar Mejorar Controlar	Encargado del diseño y aplicación de todas las etapas de la metodología DMAIC con el fin de conocer y controlar la calidad en el proceso de producción de calzado de seguridad.
Gerente	Definir Mejorar	Proporcionar la información inicial para conocer el proceso productivo y los principales defectos que se presentan.
Jefe de producción	Medir Analizar Mejorar	Complementar y corroborar la información que se va a recolectar con del desarrollo de las etapas de la metodología. Supervisar y controlar que las

	Controlar	actividades se desarrollen normalmente dentro de la empresa.
Operarios	<p>Medir</p> <p>Analizar</p> <p>Mejorar</p> <p>Controlar</p>	<p>Proporcionar la información crítica para la investigación relacionada con el proceso y sus necesidades, principales problemas identificados y demás información requerida.</p> <p>Identificar las principales causas que ocasionan los defectos identificados e implementar las posibles mejoras desarrolladas en conjunto con el Área administrativa.</p>

Marco del Proyecto Six Sigma

En base a la información recolectada se establece el marco del proyecto Six Sigma detallado en la tabla 8, el cual se resume el propósito del proyecto, su alcance, objetivo, quienes están involucrados, el tiempo de ejecución y otra información relevante para este.

Tabla 8. Marco del proyecto Six Sigma

Marco del proyecto Six Sigma – Calzado Sinell	Fecha: 10 de mayo	Versión: 1
Título/propósito: Reducir problemas de exceso o escasez de pegamento en el proceso de plantado de la empresa Calzado Sinell.		
Necesidades del negocio a ser atendidas: como la empresa requiere ser más competitiva con respecto de su competencia, se busca reducir costos de producción y tiempos de entrega del producto, en base a la medición de la producción en un periodo de 5 semanas, a partir del 9 de mayo con el fin de determinar el nivel sigma del proceso, definir su causa raíz y las oportunidades de mejora que tiene el proceso.		
Declaración del problema: en la actualidad el proceso presenta una proporción de 6% de productos defectuosos, con un rendimiento del 93,82% y un nivel sigma a largo plazo de 3,04 σ , alcanzando un aproximado de 66 807 unidades defectuosas por cada millón de unidades fabricadas.		

<p>Objetivo: Proponer mejoras que ayuden a reducir la frecuencia de aparición de problemas generados en el proceso de plantado.</p>
<p>Alcance: el proyecto se limita al proceso de plantado, específicamente en modelos de calzado formal, con énfasis en el problema de exceso o escasez de pegamento.</p>
<p>Equipo/responsabilidades:</p> <p>Jefferson Condo: Investigador encargado de desarrollar el proyecto Six Sigma, planificar y dar cumplimiento a las actividades planificadas dentro del ciclo DMAIC. Presentar el informe del proyecto al ser culminado</p> <p>Ramiro Sillagana López: Gerente y dueño de la empresa, el responsable directo del cumplimiento y desarrollo correcto del proyecto en conjunto con el investigador. Ya que de él depende el compromiso de la empresa con el cumplimiento de los objetivos del proyecto.</p> <p>Ramiro Sillagana-Hijo: jefe de producción encargado de apoyar y dirigir la participación de los operarios en las actividades planificadas para el proyecto.</p> <p>Operarios del proceso de plantado: recurso indispensable, ya que es el personal encargado de proporcionar toda la información necesaria para el estudio, la identificación de las principales causas del problema y apoyar en dar solución a las mismas.</p>
<p>Recursos: Hojas de verificación, cartas de control, encuestas, entrevista, visitas recurrentes a la planta de producción.</p>
<p>Métricas: DPMO y Nivel sigma.</p>
<p>Fecha de inicio: mayo de 2023</p>
<p>Fecha de finalización: julio de 2023</p>
<p>Entregable del proyecto: Documentación del proceso de plantado, formatos de herramientas utilizadas en el ciclo DMAIC, propuestas de mejora para reducir la presencia de problemas en el proceso de plantado.</p>

Fase de Medir

Estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) para atributos

El estudio se realizó con 2 operarios del proceso de terminado, tomando 2 mediciones con una semana de diferencia un total de 30 unidades, obteniendo un total de 60 mediciones, con lo que se obtuvo los datos presentados en el anexo 4.

Con estos datos se aplicó las ecuaciones 1 a la 5 descritas en el apartado de fundamentación teórica, estos resultados se describen en el proceso las tablas 13, 14 y 15 del anexo 5, los resultados son resumidos en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados del estudio R&R

Fuente	Porcentaje de desacuerdos	
Repetibilidad	$ND\ rep = \frac{11}{60} \times 100 = 18,33\%$	
Reproducibilidad	$ND\ repro = \frac{30}{120} = 25\%$	
Total	$ND\ rep = \frac{41}{180} \times 100 = 22,78\%$	
Operador	Repetibilidad	Piezas aceptadas
1	6,67%	56,67%
2	30%	61,67%
Promedio	18,34%	59,17%

Análisis y discusión:

Los resultados de la tabla 9 demuestran que el proceso tiene un porcentaje de R&R de 22,78%, lo cual nos dice que el sistema de medición está dentro de los criterios de aceptación, es decir es aceptado, sin embargo, no significa que el sistema sea el mejor puesto que se encuentra cercano al límite para ser inaceptable (30%) [10], [18]. Siendo el porcentaje de reproducibilidad el que más problemas genera al momento de realizar mediciones debido a que este refleja el nivel de desacuerdo que tiene una pareja de operarios, que en el caso de estudio se tomó un operario que trabaja a tiempo parcial y que tiende a rotar por otros puestos de trabajo.

Es evidente que los operarios no cuentan con criterios iguales, siendo esta la razón de presentar un 25% de desacuerdo en la determinación de que un producto presenta o no un defecto. Esta situación podría tomarse como una oportunidad de mejora que contribuya a la reducción de la diferencia de conocimientos entre operarios, que pueden ser controlados con planes de capacitaciones para contemplar los conceptos adecuados del proceso y estandarizando los procesos que pueden llegar a reducir el porcentaje de reproducibilidad a menos de un 10% [10], [27].

Carta de control tipo p

Se analizó la variabilidad del proceso de plantado a través del diseño de una carta de control para atributos de tipo p, permitiendo identificar la proporción de zapatos defectuosos que se presentaron en cada subgrupo, ver tabla 10. En esta tabla se presenta la media de productos defectuosos igual a 0,063, es decir, existe en promedio 6,3 defectuosos por cada 100 zapatos fabricados, y que esta proporción va a variar de entre los límites 0,0278 (LCI) y 0,175 (LCS), es decir que habrá entre 3 y 18 zapatos defectuosos por cada 100 zapatos producidos.

Tabla 10. Cálculo proporciones de defectos para la carta de control

Subgrupo	Zapatos fabricados	Defectuosos	Proporción
1	76	3	0,0395
2	60	2	0,0333
3	72	4	0,0556
4	50	7	0,1400
5	45	2	0,0444
6	62	4	0,0645
7	72	2	0,0278
8	53	3	0,0566
9	63	3	0,0476
10	50	2	0,0400
11	48	3	0,0625
12	69	4	0,0580
13	42	2	0,0476
14	40	2	0,0500
15	35	4	0,1143
16	40	7	0,1750
17	38	2	0,0526
18	50	4	0,0800
19	62	3	0,0484

20	54	6	0,1111
Total	1081	69	
Subgrupo promedio	54,05	\bar{p}	0,0638
LCS	0,16362587	LCI	0

Con los datos de la tabla 10 se diseñó la Carta tipo p presentada en la figura 39.

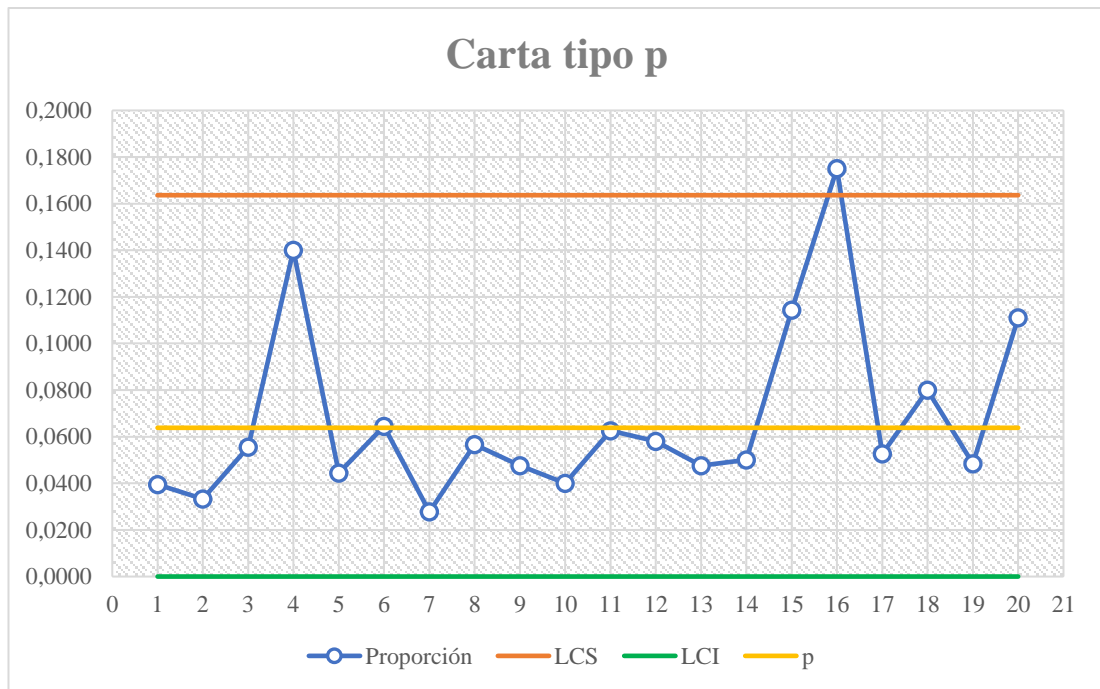


Figura 39 Carta tipo p - proporción de defectos

Análisis: La carta presenta que el subgrupo 16 es el único que se encuentra fuera del límite superior de la carta, es decir que el proceso en ese día estuvo sujeto a situaciones o causas especiales, al igual del subgrupo 4 el cual se encuentra muy cerca de alcanzar el límite natural del proceso. Al analizar los datos se pudo identificar un pequeño patrón especial, que puede ser dado en base al día de entrega de los pedidos, ya que tanto el grupo 4, el 16 y el 20 son subgrupos tomados el viernes.

Discusión: los resultados sugieren que existe una situación especial que está alterando el desarrollo natural del proceso, ya que, los viernes la empresa analiza la producción y se prepara los pedidos que deberán ser entregados, en caso de que no se cuenta con los productos terminados necesarios se genera presión hacia los operarios obligándolos a trabajar más rápido o más horas de las habituales. Dando como

resultado una situación anormal para el proceso que provoca mayor cantidad de errores por parte de los operarios al tratar de cumplir con los tiempos de entrega ya establecidos[18].

Se concluye que el proceso cuenta con una desviación estadística que impide mantener un nivel de defectos constantes y que afecta directamente a la calidad de producción de la empresa, que según otras investigaciones puede ser atribuido a 3 causas principales; los cambios constantes en el proceso, en el caso de la empresa el cambio de diseños y modelos de calzado; rotación de maquinaria y personal, aspecto que no se presenta en la empresa; por ultimo está el efecto de 2 operarios diferentes, que pueden llegar a tener habilidades o conocimientos diferentes que alteren el desarrollo del proceso[10], [18].

Al ser un proceso inestable se requiere determinar la capacidad del proceso, ya que, presenta variaciones impredecibles que pueden conducir a resultados inconsistentes y poco confiables, por lo que es recomendable diseñar e implementar mejoras [24], [27].

Índice de inestabilidad

Debido a que el proceso cuenta con un punto fuera de los límites normales del proceso, se calcula el porcentaje de inestabilidad que representa, en base a la ecuación 14 tenemos un porcentaje de 5%, contemplando un proceso regular en términos de estabilidad.

$$S_t = \frac{1}{20} * 100 = 5\%$$

Cálculo del nivel sigma

Se obtuvo que el proceso cuenta con una proporción de aproximadamente 6 productos defectuosos por cada 100 pares inspeccionados, al aplicar la ecuación 10.

$$DPU = \frac{69}{1081} = 0,0638$$

Con esta proporción, el rendimiento correspondiente del proceso mediante la ecuación 11, representa que la probabilidad de que una unidad esté libre de defectos es de un 93,82%, es decir que, un aproximado de 94 unidades por cada 100 fabricadas se encontraran libres de defectos.

$$Y = e^{-DPU} = e^{-0,0638} = 0,9382$$

Finalmente se calculó el nivel sigma del proceso Z_y con la ecuación 12 con lo que se obtuvo un valor igual a 1,54 sigmas. Por lo que al aplicar la ecuación 13 el nivel sigma a largo del proceso es igual a 3,04 sigmas.

$$Z_c = 1,54 + 1,5 = 3,04\sigma$$

Análisis: los resultados determinaron que el proceso cuenta con un nivel de sigma del proceso igual a 1,54 y considerando la variación entre subgrupos de 1,5 sigmas el nivel sigma a largo plazo para el proceso es igual a 3,04 σ , considerando como un proceso pobre en terminos de calidad, debido a que los problemas calidad del proceso pueden llegar a generar un costo entre un 25 a 40% de las ventas de la empresa [6], [20].

Al compararlo con los datos de la tabla de calidad de largo plazo con desplazamiento de 1,5 σ del anexo 7, se determina que el proceso cuenta con aproximadamente 66 807 unidades defectuosas por cada millón de unidades defectuosas, concluyendo que el proceso se encuentra muy lejos de ser un proceso six sigma, necesitando de atención y mejora [10], [18].

Fase de analizar

Determinar causa raíz

Se determinó las causas potenciales del problema de exceso o escasez de pegamento del proceso de plantado en base a un diagrama causa-efecto que se presentan en la figura 40.

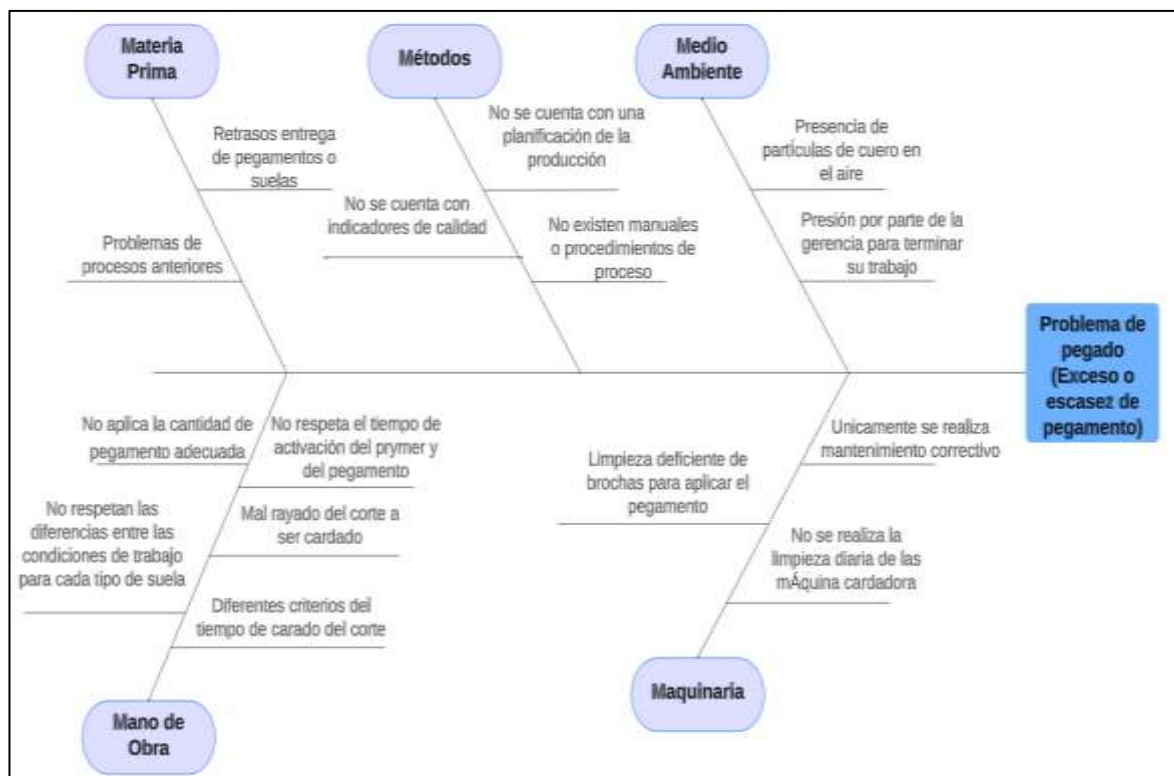


Figura 40 Diagrama causa-efecto defecto de exceso o escasez de pegamento

Análisis: La figura 39 presenta las principales causas del defecto estudiado, de acuerdo con las M's de calidad, encontrando 15 causas del defecto analizado.

La primera M, materia prima, la cual es provocada por retrasos por parte de los proveedores que no entregan el pegamento y suelas a tiempo, obligando a los operarios a trabajar a ritmos acelerados aumentando la probabilidad de generar defectos, además de que existe la presencia de problemas generados por otros procesos que en muchas ocasiones no son identificados hasta el proceso de terminado.

La siguiente M, método, muestra que dentro del proceso de plantado no se cuenta con procedimientos o manuales, no se mantiene indicadores o controles de calidad bien definidos, además de que no se planifica la producción, generando muchos problemas para que los operarios puedan cumplir con los pedidos, obligándolos a trabajar bajo presión sin respetar los tiempos de secado o la cantidad adecuada de pegamento.

Para la M de medio ambiente, está relacionado con las partículas que se generan al momento de desgastar el corte (cardado), que genera partículas volátiles que requieren limpiar constantemente el área de trabajo, para evitar que estas partículas se impregnen en la suela o corte y no permitan su fijación. Considerando además el ambiente de trabajo como una fuente de defectos, en especial los días en los que se prepara la producción a ser entregada, ya que el área directiva está obligada a cumplir con los pedidos presionando a los operarios.

Para la M de mano de obra es muy importante para la empresa, al ser un proceso en su mayoría artesanal la calidad de los productos va a depender de las habilidades y conocimientos de sus operarios, que en muchas ocasiones por presión o problemas personales sufren descuidos o accidentes que resultan en aplicar cantidades inadecuadas de pegamento, no respetar los tiempos de activación de los químicos utilizados para el pegado de las suelas, rayar mal el corte a ser cardado o simplemente llegan a olvidarse de considerar las diferentes condiciones de trabajo que se necesitan al cambiar de un tipo de suela a otra.

La última M para el proceso la maquinaria, determina que el proceso no cuenta con un plan de mantenimiento adecuado existiendo únicamente mantenimientos correctivos junto con la limpieza externa de las máquinas y herramientas utilizadas por parte de los operarios, que algunas veces no son respetadas siendo una fuente importante de problemas.

Se utilizó de la herramienta 5 Por qué, presentada en la tabla 16 del anexo 8, se determinó que el problema de exceso o escasez de pegamento se genera porque el proceso de plantado no está estandarizado.

Análisis: el análisis de las causas parciales del diagrama causa-efecto de la figura 36, determina que el origen de las no conformidades presentadas en el proceso de plantado está determinado por el método actual de trabajo, el no contar con procedimientos ni tampoco manejar algún tipo de documentación que permita conocer y controlar la calidad y capacidad de trabajo, contempla la fuente principal de las no conformidades. Considerando además que el área administrativa no maneja una planificación para la producción diaria, ocasionando que la empresa no cuente con la capacidad de manejar la variabilidad de la demanda de sus productos, en la

mayoría de las presentando situaciones de presión y prisa en sus empleados que provocan el aumento de defectos y problemas en la calidad de la producción.

Todo esto genera que la empresa llegue a perder clientes, afecte la imagen que tienen de la empresa y quedándose atrás respecto de su competencia, razón por la cual es necesario realizar mejoras para evitar que los problemas de calidad encontrados se sigan presentando en situaciones futuras [10], [27]. Al comparar esta situación con otras investigaciones determinan que el estandarizar procesos ayudan a las empresas a disminuir sus desperdicios y mejorar la calidad de los productos al contribuir a la organización y uso eficiente de sus recursos, llegando a involucrar de manera positiva al personal comprometiéndolos con la calidad [28], [27].

Fase de mejora

Propuesta de mejora para la causa raíz “el proceso de plantado no está estandarizado”

Se presenta la propuesta para solucionar la causa raíz de que el proceso no está estandarizado, determinando como solución el diseño de un manual de procedimiento para las actividades que involucra el proceso de planta, presentada en el anexo 9. Solución que se obtuvo al aplicar la herramienta 5W y 1H, presentada en la tabla 11.

Tabla 11. Análisis 5W y 1H de la causa raíz

<i>5W 1H</i>	<i>Pregunta</i>	<i>Respuesta</i>
<i>¿Qué?</i>	¿Qué problema se tiene?	El proceso de plantado no cuenta con documentación que sirva para el correcto desarrollo de sus actividades.
<i>¿Por qué?</i>	¿Qué objetivo hay?	Estandarizar el proceso para determinar el procedimiento adecuado de plantado, manteniendo las mismas

		condiciones de trabajo y respetando las condiciones necesarias.
<i>¿Dónde?</i>	¿Dónde sucede?	Proceso de planta, subprocesos de cardado, preparado y plantado.
<i>¿Cuándo?</i>	¿Cuándo se presenta el problema?	Cuando los operarios tienen dudas para el desarrollo de las actividades de plantado y no cuentan con un documento en el cual puedan guiarse.
<i>¿Quién?</i>	¿Quiénes están involucrados con el problema?	Jefe de producción, operarios del proceso de plantado y terminado
<i>¿Cómo?</i>	¿Cómo se soluciona el problema?	Con la elaboración de un procedimiento de trabajo estandarizado para el proceso de plantado

Análisis: en conclusión, las no conformidades presentadas en el proceso de plantado, específicamente con los problemas de exceso o escasez de pegamento, son originados por problemas de variación en el desarrollo de las actividades del proceso, involucrando errores humanos en conformidad con los tiempos, cantidades o condiciones de trabajo que ocasionan que el proceso genere la mayor cantidad de problemas de calidad. Determinando que la forma de solucionar las variaciones y criterios de cada operador para generalizarlos en un procedimiento que contenga las herramientas, actividades y condiciones adecuadas.

Se definió el proceso adecuado para el desarrollo de la actividad de plantado, ver figura 41, para lo cual se añadió un punto de control al inicio del proceso para detectar posibles problemas de calidad originados por procesos anteriores,

notificándolos al jefe de producción quien es el encargado de tomar la decisión de que puedan ser reprocesados por los anteriores procesos o requieran de cambio de piezas y ser posteriormente desmontados.

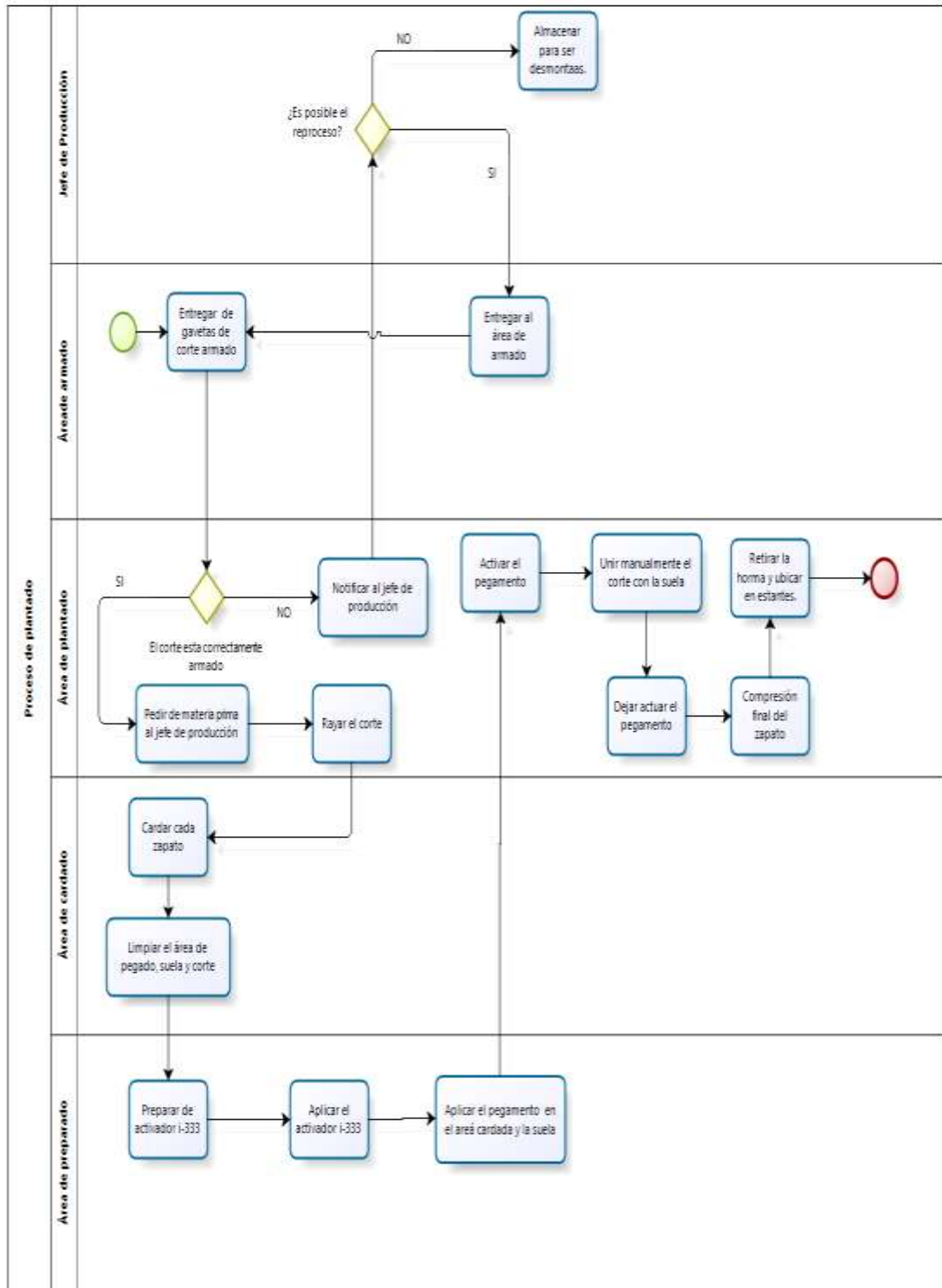


Figura 41 Diagrama de flujo, proceso de plantado

Dentro del procedimiento se estandarizó y definió las actividades críticas dentro del proceso, definiendo las consideraciones necesarias para que el proceso se desarrolle correctamente, estas se resumen a continuación:

- Tiempo de cardado de 50 segundos.
- La mezcla del activador tiene una proporción de 1 bolsa de químico en polvo por cada 250 centímetros cúbicos de solvente.
- El tiempo de reposo del activador previo a su aplicación es de 10 minutos y su vida útil una vez mezclado es de 8 horas.
- Tiempo de actuación del activador mínimo es de 45 minutos.
- Para la aplicación del pegamento es necesaria una brocha plástica de 1 pulgada, si se requiere limpiar se utiliza el disolvente del activador.
- El tiempo de secado del pegamento es de 15 minutos, con un tiempo de reactivación con calor de 7 a 10 segundos.
- Las condiciones de trabajo para la máquina de compresión son: presión de 40 lb fuerza/in² con un tiempo de 7 segundos, variando la temperatura de 60 °C para suelas de caucho, 40°C para PVC y 30°C para suelas TR.
- Se considero necesario el uso de equipos de seguridad en base a los riesgos identificados como son: una máscara para gases y vapores, guantes de seguridad y tapones auditivos.

Se complemento la producción con el diseño de 2 indicadores para el proceso, el primero para determinar la capacidad de producción del proceso analizado con una frecuencia semanal y el segundo para determinar el porcentaje de pares defectuosos encontrados respecto del total de la producción mensual, que permiten mantener un control adecuado de la calidad del proceso

Ficha de especificaciones

Con el fin de mejorar la calidad del producto desde su diseño se creó una ficha para definir las especificaciones básicas establecidas según las normativas vigentes [26], [29]–[32]. Se presenta la información para calzado formal figura 42 y en considerando que el proyecto comenzó como una propuesta de control de calidad del calzado de seguridad se presenta como complemento en la figura 43 los requerimientos básicos obligatorios para este calzado.



TIPO DE ZAPATO	Formal				
MATERIAL	Cuero: graso, novu, gamuza				
TIPO DE SUELA	Caucho - PVC . TR				
Material	Requisitos	Unidad	Valor		Método de ensayo
			Min	Max	
Cuero	Resistencia a la tracción	Mpa	19,6		INEN 1061
	Resistencia al desgarre	N/mm	50		INEN 561
	Resistencia a la flexión	Número de flexión	20000		INEN 1807
	Contenido de humedad	%	12	18	INEN 565
	Contenido de grasas	%	3	7	INEN 563
	Alargamiento	%	15	30	INEN 1061
	Alargamiento a la rotura de la flor	%	65		INEN 555
Suela	Resistencia a la tracción	N/cm ²	2250		INEN-ISO 3376
	Resistencia al agua (absorción después de 30 min.)	%		30	INEN-ISO 5404
	Resistencia a la abrasión	mm ³		400	INEN-ISO 20871
	Resistencia al agrietamiento	Número del mandril	7		INEN-ISO 3378
Costuras	Resistencia de unión	N/cm ²	200		INEN 1917

Figura 42 Ficha de especificaciones para calzado formal


FICHA TÉCNICA						
						
TIPO DE ZAPATO	Seguridad					
MATERIAL	Cuero: graso, gamuza					
TIPO DE SUELA	Caucho - PVC					
Material	Requisitos	Unidad	Valor		Método de ensayo	
			Min	Max		
Cuero	Resistencia a la tracción	Mpa	29,4		INEN 1061	
	Resistencia al desgarre	N/mm	50		INEN 561	
	Flexibilidad	Flexiones	30000		INEN 1807	
	Contenido de cromo	%	2		INEN 566	
	Contenido de grasas	%	5	9	INEN 563	
	Encogimiento	%		5	INEN 561	
	Alargamiento a la ruptura	%		50	INEN 1061	
Suela	Resistencia a la tracción	N/cm ²	2250		INEN-ISO 3376	
	Resistencia al agua (absorción después de 30 min.)	%		30	INEN-ISO 5404	
	Resistencia a la abrasión	mm ³		200	INEN 1924	
	Resistencia a la perforación	daN	110		INEN 1925	
Caucho y elastómeros para capellada	Resistencia al agrietamiento	Número del mandril	7		INEN-ISO 3378	
	Resistencia a la tracción	MPa	9,4		INEN 1917	
	Alargamiento a la ruptura	%	200		INEN 1919	
	Resistencia al desgarre	N/mm	29,4			
	Flexibilidad para espesores en mm:					
			Flexiones	150		
Puntera de seguridad	Resistencia a la compresión (altura libre)	mm	20		INEN 1922	
	Resistencia al impacto (altura libre)	mm	20		INEN 1923	
Consideraciones de empaquetado						
Caja	Deberá contener: razón social del fabricante y marca comercial, denominación del producto, número del modelo, color, tipo y talla y Norma INEN de referencia (INEN 1926 Calzado de trabajo de seguridad. Requisitos)					

Figura 43 Ficha de especificaciones para calzado de seguridad

Análisis: las fichas de las figuras 38 y 39 presentan las especificaciones mínimas necesarias para los diferentes tipos de calzado de acuerdo con la normativa establecidas por el Instituto Ecuatoriano de Normalización. Presentando una base adecuada para la adquisición selección de materia prima, en especial para el calzado de seguridad que requiere de condiciones y base legal para asegurar que cumpla con

la función de proteger el pie de golpes, laceraciones, evitar accidentes por resbalones o quemaduras por productos químicos [31].

El uso de normas técnicas permite que cualquier empresa cuente con una base de gestión que ayude a determinar los conceptos básicos, requisitos mínimos de materiales y en las pruebas necesarias para certificar que un producto cumpla con las características adecuadas para ser más competitivos, asegurando que los productos sean seguros para ser utilizados por los clientes [26], [27].

Medición de la satisfacción del cliente

Con el fin de identificar nuevas oportunidades de mejora se propuso el diseño de encuestas de satisfacción para los clientes externos, basado en una ponderación cuantitativa de 0 a 10, considerando que de 0-3 no se satisface las necesidades del cliente, de 4-7 existe un cumplimiento mínimo y de 8-10 se considera que se han cumplido satisfactoriamente con las expectativas de los clientes. Considerando un espacio para obtener las opiniones de los clientes como se observa en la figura 44.

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN		1980 SINELL CLASSIC SHOE									
Nombre del cliente		_____									
Fecha de aplicación		_____									
Nota de entrega		_____									
Atributos	Ponderación										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Entrega a tiempo											
Sin defectos											
Pedido completo											
Precio adecuado											
Empaqueado											
Sugerencia de mejora:		_____									

Figura 44 Encuesta de satisfacción

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El análisis inicial del proceso productivo en base a una observación directa y la aplicación de la encuesta y entrevista determinó que la empresa Calzado SINELL no cuenta con controles adecuados de calidad, el único existente se encuentra al final del proceso, basando la calidad de su producción únicamente en la experiencia y habilidad de sus trabajadores.
- La empresa Calzado SINELL no cuenta con procesos estandarizados, métricas o especificaciones técnicas que permitan medir y conocer la calidad de producción.
- Con el análisis inicial del proceso se identificó 13 problemas de calidad, dentro de los cuales el proceso de plantado, con el defecto de “exceso o escasez de pegamento”, generan un 40% de los problemas encontrados durante el estudio.
- El proceso de plantado tiene un promedio de 6 pares de zapatos defectuosos por cada 100 fabricados, representando un rendimiento del 93,82% de producción con las características adecuadas para ser comercializado, con un promedio de producción de 54 pares por día de trabajo.
- La aplicación de la carta de control tipo p se determinó que el proceso tiene un porcentaje de inestabilidad del 5% y que junto con la situación especial generada por los días de entrega, provoca que los productos no presenten una calidad adecuada y se encuentren dentro de los límites naturales del proceso.
- La causa raíz del origen de los problemas de calidad y que causa la variabilidad identificada dentro del proceso de plantado se debe a que el proceso no cuenta con estándares que unifiquen los criterios de los operarios, influyendo en las cantidades, tiempos y proporciones adecuadas.
- Con el análisis de las causas raíz se determinó que uno de los aspectos más relevantes a ser mejorados es la estandarización de procesos que permitan unificar los criterios de los trabajadores, que son la fuente principal de los problemas de calidad.

- Se diseñó fichas técnicas con las especificaciones para el calzado formal y de seguridad con los requerimientos básicos definidos en la normativa vigente, que permiten a la empresa tener una base normativa para que sus productos cuenten con características que los diferencien de su competencia.
- La aplicación de la metodología DMAIC Six Sigma contribuyó que la empresa identifique y conozca sus principales problemas de calidad, considerándola como guía para la mejora continua de sus procesos, mejorando su productividad, eficiencia y aprovechando oportunidades de mejora que no habían sido identificadas.

4.2 Recomendaciones

- Realizar futuros estudios basados en herramientas de manufactura esbelta como 5S para mejorar la organización y limpieza de los puestos de trabajo, Kanban para mantener un control visual de inventarios adecuado, entre otras.
- Se recomienda aplicar una carta tipo c de forma trimestral, en estudios posteriores para analizar la desviación del proceso respecto de todos los defectos que se pueden presentar en todo el proceso, y que relacionaría mejor la situación actual de la empresa.
- Implementar un estudio de tiempos y movimientos que permita conocer el tiempo promedio de fabricación, eliminar actividades innecesarias y que además ayudará a la planificación de su producción.
- Se recomienda capacitar al personal de la empresa en temas de mejora continua, de gestión de calidad y desarrollo de habilidades de resolución de problemas, para incentivar el control estadístico de procesos, la reducción de desperdicios y para nivelar los conocimientos de los operadores.
- Aplicar un sistema de muestreos para la aceptación de materia prima y para el análisis de la producción interna del calzado, tomando como referencia la norma NTE INEN 1915, que contribuya la calidad de producción.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] A. Sánchez, T. Vayas, M. Fernando, y C. Freire, “Industria Manufacturera Calzado y afines”, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://obest.uta.edu.ec/publicaciones/dipticos/>.
- [2] K. Moreno, V. Barreto, y K. Zurita, “Efectos del gasto en marketing en las ventas del sector calzado de la provincia de Tungurahua”, *Rev. Erud.*, vol. 3, núm. 3, pp. 27–42, 2022, doi: 10.35290/re.v3n3.2022.661.
- [3] M. Mancheno y R. Villalba, “Habilidades Directivas Y El Desarrollo Empresarial en la Industria de Calzado a través de la modernización”, *Habilidades Directivas y el Desarrollo Empresarial en la Industria de Calzado a través de la modernización*, vol. 3, núm. 9, pp. 620–637, 2016.
- [4] E. Sandoval, “Análisis de la competitividad y tecnificación de la industria del calzado en el Ecuador.”, Universidad San Francisco De Quito, 2015.
- [5] M. Baque, S. Gutiérrez, y P. Lour, “Impacto económico de la pandemia por el COVID 19 en las comercializadores y productoras de calzado en el cantón Portoviejo”, *Recimundo*, pp. 71–81, 2022, doi: 10.26820/recimundo/6.(suppl1).junio.2022.71-81.
- [6] I. Urrutia, “Plan de mejora de la calidad en la producción de calzado en creaciones Mabeliz mediante la aplicación de la metodología Six Sigma”, Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [7] Á. Andino, “Análisis del cambio de la matriz productiva y su impacto en la industria del calzado en la provincia de Bolívar”, Pontificia Universidad Católica Del Ecuador - Matriz, 2016.
- [8] G. Pérez, “Control de calidad en el sector del calzado en la provincia de Tungurahua”, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017.
- [9] F. Hernández, “MEJORAMIENTO CONTINUO EN LA INDUSTRIA DEL

- CALZADO UTILIZANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA. CASO ‘EXCLUSIVOS BOTERO’”, *Ing. sostenibilidad y Soc.*, vol. 1, núm. 1–2, pp. 87–91, jul. 2020, [En línea]. Disponible en: <https://ojs.unipamplona.edu.co/index.php/iss/issue/view/89>.
- [10] J. C. Gavilanez Gavilanez, “Análisis Six Sigma en el Proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS”, Universidad Tecnica de Ambato, 2023.
- [11] M. Pilco, “Control estadístico de calidad de los procesos productivos mediante la metodología Six Sigma en la Empresa Carrocera Patricio Cepeda”, p. 170, 2016, [En línea]. Disponible en: http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/23114/1/Tesis_t1128id.pdf.
- [12] E. Sugawara y H. Nikaido, “Properties of AdeABC and AdeIJK efflux systems of *Acinetobacter baumannii* compared with those of the AcrAB-TolC system of *Escherichia coli*.”, *Antimicrob. Agents Chemother.*, vol. 58, núm. 12, pp. 7250–7, dic. 2014, doi: 10.1128/AAC.03728-14.
- [13] J. N. Malpartida Gutierrez, D. Olmos Saldivar, S. M. Quiñones Chumacero, M. J. Ledema Cuadros, G. Garcia Curo, y J. R. Diaz Dumont, “Estrategia de mejora de procesos Six Sigma aplicado a la industria textil”, *Alpha Centauri*, vol. 2, núm. 3, pp. 72–90, jul. 2021, doi: 10.47422/ac.v2i3.45.
- [14] S. Aroca Acosta y L. Pacheco Duarte, “Diseño de un modelo de mejoramiento de la productividad basado en herramientas Lean Six Sigma para 4 empresas Pyme del sector Cuero, Calzado Y Marroquinería en la ciudad de Cali”, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE OCCIDENTE, 2017.
- [15] Instituto de Turismo de España, “Principios de Six Sigma”, 1999, pp. 1–88.
- [16] L. Fragas, “Propuesta De Procedimiento De Costos De La Calidad En Audita S.a Sucursal Cienfuegos”, *Univ. Cienfuegos Carlos Rafael Rodríguez*, pp. 10–126, 2012, [En línea]. Disponible en: <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013/1283/calidad.html>.

- [17] International Organization for Standardization, “ISO 9000:2015 Sistemas de Gestion de la calidad. —Fundamentos y vocabulario”, 2015. [En línea]. Disponible en: http://www.justicialarioja.gob.ar/planificacion/pagina/Norma ISO 9000_2015 Vocabulario Fundamentos.pdf.
- [18] H. Gutierrez Pulido y R. de la Vara Salazar, *Control Estadístico de calidad y Seis Sigma*, Segunda. Mexico: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V., 2009.
- [19] International Organization for Standardization, “Norma Iso 9001 - 2015 Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos”, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://vdocuments.mx/download/nc-iso-22005-trazabilidad-de-la-cadena-alimentaria>.
- [20] L. Socconini, *Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios*, Marge Book. Barcelona: Neus Piñol, Hector Soler, 2015.
- [21] E. Garro, “7 Herramientas de Calidad”, *Pxs- Sch. Excell.*, p. 29, 2017, [En línea]. Disponible en: <https://blog.pxsglobal.com/wp-content/uploads/2017/06/Siete-herramientas-de-la-Calidad.pdf>.
- [22] O. A. Silva y G. Silva, “Herramientas básicas de la calidad”, 2005, pp. 1–46.
- [23] F. Gillet Goinard, *La caja de herramientas: control de calidad*. México D. F.: EDITORIAL PATRIA, 2014.
- [24] A. Duncan, *Control de calidad y estadística industrial*, Primera. Distrito Federal México: Alfaomega, 1989.
- [25] L. Jiménez, C. Rodríguez, y F. Carazas, “Repeatability and reproducibility (R&R) analysis by attributes which values quantitatively the performance of a visual inspection system”, *Ingeniare.Revista Chil. Ing.*, vol. 30, núm. 3, pp. 466–481, 2022, doi: 10.4067/S0718-33052022000300466.
- [26] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 1920 : 2013 CALZADO DE CUERO DE USO GENERAL . REQUISITOS”, 2013. [En línea]. Disponible en: <chrome->

extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/1920-1R.pdf.

- [27] J. C. Ocaña Durán, “ANÁLISIS LEAN SIX SIGMA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE BOTAS DE POLICLORURO DE VINILO EN LA EMPRESA MILBOOTS DE LA CIUDAD DE AMBATO”, UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO, 2022.
- [28] D. S. A. Salazar, “ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS DE PRODUCCIÓN EN LA EMPRESA CALZAMATRIZ MULTIMOQUETAS”, Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [29] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 1813 CUERO CURTIDO PARA SUELAS DE CALZADO. REQUISITOS”, 2016. [En línea]. Disponible en: https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/nte_inen_1813-1.pdf.
- [30] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 1914 CALZADO DEFINICIONES”, 1992. [En línea]. Disponible en: <https://docplayer.es/227507068-1-objeto-1-1-esta-norma-establece-las-definiciones-de-los-terminos-mas-usados-en-la-industria-del-calzado-2-alcance.html>.
- [31] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 1926 CALZADO DE TRABAJO Y DE SEGURIDAD. REQUISITOS”, 1992. [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/1926.pdf>.
- [32] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “NTE INEN 1 810 CUERO BOVINO AL CROMO PARA CALZADO. REQUISITOS.”, 1991. [En línea]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas23/1810.pdf>.

ANEXOS

Anexo 1: Análisis de la encuesta aplicada a los operadores

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial

Encuesta de diagnóstico del desarrollo actual de los procesos de fabricación de calzado de seguridad (trabajo industrial) que permita identificar el nivel de experiencia de los operarios encargados de cada una de las actividades y su relación con la presencia de problemas o defectos en el proceso productivo y sus posibles causas que facilitaran la definición del alcance del proyecto de investigación.

Indicación: Para contestar cada una de las preguntas marque con una X en el cuadro de la derecha de acuerdo con su criterio.

Pregunta N° 1

Seleccione su nivel de estudio:	
Sin estudios	
Primaria	4
Secundaria	4
Tecnológico - Técnico	1
Estudios Superiores (Tercer nivel)	

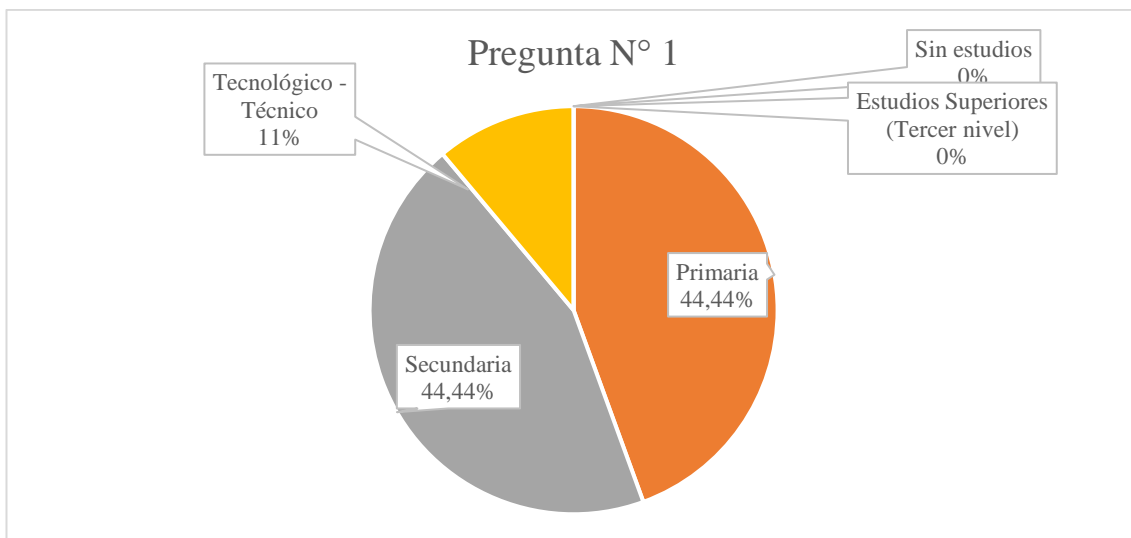


Figura 45 Diagrama de pastel pregunta 1

Análisis

De los 9 trabajadores encuestados el 44,44% de ellos únicamente tienen educación primaria y en un porcentaje igual cuentan con una educación secundaria, mientras que únicamente el 11% de ellos cuentan con un título Técnico.

Interpretación

Dentro de la empresa de calzado Sinell cerca de un 45% de los trabajadores únicamente cuenta con una educación básica, este al ser el factor humano la principal influencia el proceso productivo podría conllevar un factor importante en la aparición de errores en los productos, ya que con el paso del tiempo no han considerado que sea importante mejorar sus conocimiento o habilidades que contribuyen en la mejora continua de cualquier organización.

Pregunta N° 2

¿Cuál es su nivel de experiencia en la fabricación de calzado?	
Menor a 6 meses	
Mayor a 6 meses hasta 1 año	2
Mayor a 1 año hasta 3 años	

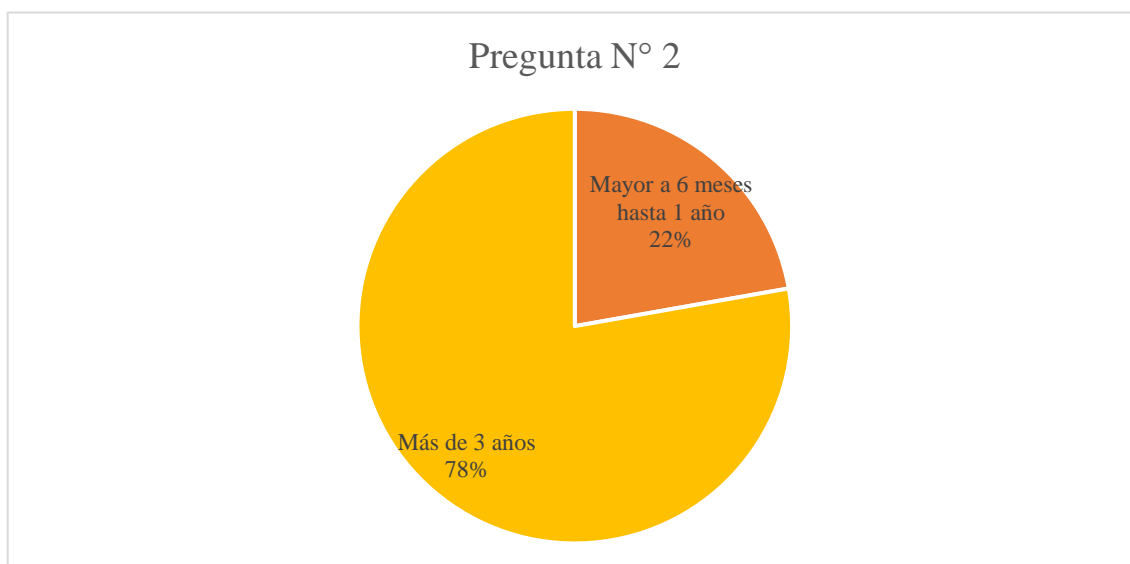
En qué área o áreas de la fabricación de calzado tiene esta experiencia

Figura 46 Diagrama de pastel pregunta 2

Análisis

De los trabajadores encuestado el 78% cuenta con una experiencia mayor a 3 años, algunos de los cuales ha llegado a ser de 1, 2 hasta 3 décadas de experiencia en áreas específicas como son el Empastado y Plantado, mientras que únicamente el 22% de ellos es decir 2 de los 9 trabajadores cuentan con una experiencia cercana a 1 año en las áreas de corte, terminado y aparado.

Interpretación

El nivel de experiencia de cada trabajador es un factor importante para la empresa como se puede evidenciar en base a las respuestas obtenidas en esta pregunta, ya que al ser 7 de los 9 trabajadores que cuentan con varios años trabajado en esta actividad económica cuentan con las habilidades y conocimientos necesarios para fabricar un calzado con la calidad requerida por los clientes.

Pregunta N° 3

¿La empresa le ha capacitado para mejorar su desempeño en su área de trabajo?	
SI	3
No	6

En caso de ser afirmativa su respuesta menciones en qué áreas se le ha capacitado.

Ingreso a la empresa en sus respectivas áreas, plantado-el uso de pegamentos y químicos.

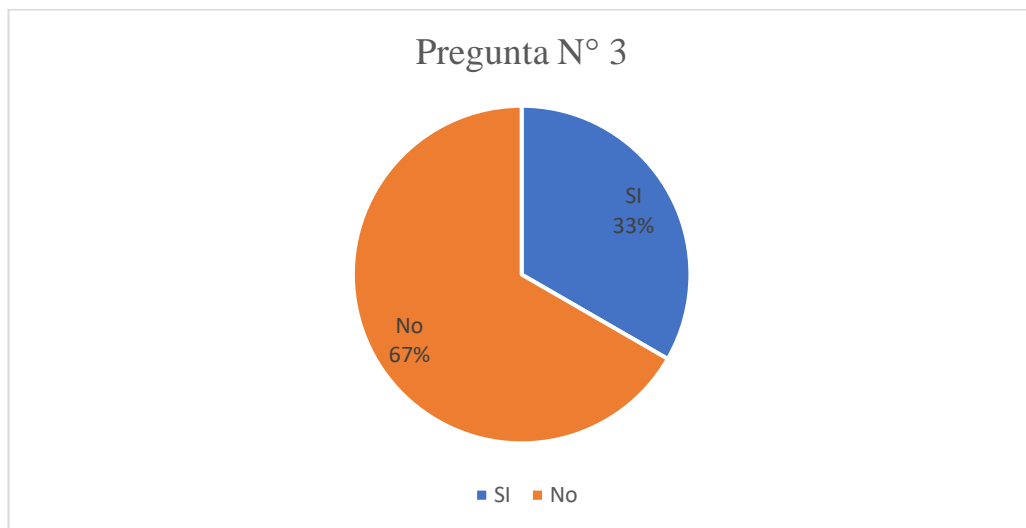


Figura 47 Diagrama de pastel pregunta 3

Análisis

Con respecto a la pregunta 3 dentro de la empresa se ha identificado que únicamente al 33% de los trabajadores se les ha realizado una capacitación durante el tiempo que han permanecido en la empresa que les ha permitido mejorar sus conocimientos y habilidades para realizar su trabajo mientras que el porcentaje restante no ha recibido ninguna capacitación o inducción en la empresa.

Interpretación

En base a la pregunta se ha identificado que el personal de la empresa únicamente se les ha capacitado a 3 trabajadores de los 9 trabajadores, de los cuales a dos

únicamente se le dio una inducción al inicio de sus actividades ya que no contaban con la experiencia necesaria para desarrollar su trabajo. El tercer trabajador que cuenta con una capacitación es el personal encargado del preparado y pegado de las suelas, al cual se le ha capacitado con el fin de corregir la existencia de errores por el uso de proporciones inadecuadas de pegamento para los diferentes tipos de suelas que se manejan.

Mientras que al resto de trabajadores no se les ha dado capacitaciones ya que uno de los criterios de contratación de la empresa se maneja con un requisito de nivel de experiencia previo en el proceso de fabricación de calzado ya que su experiencia es el único factor que asegura la calidad del producto final.

Pregunta N° 4

Con qué frecuencia se realizan reprocesos en su lugar de trabajo:	
Siempre	
Algunas veces	1
Rara vez	8
Nunca	

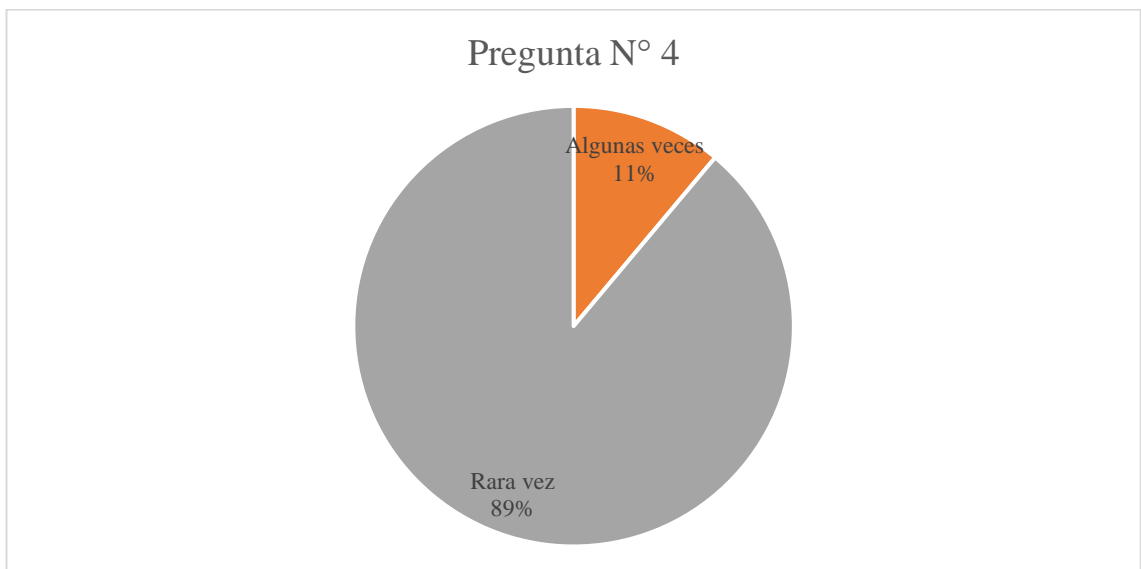


Figura 48 Diagrama de pastel pregunta 4

Análisis

Dentro del proceso productivo según la experiencia del personal encuestado se llega a la conclusión de que la frecuencia con la que se presentan reprocesos en cualquiera de las etapas de fabricación de calzado se presenta muy rara vez según el 89% de los trabajadores, es decir, que es muy poco común que se presenten reprocesos, mientras que 11%, 1 trabajador, menciona que los reprocesos son un poco más frecuentes ya que asegura que se presentan algunas veces por semana, esto tomando en cuenta que se lo analiza en base al criterio personal de cada trabajador en su área de trabajo.

Interpretación

En base con esta pregunta se puede evidenciar que, aunque son muy poco frecuentes los reprocesos que se presentan en el proceso de fabricación, al unirse todos estos defectos que se presentan por etapa se vuelven un problema importante y que conllevan pérdidas económicas en la mayoría de los casos no pueden llegar a ser tomadas en cuenta por la empresa. Esto se confirma con la entrevista realizada al dueño de la empresa que afirma que existen reprocesos todos los días.

Pregunta N° 5

Seleccione los problemas que ha podido identificar en su área de trabajo:	
Forma de corte incorrecto	4
Presencia de manchas o raspones	6
Desbaste inadecuado (ancho o delgado)	1
Piezas mal centradas	3
Exceso o escasez de pegamento	5
Forros mal cosidos	1
Montaje de corte en horma incorrecta	2
Corte y suela de diferente medida	1
Golpes o arrugas (fisuras)	5
Otros	5
Mala unión de plantas con el corte	2
Tonos de color diferentes	1

Corte mal amoldado en la horma	1
Piezas termo adheribles mal fijadas	1

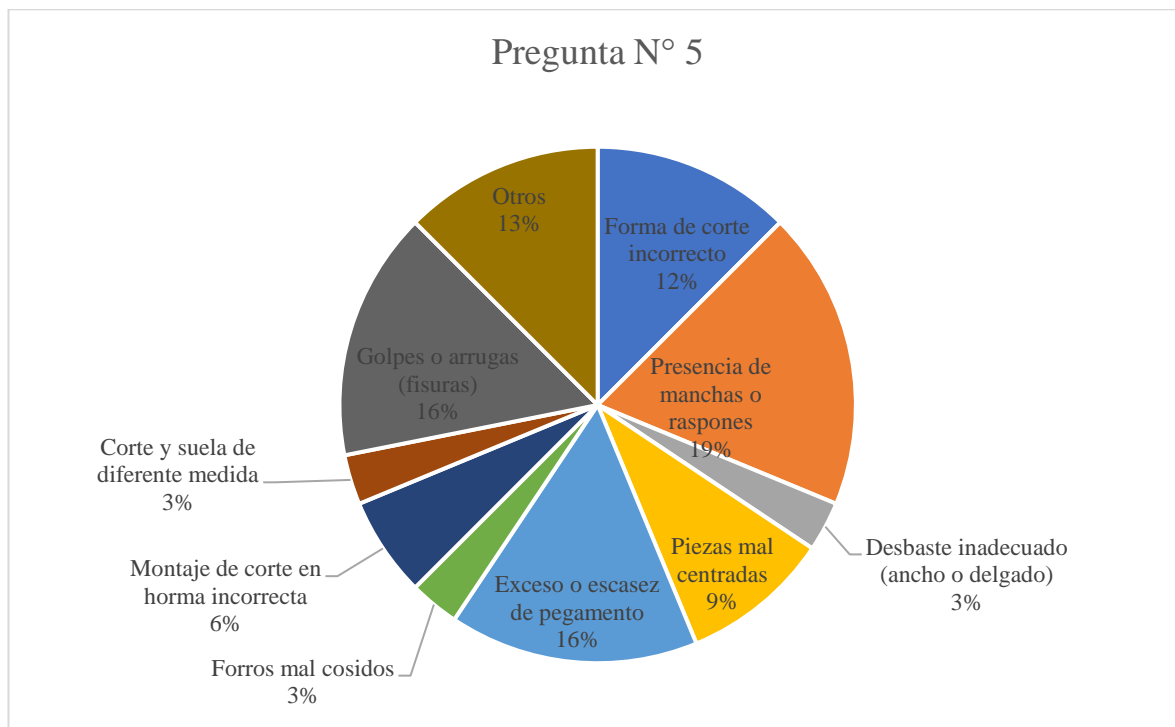


Figura 49 Diagrama de pastel pregunta 5

Análisis

Dentro del proceso de fabricación de calzado pueden presentarse diferentes tipos de defectos o errores que obligan a que el calzado sea reprocesado, es por esos que en la pregunta N°5 se obtuvo cuáles son los defectos que se han identificado en base a la experiencia de los encuestados, siendo los principales 3 problemas la presencia de manchas o raspones, la escasez o exceso de pegamento y la presencia de golpes o arrugas (fisuras) en el cuero, las cuales fueron detectadas por hasta 6 trabajadores.

Interpretación

Para el desarrollo de la metodología DMAIC Six Sigma es indispensable el definir cuáles son las variables que serán medidas en la segunda etapa de esta, es así que, en base a la pregunta N°5 se obtiene las diferentes oportunidades de falla que en este caso son atributos del calzado que serán las variables medidas posteriormente.

Pregunta N° 6

En base a su experiencia que causas son las que provocan los problemas seleccionados en la Pregunta 5:	
Prisa	5
Descuidos	7
Mal uso de maquinarias o equipos	4
Equipos mal calibrados	2
Material insuficiente o con defectos	5

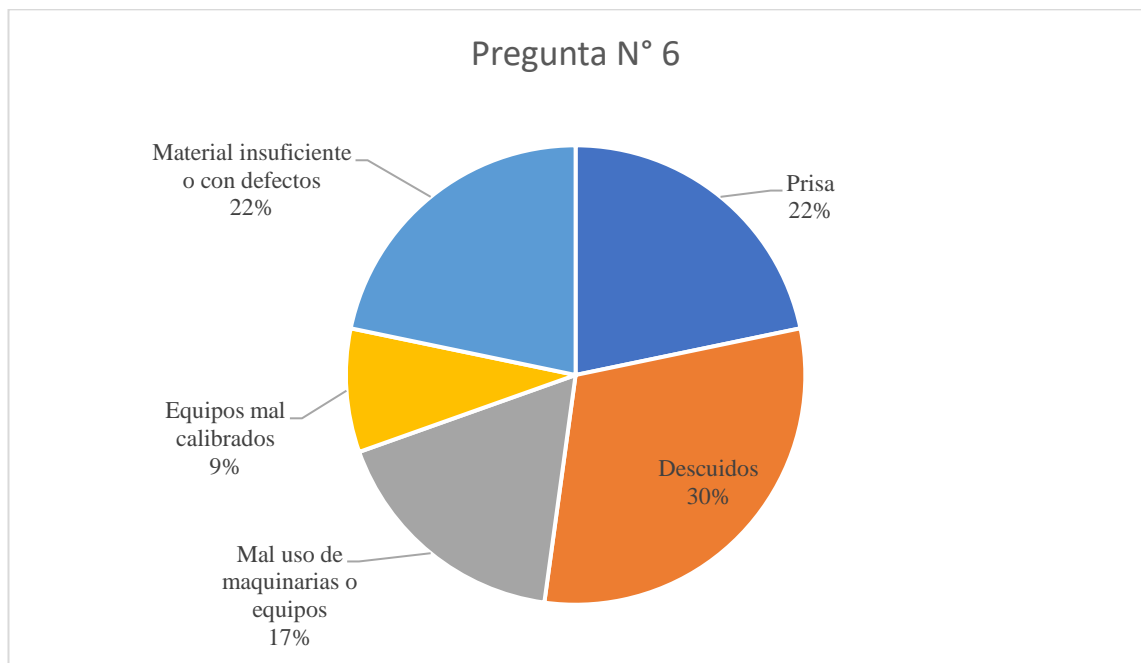


Figura 50 Diagrama de pastel pregunta 6

Análisis

Con base al criterio de los encuestados se analizó las posibles causas que pueden generar los problemas que han podido identificar en la pregunta N°5, es así que, los trabajadores aseguran que en un mayor porcentaje la principal causa que genera reprocesos en la empresa es el descuido por parte del operario al momento de realizar sus actividades y en igual porcentaje, 22%, afecta la prisa que tienen los trabajadores y ya sea que no se cuenta con el material en su área de trabajo o que este material presente defectos las causas que durante el proceso afectan la calidad del producto,

en un menor porcentaje afecta el mal uso de las maquinarias o equipos y por último se identificó que los equipos se encontraban mal calibrados.

Interpretación

Con base en las respuestas obtenidas en la pregunta N°5 se puede analizar las diferentes causas que pueden ocasionarlos, esto permitirá analizar las posibles mejoras que ayudarán a reducir la existencia de problemas y defectos en el proceso productivo, comenzando con la influencia de las habilidades del personal, ya que es la principal causa de que se generen errores según la experiencia de los encuestados.

Pregunta N° 7

Dentro de su proceso maneja algún tipo de documentación que facilite la ejecución de sus tareas:	
SI	5
NO	4

En caso de ser afirmativa su respuesta especifique cual:

- Registro personal de producción
- Ordenes de pedido

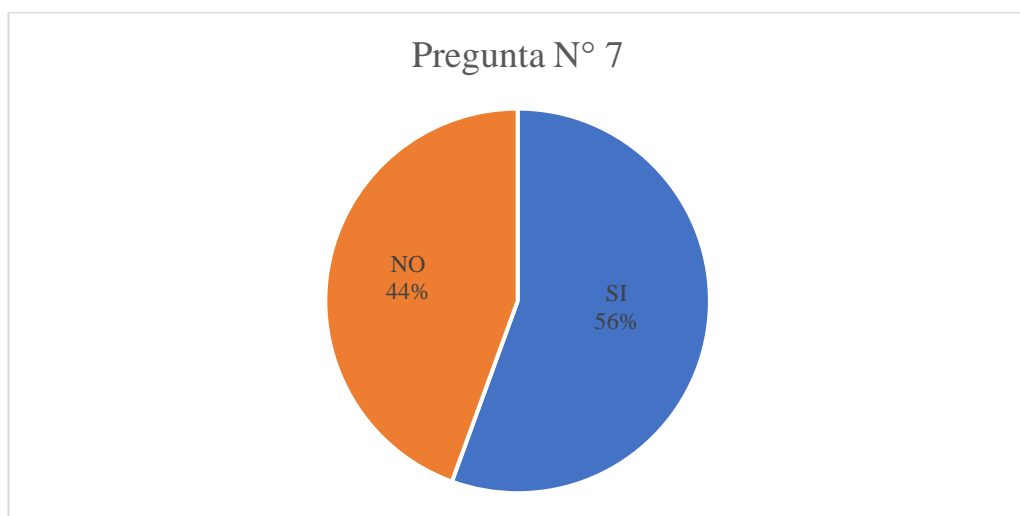


Figura 51 Diagrama de pastel pregunta 7

Análisis

En la pregunta N° 7 se define si existen documentos que se manejen por parte del personal, es así como se identifica que un 56%, es decir, 5 trabajadores de los 9 encuestados si manejan algún tipo de documentación mientras que el 44% no lo hacen, cabe mencionar que estos son únicamente las ordenes de pedidos que se entregan por parte del personal directivo y un registro personal del avance de su trabajo.

Interpretación

Dentro de la metodología DMAIC es necesario mantener un control adecuado de cada uno de los procesos que permitan asegurar la calidad del producto, es debido a esto que al no presentarse ningún tipo de controles de la producción en la empresa además de ordenes de pedido o registros personales que no permiten tener una idea clara de cómo se encuentran los procesos ni de qué tan confiable es la producción, causa por la cual se evidencian los reprocesos diarios identificados con anterioridad.

Anexo 2: Transcripción de la entrevista aplicada en la empresa Calzado SINELL

¿Qué condiciones usted considera para la contratación de nuevo personal?

Deben tener experiencia, que ya haya trabajado en calzado más que todo, y cuando hay escasez se ha optado por contratar muchachos que quieren aprender y les enseñamos de forma práctica directamente en el proceso y bajo supervisión por parte del personal más antiguo o por parte del dueño de la empresa.

¿La empresa cuenta con algún programa de capacitación para el personal?

El personal recibe capacitaciones por parte de los proveedores de pegantes para la suela, vienen y les dan capacitaciones cada 6 u 8 meses les dan capacitaciones, ese es el contrato que se tiene con los que despachan el material.

No se cuenta con documentación de estas.

Dentro del proceso, ¿se maneja algún tipo de documentación para controlar los procesos?

Los procesos varían para cada material, porque las suelas son de materiales como caucho, de TR, PVC y PU, son 4 tipos de suelas diferentes y el proceso es diferente para cada tipo de material, de igual forma el cuero hay uno que es graso, novu, gamuza, entonces igual son diferentes procesos y por ende los trabajadores encargados de eso saben de memoria eso porque ya van varios años que trabajan aquí y no es necesario tener algún formulario de proceso para cada material.

Cada pedido va enumerado con el nombre del cliente la fecha de ingreso y la fecha que debería ser despachado del pedido.

¿Cuál es su capacidad de producción? y Se cumple con su demanda de mercado?

Podemos producir aproximadamente de unos 350 pares semanales que dependiendo de la temporada si logra cumplir con la demanda, pero en temporadas como el inicio de clases no se logra cumplir con algunos pedidos.

¿Cómo se maneja la producción?, se utilizan pronósticos o en base a pedidos.

Trabajamos por pedidos de los clientes y para los locales nuestros. Tenemos clientes a nivel nacional, en las 24 provincias, y se maneja por temporadas especialmente el calzado escolar por la entrada a clases en la sierra y en la costa.

¿Dentro del proceso se tiene algún tipo de control de calidad?, En qué fase de fabricación?

Si, dentro del proceso cada uno de los trabajadores tienen la responsabilidad de realizar un control de su trabajo ya que si se pasa algún zapato que tenga problemas y llega al cliente y es regresado se le descuenta a quien tuvo la falla.

Además, se realiza un control de calidad en el proceso de terminado, se le revisa de pies a cabeza el zapato, es el único definido en el proceso por que los trabajadores cuentan con la experiencia y además que han recibido cursos de montaje, cardado y montado que son las áreas más importantes del proceso.

Para este control se toma en cuenta características físicas del cuero, del plantado y que no se presenten raspones o manchas para que el zapato sea nítido.

¿Tiene conocimiento de alguna herramienta o sistema de control de calidad?, Lo ha aplicado?

De alguna herramienta se desconoce porque cuando alguien va a comprar un zapato se lo realiza de forma visual para detectar defectos, es ese el control que se lo realiza como que nosotros fuéramos a comprar, por lo que no se conoce una herramienta que facilite este proceso.

En su experiencia ¿qué problemas de mayor incidencia se han identificado en la fábrica de calzado?

El problema más común es las manchas que se presentan por el tipo de cuero que es más delicado. También siempre hay un poco de errores en el plantado más que todo por los cueros a veces son muy grasosos.

¿Cómo actúa el directivo al identificarse defectos o problemas en la planta?

Al detectarse cualquier defecto se regresa al proceso y se corrige ya que son muy pocas las veces que no es posible reprocesar el calzado.

¿Se ha presentado reclamos o quejas por parte de sus clientes? ¿Existe algún registro de quejas?

Si se ha presentado, más que todo en el proceso de plantado y algunos productos no son los indicados para el cuero y es ahí cuando viene la capacitación cuando se empieza a tener este problema se acude a la empresa que nos despacha los pegantes, JMP químicos se llama la empresa.

No se maneja documentación, la garantía que damos nosotros por ejemplo si el zapato tiene algún tipo de falla nosotros le entregamos un zapato nuevo y el zapato regresa a la empresa y el zapato se le descuenta al trabajador que tuvo la falla.

Tiene idea de cuantos reprocesos se presentan por semana y el costo que conllevan los mismos

Todos los días existen reprocesos por lo que existe pérdida de tiempo y material al tener que descocer y nuevamente cortar las piezas que están dañadas, pero en términos de dinero no sabría decirle cuanto afecta a mi empresa.


¿Qué se ha hecho para mejorar la calidad?

Cuando se han presentado problemas en el calzado como por ejemplo en el proceso de plantado es cuando se ha buscado capacitaciones con los proveedores de los pegamentos que explican cómo se utilizan estos para cada uno de los diferentes tipos de suelas.

¿Su producto cuenta con algún tipo de garantía?

Si se tiene una garantía de 6 a 8 meses y en el calzado escolar se le da de 1 año

Anexo 3 Formato de lluvia de ideas

	FORMATO DE LLUVIA DE IDEAS	
	Area:	_____

Involucrados:	_____

Fecha: _____ Versión: _____
Tema: _____

Nº	IDEAS
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	

Anexo 4 Datos del estudio R&R

Tabla 12. Datos del estudio R&R

Número de partes	Semana 1		Semana 2		Suma	Repetibilidad	
	Op.1	Op.2	Op.1	Op.2		Op.1	Op.2
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	1	1	4	0	0
3	1	1	0	1	3	1	0
4	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	1	4	0	0
6	0	1	0	1	2	0	0
7	1	1	1	1	4	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	4	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0
12	1	1	1	1	4	0	0
13	1	1	1	1	4	0	0
14	1	1	1	0	3	0	1
15	0	0	0	1	1	0	1
16	1	1	1	0	3	0	1
17	0	0	1	0	1	1	0
18	0	0	0	1	1	0	1
19	1	0	1	1	3	0	1
20	1	1	1	1	4	0	0
21	0	0	0	1	1	0	1
22	0	1	0	1	2	0	0
23	1	1	1	1	4	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0
25	1	1	1	0	3	0	1
26	0	0	0	1	1	0	1
27	1	1	1	1	4	0	0
28	1	0	1	1	3	0	1
29	1	1	1	1	4	0	0
30	1	1	1	1	4	0	0
Total	17	17	17	20	Total	2	9

Anexo 5 Resultados del estudio R&R

Tabla 13. Análisis de desacuerdos del sistema de medición

Análisis de desacuerdos

<i>Nivel de acuerdo</i>	Número de pares en desacuerdo	Número de piezas	Desacuerdos totales
0 o 4		0	17
1 o 3		3	11
2		4	2
Total			30
			41

Tabla 14. Resultados de repetibilidad

REPETIBILIDAD

OPERADOR	Desacuerdos	Oportunidades	Porcentaje
1	2	30	6,67%
2	9	30	30%
	11	60	18,33%

Tabla 15. Resultados de reproducibilidad

**ZAPATOS
ACEPTADOS**

OPERADOR	Semana 1	Semana 2	Total aceptados	Total evaluados	Porcentaje de aceptación
1	17	17	34	60	56,67%
2	17	20	37	60	61,67%
	Total		71	120	59,17%

Anexo 6 Formato de hoja de verificación

Hoja de verificación de defectos Fabricación Calzado de trabajo industrial



Proceso	Convención	N° defectos
		5
Nombre de observador		4
Hoja #		3
		2
		1

Defectos	7/5/2023	8/5/2023	9/5/2023	10/5/2023	11/5/2023	12/5/2023	13/5/2023	14/5/2023
Forma del corte incorrecta								
Presencia de manchas o raspones								
Tonos de color diferentes.								
Desbaste muy ancho o delgado								
Piezas mal centradas								
Forros mal cosidos								
Exceso o escasez de pegamento.								
Piezas termo adheribles mal fijadas								
Presencia de golpes o arrugas.								
Montaje en horma incorrecta								
Corte mal amoldado a la horma								
Corte y suela de diferente medida								
Mala unión de la planta con el corte.								
Total de inspeccionados								

Anexo 7 Tabla de calidad de corto y largo plazo.

Calidad de corto plazo (suponiendo un proceso centrado)				Calidad de largo plazo con un movimiento de 1.5σ		
Índice C_p	Calidad en sigmas Z_c	% de la curva dentro de especificaciones	Partes por millón fuera de especificaciones	Índice Z_L	% de la curva dentro de especificaciones	PPM fuera de especificaciones
0.33	1	68.27	317 300	-0.5	30.23	697 700
0.67	2	95.45	45 500	0.5	69.13	308 700
1.00	3	99.73	2 700	1.5	93.32	66 807
1.33	4	99.9937	63	2.5	99.379	6 210
1.67	5	99.999943	0.57	3.5	99.9767	233
2.00	6	99.9999998	0.002	4.5	99.99966	3.4

Nivel de calidad en sigmas: $Z_c = 0.8406 + \sqrt{29.37 - 2.221 \times \ln(\text{PPM}_L)}$ $\text{PPM}_L = \exp\left[\frac{29.37 - (Z_c - 0.8406)^2}{2.221}\right]$

Anexo 8 Análisis 5 Por qué para causas del problema de pegado

Tabla 16. Análisis 5 Por qué

Análisis 5 Por qué						
Causa	Pregunta	1er Por qué?	2do Por qué?	3er Por qué?	4to Por qué?	5to Por qué?
Retrasos entrega de pegamentos o suelas	¿Por qué existen retrasos entrega de pegamentos o suelas?	Porque no se cuenta con una producción planificada.	Porque el proceso no está estandarizado.	Por falta de información de los procesos.	Porque no existe documentación y registro de los procesos.	Por desconocimiento de la gerencia de la importancia de documentar los procesos.
Problemas de procesos anteriores	¿Por qué existen problemas de procesos anteriores?	Porque no hay un adecuado control de los procesos.	Porque no existen puntos específicos de control para la detección problemas de calidad.	Por el desconocimiento de la incidencia de los problemas de calidad en la rentabilidad de la empresa.	Porque no existe información de la calidad de fabricación.	Porque el proceso no está estandarizado.
No se cuenta con una planificación de la producción	¿Por qué no se cuenta con una planificación de la producción?	No se conoce la capacidad de producción de los procesos.	No existen datos históricos de la producción.	No se cuenta con registros detallados de la producción.	Los procesos no cuentan con documentación adecuada.	No existe un buen control del proceso productivo.
No se cuenta con indicadores de calidad	¿Por qué no se cuenta con indicadores de calidad?	No existen especificaciones o metas a cumplir.	El proceso no cuenta con controles adecuados de calidad.	Desconocimiento de la importancia de controlar la calidad de cada proceso.	No existe información detallada de los problemas de calidad.	Por desconocimiento y descuido del área directiva.

No existen manuales o procedimientos del proceso	¿Por qué no existen manuales o procedimientos?	Desconocimiento de la utilidad que tienen en los procesos.	Por desconocimiento de las mejoras que conlleva el manejo de información detallada de los procesos.	Falta de capacitación del área administrativa en mejora continua.	Por la falta de inversión en la mejora de la calidad de su producción.	
Presencia de partículas de cuero en el aire	¿Por qué existen partículas de cuero en el aire?	Por falta de limpieza de la máquina cardadora.	Por descuido de parte de los operadores.	Por no contar con una carga de trabajo adecuada.	Por no se cuenta con una planificación adecuada del trabajo.	Por falta de información de la capacidad de producción del proceso.
Presión por parte de la gerencia para terminar su trabajo.	¿Por qué existe Presión por parte de la gerencia?	Porque no se logra cumplir con los pedidos a ser entregados.	Porque se prepara el producto terminado el ultimo día laboral de la semana.	No existe una adecuada retroalimentación de información de los procesos.	No se mantiene un control adecuado de la producción diaria.	Porque el proceso no está estandarizado.
No aplica la cantidad de pegamento adecuada	¿Por qué no se aplica la cantidad de pegamento adecuada?	Por descuido o accidentes por parte de los operarios.	Por el exceso en la carga de trabajo.	Deficiente planificación de la producción.	Por falta de información del proceso productivo.	Porque no existe manejo de documentación del proceso.
No respeta el tiempo de activación del prymer y del pegamento	¿Por qué no se respeta el tiempo de activación del prymer y del pegamento?	Por desconocimiento de los operarios referente a los tiempos de activación	Porque no existen manuales que sirvan de guía para su trabajo.	No se maneja documentación adecuada de los procesos.	Porque los procesos no se han estandarizado.	Por desconocimiento de la importancia del manejo y análisis de datos de calidad y sus problemas.

No respetan las diferencias entre las condiciones de trabajo para cada tipo de suela	¿Por qué no respetan las diferencias entre las condiciones de trabajo para cada tipo de suela?	Por desconocimiento de los operarios de estas diferencias.	Por falta de capacitaciones adecuadas referente a sus áreas de trabajo.	No se cuenta con la información adecuada del proceso.	El proceso no maneja documentos ni registros de las mejores prácticas del trabajo.	Por desconocimiento referente a la mejora continua de los procesos.
Mal rayado del corte a ser cardado	¿Por qué existe un mal rayado del corte a ser cardado?	Porque existen errores humanos al marcar la suela en el corte.	Porque los operarios no cuentan con una medida estándar del límite de cardado.	Porque no se ha determinado el mejor procedimiento para el proceso	Porque el proceso no está estandarizado.	Por desconocimiento de las oportunidades de mejora que se pierden al no contar con los procedimientos adecuados.
Diferentes criterios del tiempo de cardado del corte	¿Por qué existen diferentes criterios del tiempo de pulido del corte?	No cuentan con una capacitación adecuada de las consideraciones adecuadas para su área de trabajo.	Porque no se cuenta con la información necesaria del proceso.	Porque la gerencia no considera importante manejar esta información.	Por desconocimiento de las oportunidades de mejora de la eficiencia de sus procesos.	Por falta de inversión en mejora continua de la calidad de sus procesos.
Únicamente se realiza mantenimiento correctivo	¿Por qué únicamente se realiza mantenimiento correctivo?	Falta de conciencia de la importancia de realizar un mantenimiento preventivo.	Para la empresa no es una inversión que le parezca útil.	Porque busca resultados financieros a corto plazo.	Porque de este cumplimiento depende la sostenibilidad del negocio.	No existe una visión a futuro que contribuya con el desarrollo y mejora empresarial.
Limpieza	¿Por qué existe	Por el operario	Porque la carga	No está	No existe	Por falta de


deficiente de brochas para aplicar el pegamento	limpieza deficiente de brochas para aplicar el pegamento?	olvida realizar la limpieza al final de la jornada diaria.	de trabajo se lo impide.	distribuida equitativamente a lo largo de la semana de trabajo.	planificación de la producción diaria.	organización y control deficiente de la producción.
No se realiza la limpieza diaria de las máquinas cardadora	¿Por qué no se realiza la limpieza diaria de las máquinas?	Por desconocimiento de la importancia del mantenimiento preventivo.	No se mantiene un control y seguimiento adecuado de las actividades de mantenimiento.	Porque la empresa considera correcto asumir los costos de mantenimiento.	El área directiva considera el mantenimiento como un gasto y no como una inversión.	Por desconocimiento de los beneficios en términos de productividad de mantener equipos en buen estado.

Anexo 9 Manual de procedimientos para el proceso de plantado

MANUAL DE PROCEDIMIENTOS



PROCESO DE PLANTADO

	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

OBJETIVO

Describir la forma correcta de realizar las actividades de cardado, preparado y pegado del corte con la planta requerida.

ALCANCE

- El proceso de plantado comienza con la recepción del corte armado, selección de las suelas y preparación del pegamento y activador, y termina con el plantado y retirado de la horma del zapato.

REFERENCIA NORMATIVA

La documentación de apoyo que se utiliza para la realización del procedimiento de plantado es:


- NTE INEN 1914: Calzado. Definiciones
- Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.
- NTE INEN 1920:2013- Calzado de cuero de uso general requisitos.

POLÍTICAS INTERNAS

Para la realización del proceso de plantado la(s) persona(s) encargada(s) de dicho proceso deberán regirse y cumplir las siguientes disposiciones:

- El área administrativa debe proporcionar los materiales y herramientas necesarias para el correcto desarrollo de sus actividades, incluyendo recursos energéticos y equipos de seguridad.

Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	1/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----


	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

- La(s) persona(s) encargada(s) del proceso de plantado deben regirse a los criterios definidos en el presente procedimiento, los tiempos, cantidades y medidas específicas para cada situación.
- La información recolectada en el presente procedimiento deberá ser accesible para todo el personal de la empresa que requiera revisar o necesite esta información.

GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

Término	Definición
Cardado	Actividad de desgaste de una superficie a través del uso de máquinas con herramientas especializadas, como lijas.
Activador	Es un químico utilizado para el preparado de suelas que permite cambiar la polaridad de las suelas permitiendo una unión adecuada con el corte.
Corte	Es la parte principal del calzado formada por la unión de la capellada, talones, cuellos y lengüetas de cuero.
Pegatex Artecola	Es un pegamento considerado de uso industrial a base de poliamidas, especializado para el armado y plantado de suelas de caucho


Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	2/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO


#	Actividad	Responsable de la actividad	Descripción	Observaciones
1	Recepción del corte armado	Operario del proceso de plantado	El operario encargado del armado de talones entrega el corte completamente armado al siguiente proceso	
2	Pedido y recepción de materia prima	Operario del proceso de plantado	Se procede a pedir la cantidad de suelas y pegamento de acuerdo con las necesidades de cada pedido.	Considerar si no existe pegamento y activador restante de otras jornadas.
3	Rayado del corte	Operario del proceso de plantado	El operario debe delimitar el área a ser cardada con una mina de color blanco. Esta medida debe estar a 0.5cm hacia arriba desde la base del corte.	Considerar el tamaño de la suela respecto del modelo de cada zapato.
4	Cardado del corte	Operario del proceso de plantado	Una vez se ha revisado rayado el corte es necesario reducir el espesor del corte.	El tiempo de cardado debe ser de 50 segundos.

Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	3/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	


5	Limpieza del área de pegado, suela y el corte.	Operario del proceso de plantado	El operario debe utilizar una brocha para retirar cualquier partícula que pueda reducir la efectividad del activador y pegamento.	Mantener el corte y suela en sus respectivos estantes.
6	Preparación del químico activador i-333	Operario del proceso de plantado	El operario debe añadir un químico en polvo, presentado en bolsas, al disolvente líquido antes de ser aplicado.	Mantener las proporciones de 1 bolsita por cada 250 centímetros cúbicos de disolvente, deje reposar por 10 min. Su vida útil es de 8 horas
7	Aplicación del activador i-333	Operario del proceso de plantado	Con el uso de una brocha plástica de 1 pulgada se aplica en los bordes de la suela.	Tiempo de actuación mínimo de 45 min, no confundir con suelas sin activador.
8	Aplicación del pegamento Pegatex Artecola a los bordes de la suela y la base del corte	Operario del proceso de plantado	El personal encargado aplica el pegamento en las zonas previamente preparadas, dentro del límite de cardado previamente rayado.	Utilizar una brocha plástica de 1 pulgada, asegurarse de que se aplique de forma continua y en cantidad consistente. Tiempo de secado de 15 min.

Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	4/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

9	Activación del pegamento	Operario del proceso de plantado	Se ingresa el corte y la suela en un horno activador a base de gas licuado de petróleo.	Tiempo de activación 7 a 10 segundos.
10	Unión del corte con la suela	Operario del proceso de plantado	El operario encargado deberá unir manualmente las dos partes que conforman el zapato, comenzando por la punta hasta fijar completamente la suela con la ayuda de un martillo de goma.	Respetar las marcas del rayado y la forma de la suela, asegurarse de que las 2 partes se encuentren completamente unidas.
11	Reposo del zapado plantado	Operario del proceso de plantado	Es necesario mantener el zapato plantado por 10 a 15 min. En un lugar fresco y lejos de la luz del sol.	
12	Fijación final del zapato	Operario del proceso de plantado	Debe ingresar el zapato a un equipo especializado para calentarlo y comprimirlo dejándolo completamente fijo.	Presión de 40 lb f/in ² , tiempo de 7 segundos, Suelas de caucho 60°C, PVC 40°C y TR a 30°C.

Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	5/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

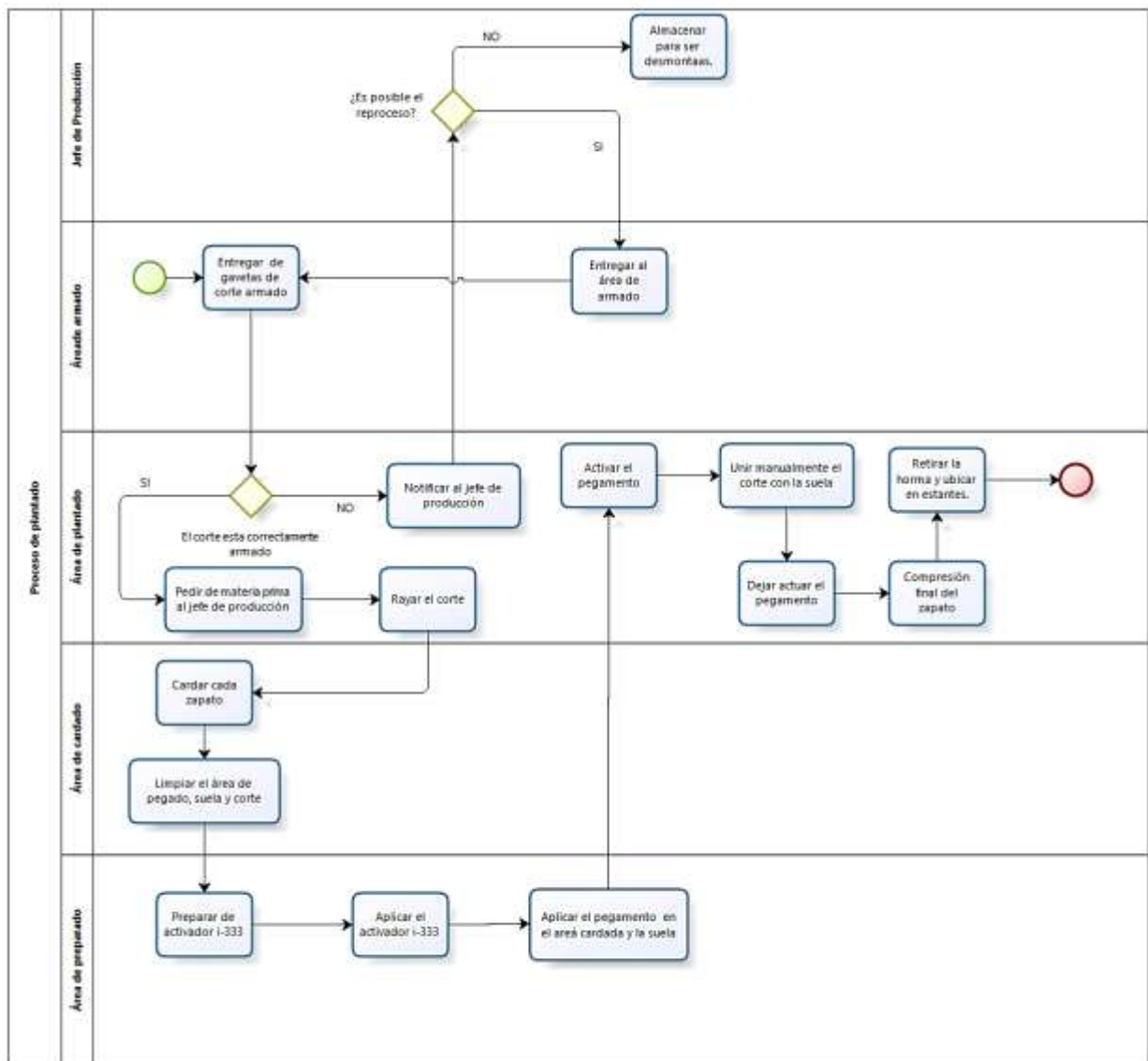
	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

13	Retirado de la horma	Operario del proceso de plantado	El operario retira manualmente la horma del zapato y lo almacena en estantes cercanos al área de terminado.	
-----------	-----------------------------	----------------------------------	---	--


Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	6/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

	Calzado SINELL	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO



Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	7/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

	Calzado SINELL	
	MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

RIESGOS

Tipo	Descripción	Medida de seguridad
Químico	Irritación del sistema respiratorio. Irritación de la piel	Máscara de seguridad para gases y vapores Guantes de seguridad
Mecánico	Laceraciones por maquina cardadora Golpes por el uso de martillo Quemaduras por descuido del horno activador.	Guantes de seguridad
Físicos	Ruido excesivo Absorción de partículas de cuero en el aire	Tapones auditivos Uso de mascarilla o mascara de seguridad para polvo.


MEJORA CONTINUA

- Por el momento no se cuenta con un plan de mejora continua para el proceso, por lo que se sugiere un estudio de tiempos y movimientos, para reducir posibles actividades innecesarias y un análisis ergonómico para determinar los riesgos adicionales a los mencionados.

INDICADORES

Nombre	Fórmula	Frecuencia
Promedio de producción diaria	$P = \frac{\text{par de zapatos fabricados}}{\text{días laborados}}$	Semanal
Porcentaje de pares defectuosos por el total de pares fabricados	$P = \frac{\text{Pares defectos encontrados}}{\text{Total de pares de zapatos producidos}} \times 100$	Mensual

Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	8/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----

	Calzado SINELL	
	M A N U A L D E P R O C E D I M I E N T O S	
MANUAL DE PROCEDIMIENTOS	Macroproceso:	Plantado
	Proceso:	Pegado de suelas
	Procedimiento: MP-PPCS-01	Realizar la unión del corte con la suela
Ámbito de Aplicación:	Empresa de fabricación Calzado SINELL	

ANEXOS

FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Acciones	Nombre	Cargo	Firma
Elaborado por:	Jefferson Ariel Condo	Investigador	
Revisado por:	Ing. Luis Morales	Tutor	

CONTROL DE HISTORAL DE CAMBIOS

Versión	Descripción del Cambio	Fecha de Actualización

Aprobado por:	Ramiro Sillagana	Fecha aprobación:	10/07/2023	Página N°:	9/9
----------------------	------------------	--------------------------	------------	-------------------	-----