



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL EN PROCESOS DE  
AUTOMATIZACIÓN**

**Tema:**

---

**ANÁLISIS SIX SIGMA EN EL PROCESO DE MONTAJE DE LA EMPRESA  
CALZADO GAMOS**

---

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

**ÁREA:** Industrial y manufactura

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño, Materiales y Producción

**AUTOR:** Juan Carlos Gavilanez Gavilanez

**TUTOR:** Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

**Ambato - Ecuador**

**Marzo - 2023**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

En calidad de tutor del Trabajo de Titulación con el tema: ANÁLISIS SIX SIGMA EN EL PROCESO DE MONTAJE DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Juan Carlos Gavilanez Gavilanez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, 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 15 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y el numeral 7.4 del respectivo instructivo.

Ambato, marzo 2023.

-----  
Ing. Luis Alberto Morales Perrazo Mg.

TUTOR

## AUTORÍA

El presente Proyecto de Investigación titulado: ANÁLISIS SIX SIGMA EN EL PROCESO DE MONTAJE DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS es absolutamente original, auténtico y personal. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, marzo 2023.

A handwritten signature in black ink, reading "Juan Carlos Gavilanez Gavilanez". The signature is enclosed within a large, hand-drawn oval. Below the signature, there is a horizontal dashed line.

Juan Carlos Gavilanez Gavilanez

C.C. 180479635-5

AUTOR

## DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos de mi Trabajo de Titulación en favor de la Universidad Técnica de Ambato, con fines de difusión pública. Además, autorizo su reproducción total o parcial dentro de las regulaciones de la institución.

Ambato, marzo 2023.

A handwritten signature in black ink, reading "Juan Carlos Gavilanez Gavilanez". The signature is enclosed within a large, stylized oval shape formed by the pen strokes.

---

Juan Carlos Gavilanez Gavilanez

C.C. 180479635-5

AUTOR

## **APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO**

En calidad de par calificador del Informe Final del Trabajo de Titulación presentado por el señor Juan Carlos Gavilanez Gavilanez, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado ANÁLISIS SIX SIGMA EN EL PROCESO DE MONTAJE DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 17 del Reglamento para obtener el Título de Tercer Nivel, de Grado de la Universidad Técnica de Ambato, y al numeral 7.6 del respectivo instructivo. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, marzo 2023.

-----  
Ing. Pilar Urrutia, Mg.  
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

-----  
Ing. Mg. John Reyes  
PROFESOR CALIFICADOR

-----  
Ing. César Rosero  
PROFESOR CALIFICADOR

## DEDICATORIA

*A Dios, por haberme brindado de fortaleza y bendiciones en los momentos que más lo he necesitado. Gracias por levantarme y caminar junto a mi durante todo este trayecto.*

*A mi madre Carmen Gavilanez, por haberse convertido en mi fuente de inspiración y por brindarme ese apoyo incondicional en todo momento. ¡Gracias por educarme como lo has hecho! Gracias a ti he comprendido el verdadero concepto de los valores “**Respeto, Humildad y Responsabilidad**”, por ello, he llegado hasta donde estoy, y he logrado cumplir uno de mis tantas metas.*

*A mis hermanos y familia, quienes han estado incondicionalmente durante mi trayecto y me han ayudado no solo económicamente sino emocional y psicológicamente. Este logro es para ustedes también.*

## AGRADECIMIENTO

*Nuevamente a Dios, por nunca abandonarme y siempre caminar junto a mí. Siempre serás mi mayor fortaleza y el mejor mentor y guía.*

*Al Ing. Luis Morales, por haberme ayudado para que este proyecto se haga realidad. Gracias por haberme impartido de sus conocimientos y por, sobre todo, por su paciencia. Gracias a usted he logrado adquirir nuevos conocimientos y habilidades que me serán de gran ayuda en mi campo profesional.*

*En general a la empresa Calzado GAMOS, por darme la apertura que necesitaba para realizar este proyecto dentro de sus instalaciones, pero en especial al Sr. Miguel Ángel Gutiérrez, por haber mostrado predisposición de ayudarme desde el principio. A don Luis y don Ítalo, por siempre ser mis fuentes fiables de información, su gran ayuda ha aportado infinitamente a este trabajo.*

## ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR .....	iv
APROBACIÓN TRIBUNAL DE GRADO .....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTO .....	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xiii
RESUMEN EJECUTIVO .....	xv
ABSTRACT.....	xvi
INTRODUCCIÓN .....	xvii
CAPÍTULO I.....	18
MARCO TEÓRICO.....	18
1.1 Tema de investigación .....	18
1.2 Antecedentes investigativos .....	18
1.2.1 Contextualización del problema.....	23
1.2.2 Fundamentación teórica .....	26
Mapa de procesos.....	26
Six sigma.....	27
Metodología six sigma (DMAIC) .....	29
Carta de control “p” para atributos.....	36
Estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) para atributos .....	38
Análisis de modo y efecto de fallos (AMEF).....	41
1.3 Objetivos .....	44
1.3.1 Objetivo general.....	44
1.3.2 Objetivos específicos .....	44
CAPÍTULO II .....	45
METODOLOGÍA .....	45
2.1 Materiales.....	45
2.2 Métodos.....	46
2.2.1 Enfoque de la investigación .....	46



2.2.2	Modalidad de la investigación .....	46
2.2.3	Población y muestra .....	47
2.2.4	Recolección de información.....	48
2.2.5	Procesamiento y análisis de datos .....	52
2.2.6	Desarrollo del proyecto .....	53
CAPÍTULO III.....		62
RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....		62
3.1	Análisis y discusión de resultados.....	62
3.1.1	Información general de la empresa .....	62
	Reseña histórica .....	63
	Productos ofertados.....	63
	Estructura organizativa.....	64
	Mapa de procesos.....	66
	Diagrama de flujo de funciones cruzadas. Flujograma de información.....	66
	Diagrama de ensamble del proceso de montaje .....	69
	Determinación de la línea de calzado para el análisis ABC.....	71
	Determinación del modelo de calzado en el que se centra la investigación ..	72
	Análisis del proceso productivo del objeto de estudio.....	73
	Cursograma analítico del proceso de producción del objeto de estudio .....	75
3.1.2	Fase “Definir” .....	78
	Defectos de calidad del modelo objeto de estudio .....	78
	Falencias del proceso productivo .....	83
	Definición de los defectos más incidentes que afectan la estabilidad del proceso de montaje.....	85
	Definición del proyecto six sigma.....	87
	Objetivo del proyecto.....	87
	Identificación de los clientes.....	87
	Determinación de los CTQ’s del proyecto.....	88
	Marco del proyecto six sigma .....	90
3.1.3	Fase “Medir” .....	91
	Estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) para atributos .....	91
	Análisis de variabilidad y capacidad del proceso de montaje.....	94
	Cálculo del índice de capacidad del proceso (Cp) .....	97
	Cálculo del nivel sigma actual .....	97
	Fase “Analizar” .....	99

Identificación de factores críticos que causan el defecto de filo despegado..	99
Mal pegado entre la capellada del zapato y la suela .....	100
Mal cardado de la capellada del zapato.....	104
Mal rayado en la capellada del zapato .....	106
Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF).....	109
3.1.4 Fase “Mejorar y Controlar”.....	112
Propuesta de mejora para la causa raíz “los lados del zapato no son cardados a la misma altura”.....	121
Propuesta de mejora para la causa raíz “los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma” .....	122
Propuesta de mejora para la causa raíz “rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo” .....	123
Propuesta de mejora para la causa raíz “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo” .....	128
Propuesta de mejora para la causa raíz “mal armado de la capellada del zapato” .....	129
CAPÍTULO IV.....	131
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	131
4.1 Conclusiones .....	131
4.2 Recomendaciones.....	132
MATERIALES DE REFERENCIA .....	134
4.3 Referencias bibliográficas.....	134
4.4 Anexos .....	142

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Tipos de herramientas que utiliza un proyecto six sigma.....	28
Figura 2: Ciclo DMAIC de six sigma .....	29
Figura 3: Interrogantes planteadas en la fase "Definir" .....	29
Figura 4: Simbología de un diagrama de flujo.....	30
Figura 5: Diagrama de Pareto para definir las principales variables críticas de calidad .....	31
Figura 6: Interrogantes planteadas en la fase "Medir" .....	31
Figura 7: Representación general de un Diagrama Causa-efecto .....	32
Figura 8: Ejemplo de una hoja de verificación .....	33
Figura 9: Análisis de datos mediante una gráfica de control tipo "p".....	33
Figura 10: Interrogantes planteadas en la fase "Analizar" .....	34
Figura 11: Interrogantes planteadas en la fase "Mejorar" .....	35
Figura 12: Interrogantes planteadas en la fase "Controlar" .....	36
Figura 13: Flujograma para AMEF.....	43
Figura 14: Metodología de desarrollo AMEF.....	59
Figura 15: Logotipo de la empresa “Calzado GAMOS” .....	62
Figura 16: Organigrama estructural de la empresa Calzado GAMOS.....	65
Figura 17: Mapa de procesos de la empresa Calzado GAMOS.....	67
Figura 18: Proceso de elaboración de calzado .....	68
Figura 19: Diagrama de ensamble del proceso de montaje de calzado.....	70
Figura 20: Análisis ABC para determinar la línea de calzado .....	72
Figura 21: Análisis ABC de los modelos de la línea de calzado de Seguridad industrial .....	73
Figura 22: Proceso productivo del objeto de estudio. Modelo CF.SI.Modelo270.....	74
Figura 23: Cursograma analítico del modelo CF.SI.Modelo270 .....	76
Figura 24: Cursograma analítico del modelo CF.SI.Modelo270 (continuación).....	77
Figura 25: Diagrama causa-efecto. Aparición de defectos de calidad en el proceso de montaje.....	84
Figura 26: Diagrama de Pareto de los defectos que aparecen en el proceso de montaje .....	86

Figura 27: Mapa de necesidades de los clientes internos y externos .....	89
Figura 28: CTQ'S del proyecto .....	90
Figura 29: Gráfica de control tipo "p" .....	95
Figura 30: Mapeo del factor "Mal pegado entre la capellada del zapato y la suela" .....	100
Figura 31: Mapeo del factor "Mal cardado de la capellada del zapato" .....	104
Figura 32: Mapeo del factor "Mal rayado en la capellada del zapato" .....	106
Figura 33: Análisis de modo y efecto de fallas del proceso de montaje .....	111
Figura 34: Proceso a seguir para el programa de mantenimiento de la máquina cardadora.....	117
Figura 35: Matriz VOC para definir CTQ's del proyecto six sigma.....	145
Figura 36: Lluvia de ideas para la obtención de factores críticos .....	150
Figura 37: Flujograma para el subproceso de cardado.....	154
Figura 38: Flujograma para el subproceso de armado de puntas, lados y talones ...	164
Figura 39: Flujograma para el subproceso de selección de personal .....	174
Figura 40: Flujograma para el subproceso de aparado.....	184

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Comparación de los diferentes niveles sigma.....	28
Tabla 2: Materiales utilizados para el desarrollo de la investigación. ....	45
Tabla 3: Resultados obtenidos por el muestreo de trabajo.....	48
Tabla 4: Actividades para cumplir con el objetivo 1. ....	49
Tabla 5: Actividades para cumplir con el objetivo 2. ....	49
Tabla 6: Actividades para cumplir con el objetivo 3. ....	51
Tabla 7: Actividades para cumplir con el objetivo 4. ....	51
Tabla 8: Criterios de valorización del NPR para las causas raíz encontradas. ....	60
Tabla 9: Presupuestos planificados para el periodo enero-abril 2022.....	71
Tabla 10: Matriz de registro de defectos de calidad encontrados en el proceso de montaje.....	79
Tabla 11: Identificación de clientes. ....	88
Tabla 12: Marco del proyecto six sigma. ....	90
Tabla 13: Resumen del estudio R&R para atributos.....	92
Tabla 14: Datos para la gráfica de control tipo "p".....	94
Tabla 15: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “impurezas (polvo de cardado) en el aire”. ....	112
Tabla 16: Ficha técnica de la máquina cardadora.....	118
Tabla 17: Actividades de mantenimiento para la máquina cardadora. ....	119
Tabla 18: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “los lados del zapato no son cardados a la misma altura”. ....	121
Tabla 19: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma”. ....	122
Tabla 20: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo”. ....	123
Tabla 21: Descripción de funciones para el subproceso de cardado.....	124
Tabla 22: Descripción de funciones para el subproceso de preparación de suelas y capelladas.....	125
Tabla 23: Tratamiento de superficies.....	126
Tabla 24: Descripción de funciones para el subproceso de pegado.....	127

Tabla 25: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo” .....	129
Tabla 26: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “mal armado de la capellada del zapato” .....	130
Tabla 27: Formato para lluvia de ideas.....	142
Tabla 28: Guía de entrevista. ....	143
Tabla 29: Guía de encuesta orientada a clientes de la empresa Calzado GAMOS..	144
Tabla 30: Datos para estudio R&R para atributos. ....	146
Tabla 31: Análisis de desacuerdos del estudio R&R. ....	147
Tabla 32: Resultados de repetibilidad del estudio R&R. ....	147
Tabla 33: Resultados de reproducibilidad del estudio R&R.....	147
Tabla 34: Criterios y puntuaciones para la SEVERIDAD del efecto de falla. ....	148
Tabla 35: Criterios para la evaluación de OCURRENCIA de las causas potenciales de falla.....	149
Tabla 36: Criterios para estimar la posibilidad de DETECCIÓN de los modos de falla. ....	149
Tabla 37: Índice Cp en función de productos defectuosos. ....	151
Tabla 38: Nivel sigma de corto y largo plazo en términos de la métrica PPM.....	151
Tabla 39: Código de colores para tallas de las hormas. ....	171
Tabla 40: Parámetros de temperaturas y tiempos de reactivado y vaporizado. ....	171
Tabla 41: Tabla de hilos para calzado.....	190

## RESUMEN EJECUTIVO

El proceso de montaje de calzado es la operación más importante dentro de la fabricación de zapatos, pues tiene como objetivo montar el corte sobre la horma y la plantilla, poner contrafuertes y armar puntas, lados y talones; sin embargo, es una fuente potencial de defectos y problemas que causan una alta variabilidad en el método productivo; por ello, la presente investigación tiene como objetivo realizar un análisis six sigma en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS.

La investigación tiene un enfoque cuali-cuantitativo, que se basa en el uso de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar); para efectuar el estudio, los datos se recolectan en un periodo aproximado de un mes, mediante un muestreo aleatorio sistemático de 20 órdenes de producción recibidas, en el modelo calzado de mayor demanda.

Los resultados obtenidos arrojan que el defecto de “filos despegados”, es el mayor responsable de los errores de producción (53%), lo que se debe principalmente a la presencia de causas atribuibles como: polvo de cardado en el aire, mal cardado de los lados, lados flojos o mal pegados a la horma, rotación continua de operarios, demasiada carga de trabajo y mal armado de la capellada del zapato. El análisis six sigma determina que el proceso está fuera de control estadístico, ya que presenta 4237 PPM fuera de las especificaciones, lo cual indica un rendimiento del proceso del 93% que denota un nivel sigma de 2,96 sigmas.

Se concluye que el proceso de montaje de la empresa sujeta a estudio presenta un bajo control estadístico en la elaboración de sus productos, ya que presenta un nivel sigma por debajo del promedio de las empresas de calzado (3 a 4 sigmas).

**Palabras clave:** Six sigma, DMAIC, calzado, control de calidad, variabilidad, montaje.

## ABSTRACT

The footwear assembly process is the most important operation in the manufacture of shoes, since its objective is to assemble the cut on the last and the insole, put counters and assemble tips, sides and heels; however, it is a potential source of defects and problems that cause a high variability in the production method; therefore, the present research aims to perform a six sigma analysis in the assembly process of the company GAMOS Footwear.

The research has a quali-quantitative approach, which is based on the use of the DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve and Control) methodology; to carry out the study, the data are collected in a period of approximately one month, through a systematic random sampling of 20 production orders received, in the footwear model with the highest demand.

The results obtained show that the defect of "unstuck edges" is the most responsible for production errors (53%), which is mainly due to the presence of attributable causes such as: carding dust in the air, poorly carded sides, loose or poorly glued sides to the last, continuous rotation of operators, too much workload and poor assembly of the shoe upper. The six sigma analysis determines that the process is out of statistical control, as it has 4237 PPM out of specification, which indicates a process yield of 93% denoting a sigma level of 2.96 sigmas.

It is concluded that the assembly process of the company under study presents a low statistical control in the production of its products, since it presents a sigma level below the average of the footwear companies (3 to 4 sigmas).

**Keywords:** Six sigma, DMAIC, footwear, quality control, variability, assembly.



## INTRODUCCIÓN

El calzado es un sector preponderante en la creciente economía de nuestro país y desempeña un papel importante en cuanto a su contribución al mercado nacional, pues según datos expuestos por la Cámara de Calzado de Tungurahua (CALTU), la demanda de calzado pasó de 1,73 pares por persona en 2008 a 2,23 pares en 2017 [1]. Sin embargo, su fabricación comprende una variedad de procesos que generan un sinnúmero de fuentes potenciales de defectos y problemas como el rendimiento, la estética o la seguridad, que pueden dar lugar a reclamos y al rechazo del producto, lo que causará un coste financiero significativo por pérdida de ingresos por ventas o por las devoluciones del producto [2], lo que impulsa a que las empresas nacionales de fabricación de calzado hagan uso de las herramientas de six sigma para hacer frente a la competencia cada vez más exigente.

Six sigma es un enfoque eficaz para la eliminación de defectos de cualquier proceso basado en una metodología compuesta por cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC) [3]. El ciclo DMAIC mejora continuamente el proceso mediante la identificación de factores clave, establecimiento de métodos de recogida de datos, análisis de las causas potenciales de los fallos del proceso y la eliminación de la variación mediante la proporción de un plan de mejora del proceso a largo plazo que permita reducir la cantidad de productos defectuosos, aumentar el rendimiento del proceso e incrementar el nivel de calidad de la organización [4].

La empresa Calzado GAMOS, con el objetivo de reducir la cantidad de productos rechazados, mejorar la calidad de sus productos y ser más eficientes en el uso de sus recursos productivos, se interesa por aplicar la metodología DMAIC para dar solución a la problemática que provoca variabilidad en el proceso de montaje de calzado y, de ese modo, aumentar la productividad de la empresa y disminuir los costos de fabricación, logrando así una mayor competitividad empresarial. El desarrollo de la metodología se lleva a cabo mediante la recopilación de datos obtenidos de la encargada de control de calidad y del área de producción.

# **CAPÍTULO I**

## **MARCO TEÓRICO**

### **1.1 Tema de investigación**

ANÁLISIS SIX SIGMA EN EL PROCESO DE MONTAJE DE LA EMPRESA CALZADO GAMOS.

### **1.2 Antecedentes investigativos**

En el estudio de la metodología six sigma destacan diversos autores que han hecho un uso efectivo de esta herramienta, logrando crear mejoras extraordinarias gracias a la reducción de variabilidad en los procesos de producción, lo cual se logra mediante la obtención de desviaciones estándar muy pequeñas, de tal manera que el producto o servicio cumpla o exceda las expectativas de los clientes [5]. La idea central de la metodología en cuestión radica en que, es posible medir cuantos defectos se tiene en el proceso para estimar metódicamente su eliminación o reducción hasta acercarse lo más posible a cero defectos [6].

Adicionalmente, el modelo six sigma se enfoca en aquellos puntos en los que se debería tomar acción para reducir errores y reprocesos que les cuestan a las organizaciones tiempo, dinero, oportunidades y clientes [7]; además, garantiza un impulso a la calidad de productos en las empresas de fabricación, de tal manera que reduce al mínimo los costes, manteniendo el grado de calidad y satisfacción del cliente a través del trabajo en conjunto entre el personal y los ejecutivos [8].

Existen ciertos estudios que adoptan métodos de investigación mixtos basado en revisiones sistemáticas de literatura, encuestas y entrevistas a pequeñas y medianas empresas (PYMES) de la industria del cuero, como es el caso de Bangladesh [9], que expone ciertos factores críticos a tomar en cuenta durante la implementación del modelo six sigma, entre los cuales menciona: la falta de conocimiento en el uso y aplicación de las herramientas de la metodología en cuestión, la falta de investigación y el bajo impacto que éstas pueden lograr en el rendimiento de las empresas, como también lo corrobora [10]; además, concluye también que la falta de compromiso y participación activa de la alta dirección, así como, la imprecisa comunicación de su visión, limitan la aplicación del modelo en las empresas.

De igual manera, la investigación [11], realizada en empresas manufactureras de Malasia, señala que, la implementación de six sigma en empresas pequeñas y medianas conlleva altas inversiones debido a factores como: la asignación de un líder de proyecto con conocimientos suficientes para supervisar la aplicación de la metodología, la formación específica y orientación del personal, buenos sistemas de motivación y, sobre todo, adoptar un enfoque a satisfacer las necesidades del cliente; asimismo, destaca que es vital que la alta dirección asigne recursos para apoyar el mantenimiento, la infraestructura organizativa, el desarrollo y la continuidad del proyecto.

Las PYMES de la ciudad de Juárez-México, por su lado, arrojan que las principales causas que dan lugar a la mayoría de defectos potenciales en los productos finales, son debido a factores relacionados a la mano de obra, máquinas, métodos de trabajo, la gestión organizativa, el material y el entorno de trabajo, según lo expone [12], mientras que, la investigación [13], adiciona otros factores críticos de la calidad (CTQ) como el instrumental y técnicas de medición a las causas raíces ya mencionadas anteriormente.

En el mismo contexto, los autores de [14] aseveran que, el éxito en la implementación de six sigma en industrias manufactureras del Ecuador tiene una fuerte relación con ciertas características del liderazgo, entre las cuales se puede mencionar: la comunicación, la coherencia, la flexibilidad, la ejemplaridad, la percepción de six

sigma como una filosofía y la definición clara de los roles y responsabilidades del equipo. Con tales afirmaciones concuerda [15], quien considera que los factores críticos de éxito de máxima prioridad en la aplicación de la metodología mencionada en las PYMEs guardan una relación directa con el compromiso de la alta dirección y la vinculación de six sigma con la estrategia empresarial; del mismo modo, afirman que el tamaño de las empresas y la disponibilidad de recursos económicos constituyen un obstáculo para el éxito en la implementación de la metodología en cuestión.

A pesar de las situaciones anteriormente mencionadas, six sigma ha sido implementado con éxito en diferentes sectores de manufactura, logrando ser parte integrante de los procesos de cambio en las empresas para reducir los diferentes costos, manteniendo el grado de calidad y satisfacción del cliente [8]. Así lo demuestran casos de grandes organizaciones como el de General Electric, que logró un ahorro de 3.000 millones de dólares entre 1998 y 1999, en el caso de Ford alcanzó ahorros de 52 millones en el 2000, mientras que, Samsung por su parte, ahorro 1.500 millones entre 1999 y 2002 [16].

Otras grandes organizaciones también han demostrado beneficios tanto en costos como en sus procesos de producción (reducción de variabilidad) después de la implementación de la metodología six sigma, como es el caso de: Sony, Kodak, Honeywell, Toshiba, Texas Instruments, Schneider Electric, Nokia, entre otras, cuyo poder económico ha facilitado la adopción de esta herramienta y, con ello, ha impulsado a crear a través del tiempo la ideología que six sigma está restringida solo a grandes organizaciones [17]; sin embargo, esto se ha ido convirtiendo en mito, dado que, pequeñas y medianas empresas han sido capaces de conseguir grandes logros después de la implementación de esta herramienta [18].

La principal razón que impulsó a las PYMES a implementar six sigma en sus procesos, es suministrar productos y servicios de alta calidad a empresas más grandes, como lo indica un estudio realizado a las PYMES de Reino Unido, el cual concluye que aproximadamente el 70% de dichas empresas han adoptado la metodología mencionada y, como consecuencia, sus procesos operaban en niveles sigma que

oscilan entre 2.8 a 4 [19]. Otra investigación realizada en el mismo país, estudió a 4 empresas medianas, de las cuales 2 implementaron metodologías six sigma en sus procesos, y 2 no lo hicieron, arrojando como resultado que las que no adoptaron el enfoque propuesto, redujeron drásticamente los atributos del proceso (tiempo de ejecución, tiempos de entrega, ratio de desperdicio, etc) y los atributos lógicos (costos, ingresos, confianza del cliente, entre otros), como lo expone [20].

Debido al gran éxito que ha tenido la metodología six sigma en varias regiones del mundo, empresas en Bangladesh también han comenzado a implementarlo en sus procesos como herramienta de mejora continua y, desde luego, han logrado reducir el número de productos defectuosos y así mejorar la calidad del producto final [21], tal es el caso de una empresa de calzado de dicho país, la cual después de la implementación exitosa del plan de mejora basado en las herramientas del ciclo DMAIC, logró reducir los Defectos por Millón de Oportunidades (DPMO) de 46054 a 3365, evidenciando un aumento del nivel sigma actual de 3.2 a 4, el cual es considerado como aceptable para la industria de calzado [22].

China al ser el mayor fabricante de calzado del mundo, también ha optado por implementar el modelo six sigma en esta industria, con la finalidad de reducir las variaciones que inciden negativamente en los procesos y, con ello, eliminar defectos sistemáticos [23], así lo demuestra un estudio realizado a una empresa de calzado en la provincia de Guizhou, el cual ha logrado resolver el principal defecto relacionado con la aplicación de pegamento mediante el enfoque DMAIC y un diseño de experimento ortogonal para determinar la combinación óptima de parámetros que influyen directamente sobre el principal defecto, a consecuencia de ello, se ha logrado mejorar la capacidad del proceso (Cpk) de -0.51 a 1, consiguiendo aumentar la fuerza de adhesión del producto de 5.95 N/mm a 6.31 N/mm, lo que conlleva una mayor satisfacción del cliente y a mejorar la competitividad de la empresa [24].

En cuanto a empresas ajenas a la industria del calzado, six sigma también ha demostrado ser una de las principales técnicas de gestión de la calidad [11], como lo evidencia el caso de una microempresa automotriz en el municipio de Tlaxcala-

México, la cual gracias al apoyo y compromiso de la alta dirección, asesores externos y el equipo de trabajo, ha logrado culminar con éxito la implementación de la metodología mencionada y, con ello, ha conseguido aumentar el nivel sigma del proceso de pintura de productos plásticos de 2.4 a 3.6, disminuyendo así la variación del proceso y haciéndolo más confiable para el cliente [12]. De forma similar, una PYME textil mexicana, gracias a las acciones implementadas mediante la metodología six sigma, logró reducir el porcentaje de hilos gruesos en urdiembre de un 41% a un 26.5%, reflejando grandes beneficios económicos para la empresa [13].

En el Ecuador, muchas empresas también han optado por implementar la metodología six sigma en sus procesos operativos debido a la fuerte competencia entre ellas [14], un ejemplo es la aplicación de dicha metodología para la mejora de la calidad en la empresa REPROIMAV, cuyo objetivo es establecer acciones de mejora para el principal problema “Baja productividad en el proceso de incubación de pollos”, el análisis y solución del problema se aborda mediante las cinco fases del ciclo DMAIC logrando determinar que el 22,8% de las mermas totales se deben a la mala calibración de las máquinas, mientras que el 18.3% corresponden a la falta de control de bioseguridad de la planta; a partir de ello, se implementa un plan de mejora basado en el mantenimiento preventivo planificado de maquinaria y equipos, así como también la implementación de un plan de control de bioseguridad en la planta, lo cual contribuye a mejorar la calidad en el proceso productivo y con ello, potencializar la productividad de la empresa [15].

Los resultados obtenidos en la investigación [25], desarrollado en un taller de enderezada y pintura en la ciudad de Ibarra logró reafirmar que la implementación de la metodología six sigma en talleres de mediana dimensión si es posible, debido a que fue posible mejorar la calidad de los procesos gracias a la adopción de ciertas herramientas del ciclo DMAIC que han permitido el crecimiento de la empresa a través del desarrollo de mejoras logísticas, estructurales y financieras. Como resultado se ha logrado aumentar el nivel sigma de 3,09 a 3,39 en el proceso de chapistería, y con ello su eficiencia, pasando de un 40% a un 60%, evidenciando un beneficio económico de 7.708,80 USD anuales para la empresa.

Por otro lado, la investigación llevada a cabo por [26], aborda la aplicación efectiva de esta metodología en un sector distinto al productivo, en este caso el sector público (sector de servicios); los autores implementan esta metodología en el proceso de adquisiciones en una empresa pública de la ciudad de Quevedo, donde el índice Cpk de dicho proceso indica un valor de  $-0.128$ , denotando que no cumple con los requerimientos mínimos de los clientes; el principal problema encontrado es el tiempo que demora la ejecución de las diferentes actividades de adquisición, a partir de ello, se adoptó como medidas correctivas la contratación de nuevo personal y el desarrollo de un software de gestión documental, con lo cual ha sido posible reducir la alta variación del proceso, mejorar la capacidad del proceso y satisfacción de los usuarios.

Con los argumentos expuestos anteriormente, Calzado GAMOS, requiere incursionar en el uso de la metodología six sigma para la mejora de su proceso de montaje, puesto que presenta dificultades como: partiduras en el cuero, suelas despegadas y un excesivo retiro de pintura en el cuero (Cardado) y, a partir de ello, implementar el Departamento de Calidad dentro de los procesos operativos básicos que maneja la empresa. El proyecto de investigación “Análisis Six Sigma en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS” servirá de base para cumplir el cometido anteriormente mencionado.

### **1.2.1 Contextualización del problema**

Actualmente la industria manufacturera se encuentra en una etapa donde la globalización ha provocado un ambiente de mucha competencia entre las compañías del sector, fomentando de esta manera la demanda de productos con especificaciones más estrechas por parte de los clientes [27]; en consecuencia, las empresas se ven en la obligación de innovar constantemente, mejorar la calidad de sus productos, estandarizar sus procesos y ser más eficientes en el uso de sus recursos [28].

Bajo esta consideración, para las empresas es de vital importancia tomar en cuenta el involucramiento de la calidad a lo largo de los procesos de fabricación, con la finalidad de lograr la reducción de no conformidades, reprocesos, desperdicios, reinspecciones,

horas extras y demás, logrando así un mayor aprovechamiento de los recursos productivos e impactando directamente en la productividad y competitividad de la empresa [29]. Al lograr un mayor aprovechamiento de los recursos productivos también es posible mejorar la productividad de la empresa ya que disminuyen los costos de fabricación y con ello se puede ofertar un producto a menor precio logrando así una mayor competitividad para la organización [30].

Pese a los beneficios mencionados anteriormente, ciertas empresas especialmente las micro y pequeñas, enfrentan dificultades con la calidad debido a la falta de conocimientos técnicos, recursos humanos y financieros, además de la escasa utilización de sistemas de control de procesos, provocando así la disminución de su eficacia y eficiencia frente a la competencia tanto nacional como internacional [31], [32].

En particular, para la industria de calzado que forma parte del sector manufacturero, existen serios problemas que dificultan su progreso, debido a causas como: la ausencia de análisis de restricciones, insuficiente calidad en sus productos, costos altos de fabricación, falta de estandarización de procesos, entre otros [33], lo que desencadena la devolución de los productos por parte de sus clientes debido a insatisfacción, generalmente provocada por la baja calidad de los mismos, incurriendo así en gastos adicionales y pérdida de tiempo, además también estas situaciones repercuten en la disminución de sus ventas, pérdida del cliente y pérdida de la oportunidad de expandirse a nuevos mercados [34].

Un caso de estudio que ejemplifica lo ya mencionado, es la industria de calzado colombiano [35], que tiene ciertas falencias, entre las cuales se puede citar: una débil infraestructura competitiva, un incumplimiento a la normativa y regulación vigente en el país, además de la falta de un modelo formativo que atienda satisfactoriamente las exigencias del mercado internacional; como consecuencia de ello, las empresas de este ramo, experimentan una alta variabilidad en los métodos productivos provocando el deterioro del índice productivo, además efectos como: un bajo desarrollo tecnológico,



altos costos de abastecimiento y distribución y una escasa penetración en el mercado internacional [36].

En el Ecuador, debido a que la mayoría de las empresas productoras de calzado son de tipo artesanal, la deficiencia de calidad en los productos terminados sigue siendo un problema evidente puesto que, el 94% de los representantes legales de éstas no invierten en capacitación de recursos humanos, mientras que el 58% no estaría dispuesta a invertir en tecnología e investigación para mejorar sus procesos de operación [37]; de igual manera, se destaca que los problemas en el área de producción o en la gestión productiva de la mayoría de dichas organizaciones empieza desde el ingreso de la materia prima a causa del bajo cuidado del ganado durante su etapa de crecimiento y sacrificio [38].

En el caso particular de la provincia de Tungurahua, ésta posee aproximadamente el 90% de pequeñas y medianas empresas que abarcan el 65% de la producción nacional de calzado; las cuales presentan serias deficiencias en términos de planteamiento de procesos, recursos financieros y humanos, seguridad industrial, medio ambiente y gestión administrativa en general, ausencia de técnicas gerenciales modernas, entre otras, situación que ha generado empresas no profesionales, no competitivas, con producción de baja calidad y que no son capaces de afrontar los cambios económicos y políticos en un mercado globalizado [39], [40]. Adicionalmente, se pueden destacar otros factores como: la escasa formación técnica en necesidades propias del sector, considerables tiempos muertos del personal debido a tareas repetitivas (fatiga del personal), espacios de trabajo insuficientes, desperdicio de material, y la falta de organización y limpieza en las áreas de trabajo [41].

De igual manera, se puede resaltar que un índice alto de productores de calzado de la provincia en mención, son incapaces de enfrentarse a grandes competidores en el mercado nacional e internacional debido a que no cuentan con departamentos de diseño y desarrollo [42]; así mismo, la mayoría de las pequeñas empresas basan su quehacer diario en la improvisación y no manejan información fiable ni estadística, impulsando de esta manera a que los clientes potenciales busquen proveedores de mayor confianza y que ofrezcan productos de mayor calidad y precio en otras ciudades,

o incluso en otros países, repercutiendo así en el desarrollo de la industria de la provincia y del país [43].

La empresa “Calzado GAMOS” actualmente está experimentando inconformidad por parte de sus clientes debido a deficiencias en el proceso de montaje de calzado, lo que es causado principalmente por el defecto de filos despegados; las causas de dicho defecto se deben principalmente a la falta de estandarización de los subprocesos más críticos: aparado, rayado, cardado y pegado, lo que provoca variabilidad en el proceso de montaje y pérdidas para la empresa tanto en tiempo, servicio, calidad y costos. Además de ello, la alta carga de trabajo y el insuficiente personal operativo provoca una rotación frecuente de los operarios entre puestos de trabajo, en consecuencia, se producen errores humanos que comprometen la calidad del producto. Por ello, el proyecto de investigación tiene como finalidad aplicar un análisis six sigma en el proceso de montaje para identificar las principales causas de variabilidad a través de la metodología DMAIC, con lo cual se proponen propuestas de mejora para la reducción de la variabilidad de dicho proceso.

### **1.2.2 Fundamentación teórica**

#### **Mapa de procesos**

El mapa de procesos viene a ser una representación gráfica de una organización que se rige bajo una gestión por procesos, de tal manera que, al verlo inmediatamente se distingue las principales características de la organización, sus procesos principales y los enfoques que le da tanto al cliente como a la calidad y mejora continua [44]. Existen varios tipos de procesos: a) estratégicos, b) operativos y c) de soporte.

- 1. Procesos estratégicos:** en este nivel se ubican todos los procesos que proveen de los recursos necesarios para que el proceso de producción funcione correctamente, además determinan el accionar de la empresa, y son la base para la toma de decisiones empresarial, ya que dictan el direccionamiento de las

políticas y estrategias para determinar objetivos que marquen el rumbo de la organización [44].

- 2. Procesos operativos:** engloba todos los procesos vinculados directamente a la producción de calzado, enfocándose firmemente en la búsqueda de la calidad mediante el uso racional de todos los recursos disponibles para garantizar que el producto final cumpla con las necesidades de los clientes [44].
  
- 3. Procesos de apoyo:** engloba a los procesos que están destinados a dar soporte a los procesos de producción mediante recursos e insumos que la organización requiere para poder producir sin interrupciones [44].

### **Six sigma**

Six sigma es un enfoque estadístico muy disciplinado y bien estructurado para la mejora de los procesos, tiene como objetivo reducir la variación en las operaciones, el proceso o el producto final para satisfacer al cliente, es decir, es el proceso en el que solo se rechazan menos de 3,4 productos de un millón de piezas, lo que significa que se acepta el 99,99996% de los productos [45].

Con six sigma se entiende la filosofía, las herramientas y los métodos utilizados para buscar, encontrar y eliminar las causas de los defectos o errores en los procesos empresariales haciendo uso del término sigma, el cual es utilizado como indicador para determinar el nivel de bondad o calidad de un determinado proceso [46], como se muestra en la Tabla 1:

**Tabla 1: Comparación de los diferentes niveles sigma [46]**

Nivel Sigma	Defectos por Millón de Oportunidades	Rendimiento Porcentual	Capacidad
1	690000	30.9%	No competitivo
2	308537	69.1%	
3	66807	93.3%	Media industrial
4	6210	99.4%	
5	233	99.96%	Clase mundial
6	3.4	99.99966%	

Six sigma utiliza dos metodologías de proyecto compuestas por 5 fases cada una: DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), la cual es usada para proyectos destinados a mejorar un proceso empresarial ya existente, a diferencia del otro enfoque definido por las fases Definir, Medir, Analizar, Diseñar y Verificar (DMADV), el cual se utiliza para proyectos destinados a crear nuevos diseños de productos o procesos [46].

Six sigma normalmente utiliza dos tipos de herramientas en el despliegue de un proyecto:

Herramientas de calidad	Herramientas estadísticas
<ul style="list-style-type: none"> <li>•Carta de proyecto</li> <li>•Plan de recolección de datos</li> <li>•Matriz de asignación de responsabilidades</li> <li>•Análisis de interesados</li> <li>•Matriz de proveedores-entradas-procesos-salidas-clientes</li> <li>•Mapa de la cadena de valor</li> <li>•Tratamiento de datos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Estudio de la capacidad del proceso</li> <li>•Análisis de varianza (ANOVA)</li> <li>•Contraste de hipótesis</li> <li>•Diseño de experimentos</li> <li>•Simulación de procesos</li> <li>•Quality Function Deployment (QFD)</li> <li>•Análisis modal de fallos y efectos (AMFE)</li> </ul>

**Figura 1: Tipos de herramientas que utiliza un proyecto six sigma [37]**

## Metodología six sigma (DMAIC)

Six sigma da una serie de pasos que permiten mejorar los procesos en cada organización basado en el ciclo DMAIC; primero “Define” para “Medir” y luego “Analiza” para “Mejorar” y “Controlar” [47].

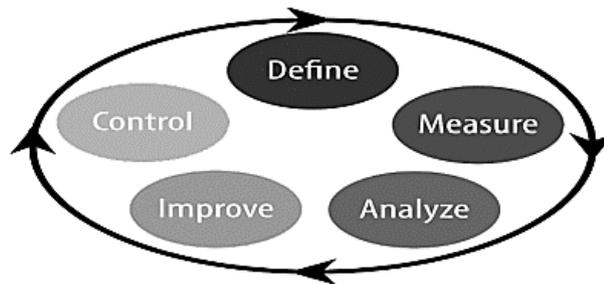


Figura 2: Ciclo DMAIC de six sigma [38]

### Fase “Definir”

Es el paso inicial del ciclo DMAIC, durante el cual se estima y clasifica el número total de problemas, se establece el planteamiento del problema, el alcance y los objetivos. En esta etapa es indispensable que el equipo del proyecto tenga una comprensión clara de un proyecto determinado, además es importante que se tome en cuenta a los clientes [47]. En esta fase, es posible definir ciertas interrogantes para facilitar el proceso, como, por ejemplo:

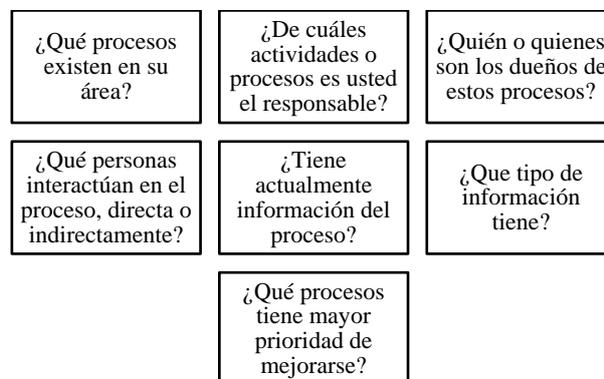


Figura 3: Interrogantes planteadas en la fase "Definir" [21]

Las herramientas que usualmente son usadas durante esta etapa son las siguientes:

- Entrevistas: Es una técnica usada en investigaciones cualitativas para la obtención de información primaria en forma de conversación entre personas para obtener respuestas a un determinado problema planteado [48].
- Diagramas de flujo: Representa los pasos de una actividad o proceso mediante una representación gráfica, y sirve para darse una idea general de cómo funciona el proceso y la relación de las diferentes actividades. Utiliza una serie de símbolos para denotar las diferentes actividades [48], como se muestra en la Fig. 4.
- 5W+1H: Es una herramienta de análisis que consiste en responder las siguientes 6 preguntas: What (Qué), Why (Porqué), When (Cuándo), Where (Dónde), Who (Quién) y How (Cómo).

También puede ser usado para establecer actividades o estrategias que sirven para implementar acciones de mejora [48].

SÍMBOLO	SIGNIFICADO	SÍMBOLO	SIGNIFICADO
	Terminal. Indica el inicio o la terminación del flujo del proceso.		Actividad. Representa una actividad llevada a cabo en el proceso.
	Decisión. Indica un punto en el flujo en que se produce una bifurcación del tipo "SÍ" - "NO".		Documento. Se refiere a un documento utilizado en el proceso, se utilice, se genere o salga del proceso.
	Multidocumento. Refiere a un conjunto de documentos. Por ejemplo, un expediente que agrupa distintos documentos.		Inspección/ firma. Empleado para aquellas acciones que requieren supervisión (como una firma o "visto bueno").
	Base de datos/ aplicación. Empleado para representar la grabación de datos.		Línea de flujo. Proporciona una indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

Figura 4: Simbología de un diagrama de flujo [39]

- Diagrama de Pareto: Es un gráfico de barras que identifica y prioriza las causas principales que generan la mayor parte de problemas en un proceso productivo con el objetivo de enfocar esfuerzos en las causas de mayor impacto. Se basa en el principio de Pareto, que establece que “el 20% de las causas son los que generan el 80% de los problemas” [48].

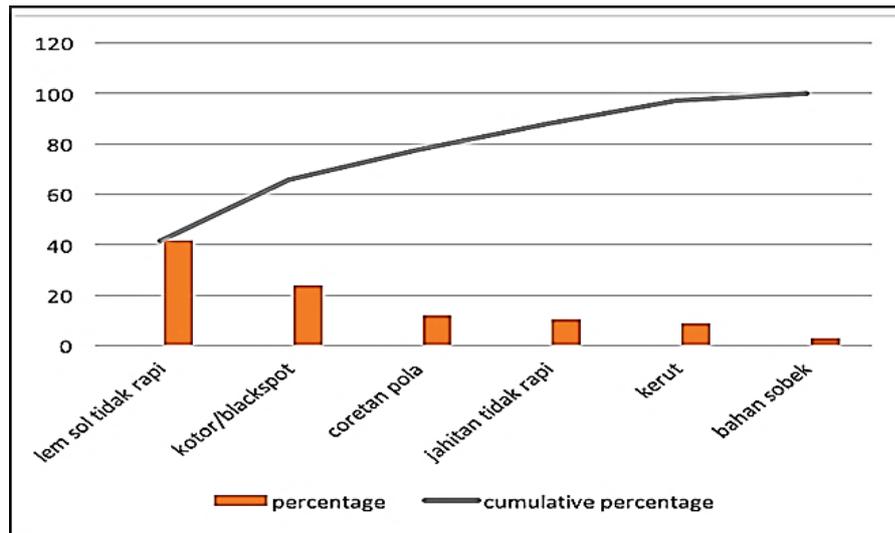


Figura 5: Diagrama de Pareto para definir las principales variables críticas de calidad [40]

### Fase “Medir”

En esta fase, los problemas detectados en la fase de definición se someten al descubrimiento de sus principales causas. Para ello se utilizan mapas de procesos y diagramas de flujo, que proporcionan las explicaciones con ponderaciones [47]. En esta etapa es recomendable hacerse las siguientes interrogantes:

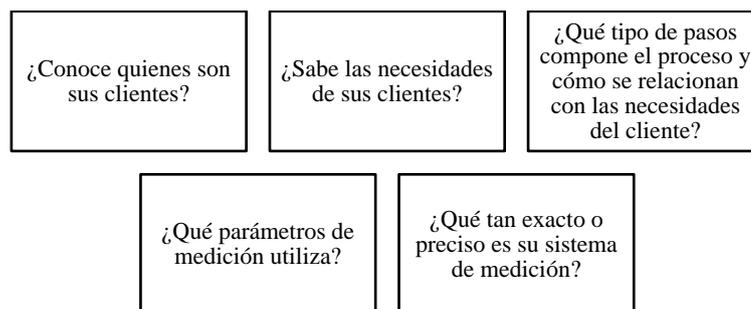


Figura 6: Interrogantes planteadas en la fase "Medir" [21]

Las principales herramientas usadas durante esta fase son:

- Lluvia de ideas: Su objetivo es recopilar ideas de todos los miembros de un equipo para la solución de un determinado tema o problema. Es recomendable que la sesión de lluvia de ideas sea desplegada en un ambiente libre de distracciones y en una secuencia de pasos ordenados, con la finalidad de que los integrantes expresen sus ideas abiertamente [48].
- Diagrama Causa-efecto: Es una herramienta grafica que relaciona un determinado efecto o problema con sus principales causas, a través del método de las 6M, con la finalidad de evitar errores al momento de buscar las soluciones idóneas al problema planteado [48].

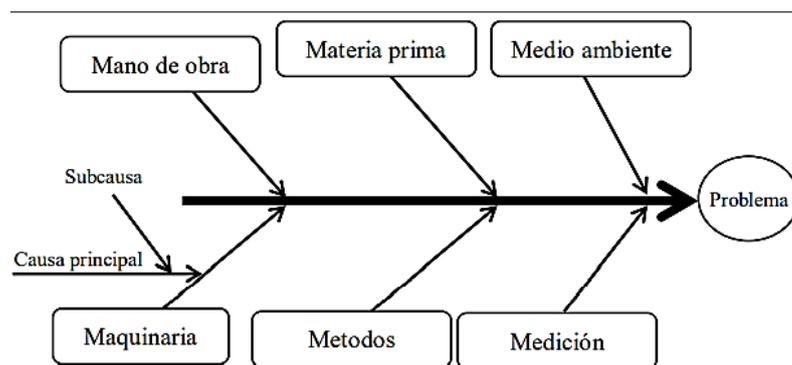


Figura 7: Representación general de un Diagrama Causa-efecto [39]

- Hojas de verificación: Es un formato previamente elaborado para la recolección de datos de forma sencilla y sistemática para facilitar el análisis de los mismos. Debe reunir características que permitan clasificar fallas, quejas o defectos detectados para identificar su origen, magnitud y principales causas [48].

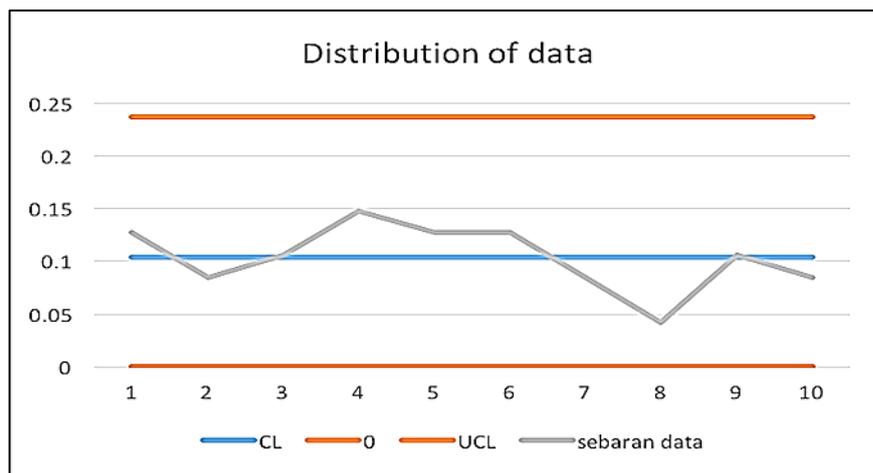


Hoja de verificación para defectos en válvulas			
		Periodo: _____	Departamento: _____
Modelo de producto	Zona del molde		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	ooo xxx ++	oooo xx ++ //	oooooooooooo xxxxxx /
B	oooo xx +++ /	oooo xxxxx /	oooooooooooo xxxxxxx ++
C	oooo x +	oooo xxx	oooooooo xxxxx /
D	oooo xx ++ //	oooooo xxx /	oooooooooooo xxxxx ++++

Códigos para defectos: o porosidad, + maquinado, x llenado, / ensamble

**Figura 8: Ejemplo de una hoja de verificación [39]**

- Cartas de control: Es una herramienta grafica tiene por objetivo observar y analizar la variabilidad de un determinado proceso a través del tiempo, haciendo posible diferenciar entre variaciones naturales y especiales para ayudar a decidir las mejores acciones de control y mejora en el proceso bajo estudio [48].



**Figura 9: Análisis de datos mediante una gráfica de control tipo "p" [40]**

## Fase “Analizar”

Esta etapa está directamente relacionada a la etapa anterior, ya que, para encontrar las principales causas que generan defectos se reevalúan los datos recogidos en la segunda etapa, con la finalidad de obtener datos más sólidos y precisos a partir de los actuales. Para ello se utilizan Diagramas de Pareto y Diagramas Causa-Efecto, en su gran mayoría [47]. Se sugieren las siguientes preguntas:

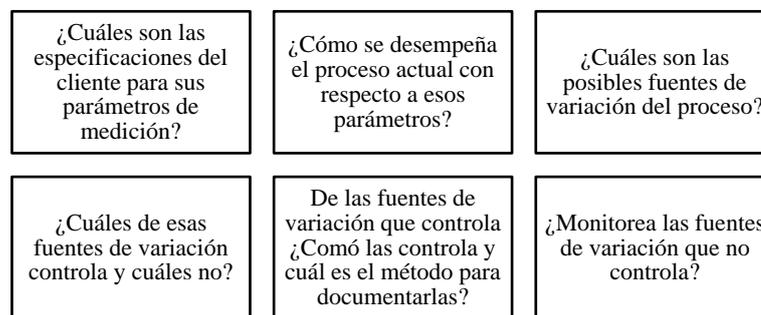


Figura 10: Interrogantes planteadas en la fase "Analizar" [21]

Las principales herramientas usadas durante esta fase son:

- Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF): A través de esta herramienta se puede conocer las fallas potenciales de un producto o proceso y jerarquizarlas mediante un análisis basado en su probabilidad de ocurrencia, la manera de detección y los efectos que provocan, con la finalidad de enfocar las acciones de mejora para eliminar o reducir el riesgo asociado a dichas fallas [48].
- 5 por qué: Su metodología se basa en preguntar repetitivamente y sucesivamente por qué se genera un determinado problema, hasta encontrar su causa raíz [48].

## Fase “Mejorar”

En esta etapa, el equipo del proyecto encuentra las acciones de mejora idóneas para minimizar los residuos, arreglar máquinas y aumentar el desempeño de los trabajadores [47]. Las preguntas que se deben responder son:

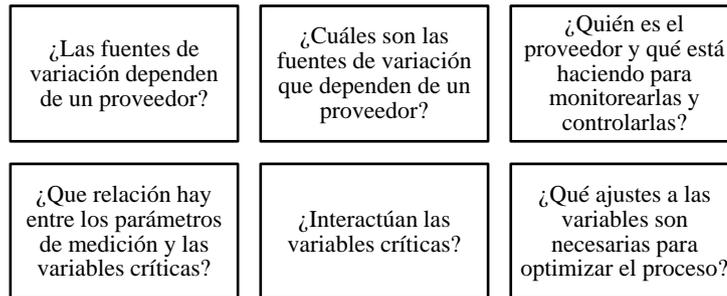


Figura 11: Interrogantes planteadas en la fase "Mejorar" [21]

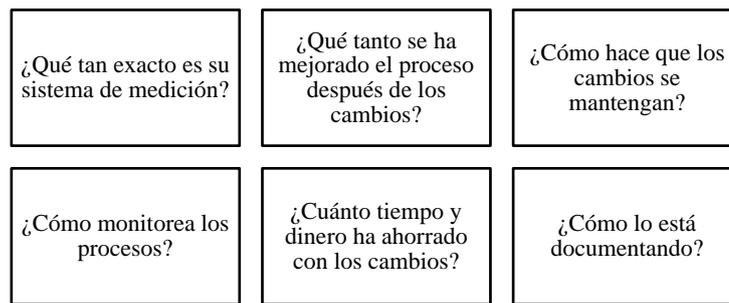
Las principales herramientas usadas durante esta fase son:

- Poka Yoke: Son métodos que evitan errores humanos en los procesos antes de que estos se conviertan en defectos, además permiten ejecutar inspecciones al 100% permitiendo tomar acciones correctivas inmediatamente una vez que los defectos se presenten [48].
- Matriz de prioridades: Es una matriz 2x2 que permite agrupar actividades según el nivel de esfuerzo que requieren, ya sea en tiempo, finanzas, recursos, etc., contra el beneficio que éstos acarrearán luego de ser implementadas [48].
- Plan de acción (5W-2H): Permite construir un plan de acción mediante 7 preguntas: What?: Que se va a realizar, Why?: Porqué se quiere realizar la actividad, When?: Cuándo se va a implementar la acción de mejora y cuándo finalizara, Where?: Dónde se va a realizar la acción de mejora, Who?: Quién realizara la acción de mejora, How?: Cómo se emprenderá la acción de mejora y How Much?: Cuanto costara la implementación de la acción de mejora [48].

- **Análisis de factibilidad:** es una herramienta que ayuda a determinar las posibilidades tanto de éxito como de fracaso de un proyecto de inversión, por medio de esto se puede decidir si las acciones de mejora serán implementadas o no [48].

### **Fase “Controlar”**

Finalmente, el papel de la fase “Controlar” es sentar efectivamente la mejora realizada en el sistema productivo. Los instrumentos y técnicas usadas mayoritariamente en esta etapa son: SPC, 5’S, Kanban, Kaizen, Poka-Yoke, Push-Pull, entre otras [47]. Es recomendable dar respuesta a las siguientes interrogantes:



**Figura 12: Interrogantes planteadas en la fase "Controlar" [21]**

### **Carta de control “p” para atributos**

En ocasiones, las características de calidad pueden ser clasificadas bajo criterios de “conforme/disconforme” ó “defectuoso/no defectuoso”, es decir, son características de tipo atributos, y estas también pueden ser estudiadas mediante diferentes cartas de control [49]. Una de ellas es la carta de control de fracción disconforme o carta “p”, mediante la cual es posible monitorear la variación de un proceso en base a la fracción o proporción de artículos defectuosos en una muestra establecida para detectar causas especiales que aumenten la proporción de productos defectuosos [50].

Para la creación de la carta p, el libro [50], recomienda proceder de la siguiente manera:

- Tomar una muestra de  $n$  artículos de un lote o pedido de producción, puede ser la totalidad o una parte de los productos bajo análisis.
- Inspeccionar las  $n$  piezas de cada lote o subgrupo y catalogarlas como defectuoso/no defectuoso.
- Si de las  $n$  cantidad de productos inspeccionados de cada lote o subgrupo resultan  $d$  productos defectuosos, entonces se analiza la proporción de defectuosos  $p$  y se grafica la carta p.

$$p = \frac{d}{n} \quad (1)$$

### Límites de control de la carta p

Los límites de control de la carta p parte del supuesto de que los datos siguen una distribución binomial y, por tanto, los límites están definidos por  $\mu_w \pm 3\sigma_w$  [50]. En base a esto, los límites de control para la carta p con tamaño de subgrupo constante, quedaran definidas como:

$$LCS = \bar{p} + 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (2)$$

$$\text{Línea central} = \bar{p} \quad (3)$$

$$LCI = \bar{p} - 3 \sqrt{\frac{\bar{p}(1 - \bar{p})}{n}} \quad (4)$$

Si el tamaño de subgrupo no es constante, se recomienda: (a) usar el tamaño promedio de subgrupo  $\bar{n}$ , envés de  $n$  ó (b) crear una carta de control p con límites variables [50].

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

En ciertos procesos de manufactura, los productos pueden ser catalogados como “pasa/no pasa”, en base a evaluadores que evalúan dichos productos en base a sentidos como vista, olfato, gusto, oído, etc., que da como resultado datos o mediciones en escala binaria, es decir, “1” el producto es aceptado y “2” el producto se rechaza [50]. En un estudio R&R para atributos se recomienda que mínimo 2 operadores evalúen las  $n$  piezas mínimo durante dos ocasiones [51].

El estudio R&R llevado a cabo en la presente investigación es del tipo “análisis de riesgo”, para lo cual el libro [50], emite las siguientes recomendaciones:

- **Personas participantes en el estudio R&R:** mínimo 2 inspectores que hagan la evaluación del producto de forma constante.
- **Piezas:** involucrar productos o piezas de todo nivel de calidad, es decir, productos de baja nivel de calidad hasta productos de muy buena calidad, involucrando calidad media y dudosa. Es recomendable seleccionar de 30 a 100 piezas para ser evaluadas.
- **Tiempo entre evaluaciones:** mínimo 2 evaluaciones con un intervalo de 1 semana entre ambas.

## Cálculo de posibles desacuerdos y número total de posibles desacuerdos

Los desacuerdos posibles ( $a_p$ ) del estudio se calculan considerando que son 4 evaluaciones a las que es sometida cada par de zapatos (dos operadores durante dos semanas). Por tanto,  $a_p$  quedará definida mediante la siguiente expresión:

$$a_p = \frac{k(k-1)}{2} \quad (5)$$

Donde:

$a_p$ : desacuerdos posibles.

$k$ : número de evaluaciones a la que es sometida cada par de zapatos.

Mientras que, el número total de posibles desacuerdos ( $a_t$ ) se calcula teniendo en cuenta que se han considerado 30 pares de zapatos para el desarrollo del estudio R&R. Entonces,  $a_t$  quedara definida mediante la siguiente expresión:

$$a_t = a_p \times p \quad (6)$$

Donde:

$a_t$ : número total de posibles desacuerdos

$p$ : número de piezas en el estudio

### **Nivel de desacuerdo del estudio ( $ND_e$ )**

El nivel de desacuerdo del estudio es calculado mediante la siguiente expresión:

$$ND_e = \frac{D_e}{a_t} \times 100 \quad (7)$$

Donde:

$D_e$ : total de desacuerdos totales en el estudio, obtenido de la Tabla 31: Análisis de desacuerdos, expuesta en el **anexo 6**.

### **Repetibilidad**

Dado que el estudio R&R es para atributos, el papel de instrumento de medición lo desempeña el criterio de los operarios que realizan el descalce de hormas en el proceso

de montaje; por lo tanto, los desacuerdos por repetibilidad se calculan a partir de la consistencia entre las evaluaciones de un mismo operador (entre las 2 semanas de evaluación) y, mediante la siguiente expresión:

$$ND_{rep} = \frac{D_{rep}}{O_{rep}} \times 100 \quad (8)$$

Donde:

$D_{rep}$ : número total de desacuerdos.

$O_{rep}$ : total de oportunidades.

Los dos datos anteriores son obtenidos de la Tabla 32: Resultados de repetibilidad, expuesta en el **anexo 6**.

## **Reproducibilidad**

En este apartado se evalúan las diferencias sistemáticas entre ambos operadores, comparando el total de piezas aceptadas por cada uno en las dos evaluaciones llevadas a cabo durante las dos semanas. El total de pares de zapatos evaluados equivale a 60 debido a que se evalúan 30 pares en dos ocasiones (semana 1 y 2); los pares han sido seleccionados deliberadamente con la finalidad de incluir pares de todo nivel de calidad.

### **Nivel total de desacuerdos por reproducibilidad**

El nivel total de desacuerdos por reproducibilidad ( $ND_{repro}$ ) resulta de dividir el número total de desacuerdos entre el total de oportunidades de desacuerdo:

$$ND_{repro} = \frac{D_{repro}}{O_{repro}} \times 100 \quad (9)$$



Donde:

$D_{repro}$ : número total de desacuerdos obtenidos de la Tabla 30, expuesta en el **anexo 5**.

$O_{repro}$ : total de oportunidades de desacuerdo, que se calcula mediante la siguiente expresión:

$$O_{repro} = \text{número de pares} \times \text{número de parejas de operarios} \times \text{número de evaluaciones} \times 2 \quad (10)$$

### **Análisis de modo y efecto de fallos (AMEF)**

El análisis de modo y efecto de fallos es una metodología que permite identificar y mejorar las fallas potenciales de un producto, proceso o sistema, en base a su severidad, probabilidad de ocurrencia y formas de detección, adoptando un enfoque proactivo y preventivo, en el sentido de que las acciones de mejora se den antes de que ocurra la falla, y no después [52]. El AMEF también analiza y evalúa los efectos y causas de las fallas, las jerarquiza y genera acciones de mejora para aquellas que comprometan en mayor medida la confiabilidad del producto o proceso [50].

### **Características del AMEF**

Según lo establecido por [53], las características que posee un AMEF deben ser de carácter:

- **Preventivo:** permite actuar con carácter preventivo, ya que se anticipa a la ocurrencia del fallo o posibles problemas en los procesos.
- **Sistemático:** al seguir un proceso estructurado y ordenado para realizar un AMEF, se garantiza que todas las posibilidades de fallo sean consideradas y analizadas. Además, se facilita la comprensión del producto o proceso.

- **Jerárquico:** los fallos, efectos o causas se jerarquizan en base a su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan; las acciones de mejora son establecidas para aquellas fallas que vulneren en mayor medida el producto o proceso.
- **Participativo:** promueve el trabajo en equipo al involucrar la participación de equipos multidisciplinarios para generar soluciones efectivas.

### **Normativa para realización del AMEF**

Según la norma de la Asociación Española de Normalización UNE-En 60812 [54], el procedimiento para la creación de un AMEF es como se especifica en la Fig. 13.

### **Número de prioridad de riesgo (NPR)**

El índice NPR se calcula bajo la ponderación de 3 criterios [54], estos son:

- **Severidad del modo de fallo:** es el grado de severidad como consecuencia del efecto del fallo en el funcionamiento y en la seguridad del proceso o producto. La valoración para la severidad se presenta en la Tabla 34, de la sección de anexos.
- **Probabilidad de ocurrencia:** se refiere a la frecuencia con la que ocurre la falla dentro del proceso. La valoración para la ocurrencia se presenta en la Tabla 35, de la sección de anexos.
- **Modo de detección:** es la probabilidad de que la falla potencial sea detectada a tiempo para no comprometer el funcionamiento del proceso. La valoración para la detección se presenta en la Tabla 36, de la sección de anexos.

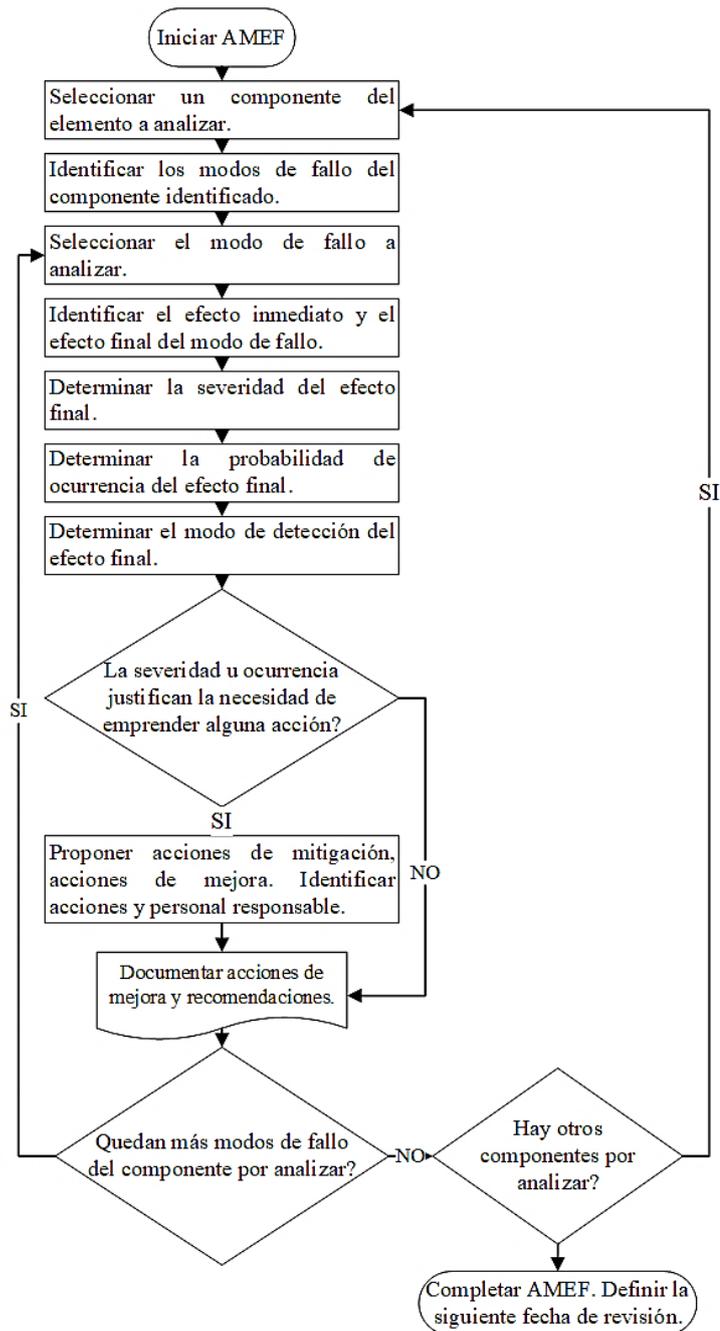


Figura 13: Flujograma para AMEF [54]

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Realizar un análisis Six Sigma en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Caracterizar el proceso de montaje en la empresa CALZADO GAMOS.
- Determinar el nivel Sigma actual del proceso de montaje.
- Identificar las principales causas de variabilidad en el proceso de montaje mediante la metodología DMAIC.
- Establecer propuestas de mejora para la reducción de defectos en el proceso de montaje.

## CAPÍTULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Materiales

Los materiales utilizados en el desarrollo de la investigación se presentan en la Tabla 2, la cual detalla la utilidad de cada instrumento usado.

Tabla 2: Materiales utilizados para el desarrollo de la investigación.

Instrumento	Figura	Descripción
Microsoft Word		Usado para el procesamiento de texto, redacción de informe final del proyecto de investigación.
Microsoft Excel		Mediante este instrumento se hace el análisis de datos recolectados, análisis ABC, muestreo de trabajo, estudio R&R, cartas de control, etc.
Minitab V19		Elaboración de carta de control “p” para atributos, diagramas de Pareto.
Bizagi Modeler		Elaboración de flujogramas de proceso.
Hojas de control		Usado para la recolección de datos e información necesaria para el desarrollo de la investigación.

## **2.2 Métodos**

### **2.2.1 Enfoque de la investigación**

El proyecto de investigación tendrá un enfoque cuali-cuantitativo; cualitativo debido a que se busca defectos de calidad en el producto de mayor demanda a través de la observación directa, para luego, investigar y describir sus causas raíces, las mismas que son fuentes de variabilidad. Es de enfoque cuantitativo debido a que se analizan las mediciones obtenidas de los defectos de calidad mediante métodos estadísticos que permitirán medir el nivel de calidad en el proceso estudiado (montaje).

### **2.2.2 Modalidad de la investigación**

#### **Investigación bibliográfica-documental**

El proyecto de investigación está apoyado en esta modalidad para obtener información secundaria, tomando como base libros, revistas, artículos científicos, internet, tesis y documentos publicados en congresos que sirvan para analizar las posibles herramientas y técnicas utilizadas por otros investigadores para dar solución a la problemática planteada en el proyecto.

#### **Investigación de campo**

Es utilizada para la obtención de información primaria a través del personal que interviene directamente en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS, el cual brindará información y datos confiables para su posterior análisis. Además, el investigador estará en contacto directo con los objetos sujetos a investigación en el lugar de los hechos para verificar el estado actual del proceso y conocer a fondo el problema.

## **Investigación aplicada**

La investigación presenta modalidad aplicada debido a que se establecen propuestas de solución y mejora continua a los principales problemas y defectos encontrados en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS, tomando como base los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Industrial en Procesos de Automatización.

## **Investigación descriptiva**

Se utiliza una investigación descriptiva debido a que se detallan todos los factores críticos en base a aspectos como: mano de obra, máquinas, materia prima, métodos y entornos de trabajo, que causan defectos de calidad y son fuente de variabilidad en el proceso estudiado.

Las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos para los tipos de investigación señalados anteriormente que permitirán alcanzar cada uno de los objetivos propuestos se especifican en las **Tablas 4 a 7**, que se encuentra en el apartado **Recolección de información** del presente documento.

### **2.2.3 Población y muestra**

La presente investigación, al estudiar el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS no considera a las personas como población de análisis, sino más bien una muestra de producción de calzado, el cual da comienzo el 26 de septiembre y termina el 18 de octubre del 2022, tomando 20 muestras que representan las ordenes de producción recibidas por el departamento comercial de la empresa. El tamaño de cada subgrupo ha sido establecido en base a la cantidad total de cada orden de producción recibida, es decir, se ha realizado un muestreo del 100% de productos.

**Tabla 3: Resultados obtenidos por el muestreo de trabajo**

<b>Subgrupo</b>	<b>Pares de zapatos fabricados (Orden de producción)</b>	<b>Defectuosos</b>
1	87	0
2	92	1
3	73	0
4	77	0
5	84	0
6	92	0
7	80	1
8	102	2
9	74	0
10	90	1
11	65	0
12	78	0
13	90	0
14	75	1
15	70	0
16	88	0
17	76	0
18	102	1
19	75	0
20	82	0
<b>Suma</b>	<b>1652</b>	<b>7</b>

#### **2.2.4 Recolección de información**

Para la recolección de datos e información necesaria del proceso de montaje de calzado de la empresa Calzado GAMOS, se recurre a desarrollar las actividades detalladas en las Tablas 4, 5, 6 y 7, las mismas detallan las actividades, técnicas, instrumentos y las personas involucradas en la recolección de toda la información y datos necesarios para el desarrollo adecuado de la investigación.



Tabla 4: Actividades para cumplir con el objetivo 1

Objetivo	Actividades	Técnicas	Instrumentos	Involucrados	
Caracterizar el proceso de montaje en la empresa Calzado GAMOS.	Recopilar información necesaria acerca de la organización y el proceso de montaje.	Entrevistas y observación directa	Formatos de entrevista y fichas de recolección de información	Investigador Personal del proceso de montaje	
		Investigación bibliográfica-documental	Motores de búsqueda (Google)	Investigador	
	Realizar un análisis ABC para determinar el objeto de estudio.	Investigación de campo	Diagrama ABC		Investigador
			Presupuestos destinados a las líneas de calzado y registro de ingresos mensuales de la empresa Calzado GAMOS.		Investigador
	Describir el proceso productivo del objeto de estudio.	Observación directa e investigación documental	Fichas de recolección de información		Investigador Personal del proceso de montaje
			Diagrama de funciones cruzadas  Cursograma analítico.		Investigador

Tabla 5: Actividades para cumplir con el objetivo 2

Objetivo	Actividades	Fases DMAIC	Instrumentos	Involucrados
Determinar el nivel Sigma actual del proceso de montaje.	Obtener datos para establecer el historial de rechazos.	“Definir”	Registro de devoluciones de la empresa Calzado GAMOS.	Investigador Encargada de control de la calidad
	Investigar las falencias del proceso productivo	“Definir”	Lluvia de ideas  Diagrama de Ishikawa	Investigador Jefe de producción

				Personal del proceso de montaje
Definir los principales problemas de rechazo del producto seleccionado.	“Definir”	Diagrama de Pareto		Investigador
Definir el proyecto de calidad y su objetivo.	“Definir”	Entrevista Encuesta		Investigador Personal del proceso de montaje
Identificación de los clientes	“Definir”	Matriz de identificación de clientes Mapa de necesidades de clientes		Investigador Departamento comercial de la empresa Calzado GAMOS.
Definir las variables críticas de la calidad para el objeto de estudio (CTQ's).	“Definir”	Voice of Customer (VOC)		Investigador Clientes de la empresa Calzado GAMOS.
		Entrevista		Investigador Personal del proceso de montaje
Definición del marco del proyecto sigma	“Definir”	Carta de proyecto sigma		Investigador
Estudio de repetibilidad y reproducibilidad para atributos (R&R)	“Medir”	Ficha de recolección de datos		Investigador Operarios del proceso de descalce de hormas
Muestreo de trabajo	“Medir”	Hojas de control		Investigador Operarios del proceso de pegado y descalce de hormas

	Establecer la variabilidad y estabilidad del proceso de montaje.	“Medir”	Carta de control “p” para atributos	Investigador
			Índice de capacidad del proceso ( $C_p$ )	Investigador
	Definir el nivel sigma actual del proceso de montaje.	“Medir”	Partes por millón (PPM)	Investigador
			Nivel sigma	

Tabla 6: Actividades para cumplir con el objetivo 3

Objetivo	Actividades	Fases DMAIC	Instrumentos	Involucrados
Identificar las principales causas de variabilidad en el proceso de montaje mediante la metodología DMAIC.	Identificar factores críticos y hallar causas raíz que provocan defectos.	“Analizar”	Lluvia de ideas	Investigador Personal del proceso de montaje
			Diagrama Causa-Efecto	Investigador
	Establecer un análisis de modo y efecto de fallas (AMEF).	“Analizar”	Matriz de análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)	Investigador

Tabla 7: Actividades para cumplir con el objetivo 4

Objetivo	Actividades	Fases DMAIC	Instrumentos	Involucrados
Establecer propuestas de mejora para la reducción de defectos en el proceso de montaje.	Generar alternativas de mejora para resolver las causas raíz encontradas.	“Mejorar”	Cartas de mejora 5W-1H	Investigador Personal del proceso de montaje

### 2.2.5 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento de datos, se utiliza los siguientes softwares informáticos:

- Microsoft Word: Es utilizado para el procesamiento y presentación de información recolectada y generada durante el desarrollo del proyecto de investigación, a más de elaboración de formatos para entrevistas y recolección de información.
- Microsoft Excel: Es utilizado para el registro y tratamiento de datos, así como para la elaboración de ciertos formatos para la clasificación de información y elaboración de cursogramas.
- Software Visio: Para la elaboración flujogramas, mapa de procesos, diagramas de funciones cruzadas, organigramas, entre otros, que ayudan a caracterizar el proceso de montaje.
- Software Minitab: Es utilizado para generar diagramas de Pareto, cartas de control y análisis de la capacidad del proceso.

En cuanto al análisis de datos, esta actividad se lleva a cabo mediante el desarrollo de los siguientes puntos:

1. Revisión detallada de la información recogida para eliminar información no necesaria e incompleta.
2. Repetición de la recolección de información incompleta (en caso de ser necesario).
3. Clasificación de la información y datos recolectados.
4. Elaboración de cálculos, tablas y gráficos estadísticos a partir del software Minitab V19.

5. Análisis y discusión de resultados obtenidos, contrastando con estudios previos e interrogantes de investigación y, a partir de ello, generar las conclusiones del proyecto.

## **2.2.6 Desarrollo del proyecto**

### **Fase preliminar**

En la fase preliminar del proyecto six sigma se recoge información necesaria acerca de la organización en general, mediante la cual se logra determinar aspectos como: productos ofertados, estructura organizativa y mapa de procesos. Además, mediante observación directa se logra caracterizar el proceso productivo general de la fabricación de calzado, posteriormente se procede a realizar un análisis ABC de primer orden para determinar la línea de calzado más representativa de la empresa, basado en datos de presupuestos planificados para cada una de ellas, los cuales han sido proporcionados por el departamento comercial; luego, se realiza un segundo análisis ABC para determinar el modelo considerado como objeto de estudio en el cual se centra la investigación, con ello se logra delimitar la investigación de tal forma que se de atención a las necesidades y realidad actual de la empresa. Por último, se caracteriza el proceso productivo del objeto de estudio (producto estrella) mediante el uso de diagramas de funciones cruzadas y cursograma analítico.

### **Implementación del proyecto six sigma**

#### **Fase “Definir”**

El objetivo de esta fase es identificar el propósito del proyecto six sigma, establecer objetivos realistas y medibles desde la perspectiva de la empresa y de las partes interesadas, a más de identificar y evaluar defectos potenciales; es decir, durante este paso se establece la definición clara del proyecto, sus objetivos y los resultados a

lograr. A continuación, se detalla las actividades, herramientas y metodología llevadas a cabo en esta fase:

- **Defectos de calidad presentes en el objeto de estudio:** es llevado a cabo mediante dos herramientas: a) lluvia de ideas (anexo 1), la cual es aplicada a los operarios del proceso de montaje en dos rondas de 15 min., cada una, con un descanso de 5 minutos entre ellas. Las ideas más importantes y con relación a la temática planteada son clasificadas al día siguiente con los mismos operarios. b) entrevista (anexo 2), la cual es aplicada al jefe de producción para recoger información de los principales defectos de calidad más frecuentes del modelo estrella.
- **Falencias del proceso productivo:** se lo determina a través de una lluvia de ideas aplicada a los 5 operarios más representativos del proceso de montaje y al jefe de producción. Las ideas más importantes son clasificadas por los operarios y presentadas en un diagrama causa-efecto.
- **Definición de los defectos de calidad considerados como pocos vitales:** se lo realiza a través de un diagrama de Pareto, el cual ayuda a jerarquizar dichos defectos con la finalidad de determinar cuáles son los responsables de causar el mayor error total del proceso, con ello se logra analizar y proponer acciones de control solo para los defectos de mayor incidencia que afectan la estabilidad del proceso de montaje.
- **Determinación de las variables críticas para la calidad (CTQ's):** las necesidades y requerimientos de los clientes son recogidos mediante una entrevista aplicada a 5 empresas (clientes) más frecuentes y de forma virtual (Google forms). Los requerimientos recogidos son jerarquizados mediante una puntuación definida por el departamento comercial (clientes externos) y los operarios (clientes internos), y posteriormente convertidos a parámetros críticos para la calidad (CTQ's) mediante una matriz voice of customer (VOC),

establecida en el **anexo 3**; finalmente se define los atributos y criterios que se usan para detectar los defectos de mayor incidencia.

- **Marco del proyecto six sigma:** se utiliza como herramienta un project charter o carta de proyecto para detallar los aspectos más importantes del proyecto six sigma, tales como: título del proyecto, objetivos, alcance, involucrados, resultados a obtener, entre otros aspectos.

### Fase “Medir”

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

El estudio R&R para atributos aplicado en la investigación tiene como objetivo evaluar la consistencia del sistema de medición basada en apreciaciones subjetivas de los operarios encargados del descalce de hormas (proceso de montaje), los cuales clasifican a los pares de zapatos en dos categorías: aceptable e inaceptable.

El método usado para desarrollar el estudio R&R para atributos es de tipo **análisis de riesgo**, que permite obtener estadísticos de acuerdos o desacuerdos al evaluar un determinado par de zapatos entre los operarios (reproducibilidad), además determina la consistencia de decisión de un mismo operador en la evaluación sobre el mismo par de zapatos (repetibilidad) [50]. Para recoger los datos necesarios para desarrollar el estudio R&R se han evaluado dos veces 30 pares de zapatos, mediante dos operarios que realizan el descalce de hormas, obteniendo como resultado los datos expuestos en el **anexo 5**.

- **Análisis de variabilidad y capacidad del proceso de montaje**

El análisis de variabilidad del proceso de montaje es realizado mediante la implementación de la carta de control tipo “p”, ya que el desarrollo de la

investigación ha sido llevado en base a atributos de tipo pasa/no pasa y, por tanto, dicha carta resulta ser idónea para medir la proporción de pares defectuosos en una determinada orden de producción; el uso de la carta “p” ha sido establecida por conveniencia debido a la naturaleza del proceso, ya que al estudiar un solo tipo de defecto (filos despegados), resulta idóneo realizar el muestreo de datos en un solo punto de control, en este caso el descalce de hormas. Los datos necesarios para graficar la carta de control se muestran en la Tabla 3, en la sección de población y muestra.

- **Cálculo del índice de capacidad del proceso ( $C_p$ )**

Para determinar si el proceso de montaje es capaz de cumplir con las especificaciones demandadas, se procede a calcular el índice de capacidad del proceso en base al porcentaje promedio de defectuosos mediante una interpolación definida por la Ecuación 11. Los valores necesarios son obtenidos de la Tabla 37, del anexo 9.

$$Y = Y_1 + \left[ \left( \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \right) * (Y_2 - Y_1) \right] \quad (11)$$

Donde:

$Y$ : Índice real de la capacidad del proceso

$X$ : Valor conocido del porcentaje promedio de pares defectuosos.

$X_1$ : Porcentaje menor de defectuosos fuera de las especificaciones.

$X_2$ : Porcentaje mayor de defectuosos fuera de las especificaciones

$Y_1$ : Valor menor del índice  $C_p$  correspondiente a  $X_1$ .

$Y_2$ : Valor mayor del índice  $C_p$  correspondiente a  $X_2$ .



- **Cálculo del nivel sigma actual del proceso de montaje**

La estimación del nivel sigma actual del proceso de montaje es calculada en base a las partes por millón de oportunidades a corto plazo, mediante la siguiente expresión:

$$PPM_c = \frac{\text{Total de productos defectuosos}}{\sum \text{tamaños de los subgrupos}} \quad (12)$$

Una vez hallada la métrica PPM<sub>c</sub>, el nivel sigma es calculado mediante una interpolación que relaciona el nivel sigma con la métrica PPM<sub>c</sub>, mediante la Ecuación 13. Los valores necesarios son obtenidos de la Tabla 38, del anexo 10.

$$Y = Y_1 + \left[ \left( \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \right) * (Y_2 - Y_1) \right] \quad (13)$$

Donde:

Y: Nivel sigma actual del proceso de montaje.

X: Valor conocido de la métrica PPM<sub>c</sub>.

X<sub>1</sub>: Valor menor de la métrica PPM<sub>c</sub>.

X<sub>2</sub>: Valor mayor de la métrica PPM<sub>c</sub>.

Y<sub>1</sub>: Valor menor del nivel sigma correspondiente a X<sub>1</sub>.

Y<sub>2</sub>: Valor mayor del nivel sigma correspondiente a X<sub>2</sub>.

### **Fase “Analizar”**

En la fase de análisis, la identificación de factores críticos que provocan el defecto de filamentos despegados ha sido llevada a cabo mediante la implementación de la técnica de lluvia de ideas, la cual ha sido realizada en una sola ronda de 15 min., y con los

operarios más representativos del proceso de montaje. Posteriormente, mediante una discusión con los participantes se logra identificar los factores que en la mayoría de ocasiones son los que más impactan en la calidad del producto final, y se desechan aquellos factores irrelevantes y que no guardan una relación importante y directa con el defecto estudiado.

- **Análisis de factores críticos**

Los factores críticos encontrados en el paso anterior son mapeados por separado mediante la aplicación de diagramas causa-efecto en base a las M's de la calidad, de esta manera, se logra encontrar las causas raíces de cada uno de dichos factores para proponer acciones de mejora que los mitiguen o eliminen, y de esa manera reducir los pares defectuosos con filos despegados.

- **Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)**

Las causas raíz encontradas son enlistadas en una matriz de modo y efecto de fallas (AMEF) con la finalidad de ser jerarquizadas en base al número de prioridad de riesgo (NPR), que a su vez depende de la probabilidad de ocurrencia de las fallas, formas de detección y el efecto que provocan. Para aquellas fallas que vulneren más la confiabilidad del proceso, es necesario generar acciones de mejora para reducir el riesgo asociado a ellas. La metodología a seguir se presenta en la Fig. 14.

Para el cálculo del número de prioridad de riesgo se utiliza la siguiente expresión:

$$NPR = SEVERIDAD * OCURRENCIA * DETECCIÓN \quad (14)$$

## Índice de severidad

Estimar la severidad de los efectos potenciales que representa la gravedad de la falla tanto para el cliente como para el proceso posterior; si la falla afecta a ambos, se debe usar el nivel de severidad más alto. Las puntuaciones para la severidad se establecen en la Tabla 34, en la sección de anexos.

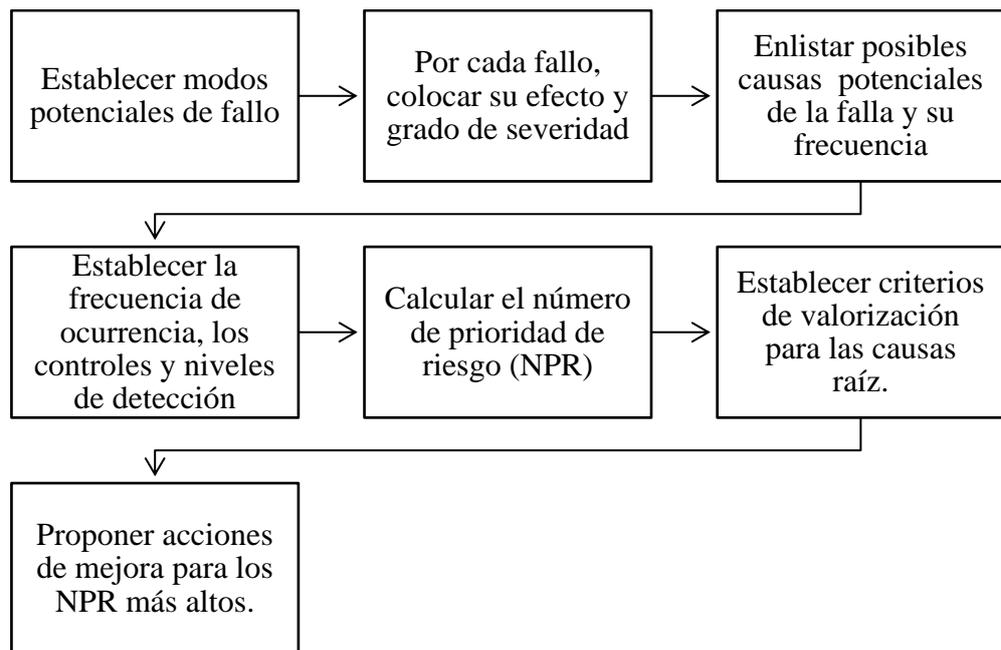


Figura 14: Metodología de desarrollo AMEF

## Índice de ocurrencia

Estimar la frecuencia con la que se espera que las causas potenciales enlistadas ocurran. Las puntuaciones para la ocurrencia se establecen en la Tabla 35, en la sección de anexos.

## Índice de detección

Estimar el nivel que tienen los controles de detección para detectar las causas potenciales de fallo. Las puntuaciones para la detección se establecen en la Tabla 36, en la sección de anexos.

## Interpretación del número de prioridad de riesgo (NPR)

Los criterios para la escala valorativa usados en la Tabla 8 son usados para catalogar las causas potenciales de fallo como bajas, medias y altas; de esta manera se puede priorizar y enfocar los esfuerzos para mitigar o eliminar las causas más relevantes.

Tabla 8: Criterios de valorización del NPR para las causas raíz encontradas [55]

Prioridad NPR	Frecuencia
Alta (500-1000)	0
Media (125-499)	6
Baja (1-124)	17
<b>Total</b>	<b>23</b>

### Fase “Mejorar”

- **Cartas 5W-1H como herramienta para establecer propuestas de mejora**

Las propuestas de mejora para mitigar las causas raíz encontradas mediante el análisis AMEF son establecidas mediante cartas 5W-1H, las cuales han permitido establecer el propósito, las razones, el lugar, la secuencia, personas y el método a través del cual se desarrollan las mejoras que permitirán reducir la cantidad de pares defectuosos a través de la reducción o eliminación de las causas más relevantes.

- **Desarrollo de las propuestas de mejora**

Las propuestas de mejora son desarrolladas tomando en consideración soluciones propuestas por los propios operarios del proceso de montaje, la encargada de control de calidad y el jefe de producción. De esta manera, se atiende la problemática actual que afecta significativamente el rendimiento del

proceso, por consiguiente, es posible reducir la cantidad de pares defectuosos con filos despegados.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Análisis y discusión de resultados

##### 3.1.1 Información general de la empresa

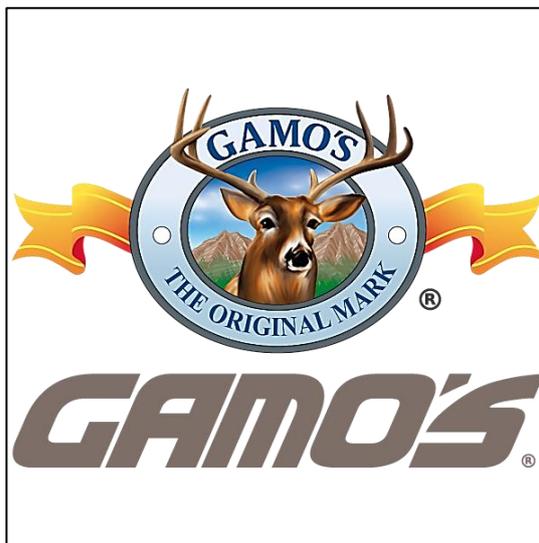


Figura 15: Logotipo de la empresa “Calzado GAMOS” [56]

**NOMBRE DE LA EMPRESA:** “Calzado GAMOS”.

**DIRECCIÓN:** Av. Atahualpa y Pasaje Francisco Campos S/N, Ambato-Ecuador.

**TELÉFONO:** (03) 241-2588 – (03) 284-5355.

**REPRESENTANTE LEGAL:** Miguel Ángel Gutiérrez Pérez.

**ACTIVIDAD EMPRESARIAL:** Fabricación y comercialización de calzado.

## **Reseña histórica**

Calzado GAMOS es una empresa ambateña-ecuatoriana que inicia sus actividades en el año de 1990, fundada por el Sr. Miguel Ángel Gutiérrez Pérez inicia sus actividades a partir de la fabricación de calzado deportivo de fútbol, microfútbol y calzado deportivo con materias primas colombianas teniendo una gran aceptación de dicho producto debido a que fue la primera empresa a nivel regional en dedicarse a la producción de este tipo de calzado [56].

Inicialmente su producción dependía de la demanda y necesidades solicitada por parte de sus clientes, lo cual permitió desarrollar varias líneas de trabajo logrando de esta manera incorporar nuevas líneas de producción para la elaboración de nuevos productos como: seguridad industrial, botas militares, trekking, casual-urbano e infantil. Como resultado, la empresa actualmente trabaja en dos grandes divisiones, una línea dedicada netamente a productos industriales y otra a productos comerciales, y actualmente, se ha creado una tercera línea de producción para la fabricación de calzado para las fuerzas del orden [43].

## **Productos ofertados**

La empresa fabrica actualmente varios modelos de calzado divididas en varias líneas, con las cuales satisface las demandas tanto de calzado de tipo industrial, comercial y actualmente, para fuerzas del orden, como se presenta a continuación:

- Calzado trekking para hombre y mujer.
- Calzado de seguridad industrial.
- Calzado casual-urbano para hombre y mujer.
- Calzado deportivo para hombre y mujer.
- Calzado para la fuerza del orden.

## **Estructura organizativa**

La empresa Calzado GAMOS al ser catalogada como mediana empresa según [57], cuenta con 90 trabajadores distribuidos en diferentes áreas productivas. El organigrama empresarial forma parte de la buena gestión de la empresa y ayuda a mostrar una vista optimizada de las responsabilidades de los equipos de trabajo, así como, los límites de sus funciones de una manera clara y objetiva [58]; además, ayuda a una comunicación transparente y eficiente entre los diferentes niveles jerárquicos de la organización con la finalidad de alcanzar los objetivos predefinidos y el éxito de la compañía [59]. La importancia de presentar el organigrama empresarial de Calzado GAMOS, radica en la necesidad de mejorar la comprensión de las responsabilidades de cada área, sus líderes y sus empleados operativos con la finalidad de indicar con quien se debe hablar para solucionar un determinado problema o potencializar algún proyecto.

La Fig. 16, muestra que toda la empresa está gestionada directamente por el Sr. Miguel Ángel Gutiérrez (Gerente General), quien trabaja conjuntamente con un asesor externo para consultoría profesional con la finalidad de facilitar la toma de decisiones importantes encaminadas al mejoramiento de gestiones internas e innovación. Un nivel por debajo de ellos, se encuentra los gerentes administrativo y comercial, así como el jefe de producción, quienes están a cargo de los diferentes departamentos que conforman la estructura interna de la organización. En el caso del jefe de producción, es responsable de guiar a los supervisores tanto de producción como de aparato, quienes finalmente supervisan y dan seguimiento a todas las actividades que desarrollan los operarios del área de producción.



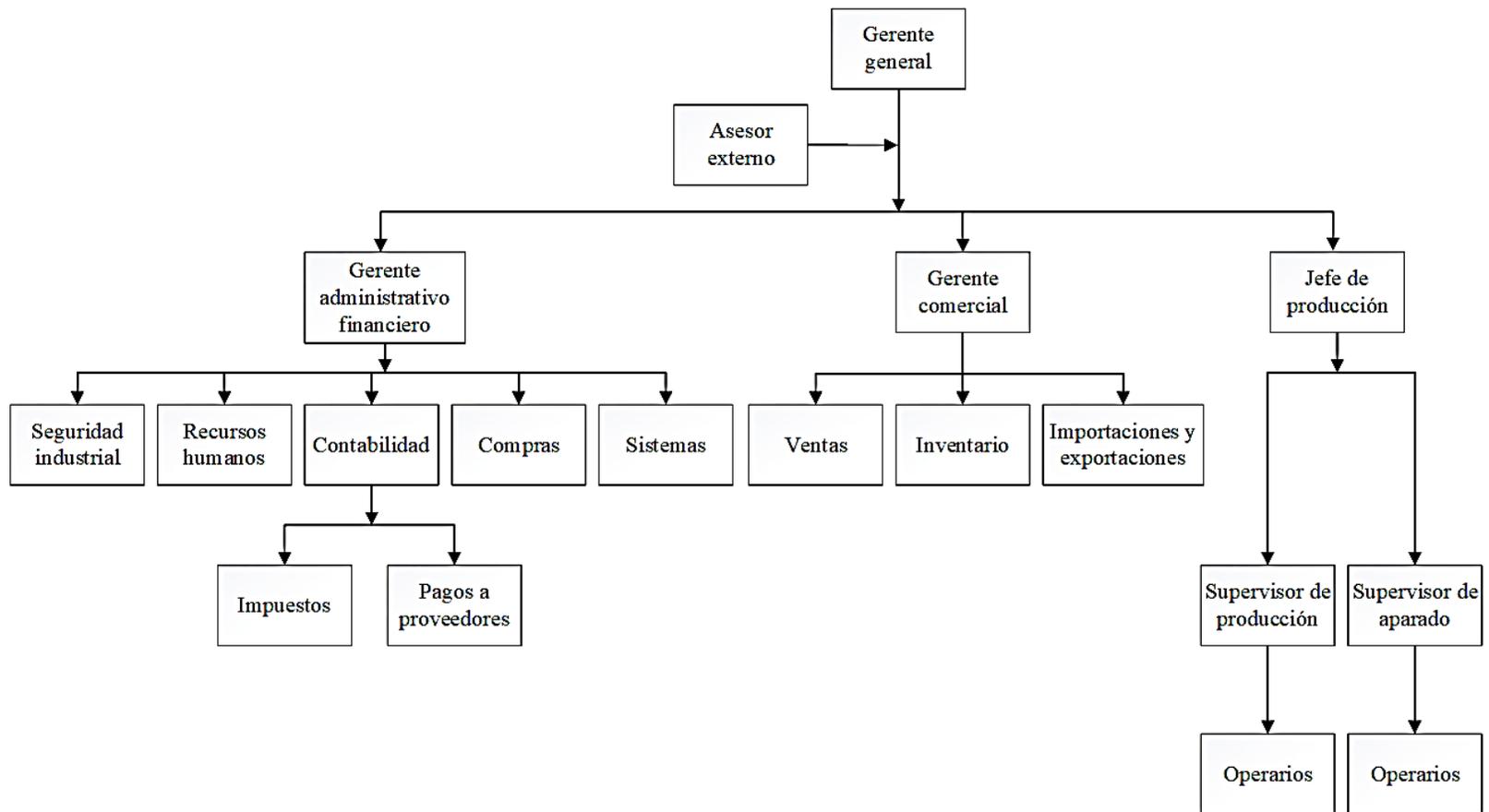


Figura 16: Organigrama estructural de la empresa Calzado GAMOS [60]

## **Mapa de procesos**

Con la finalidad de definir de mejor manera los procesos existentes en la organización y su relación entre sí, en la Fig. 17 se muestra el mapa de procesos, cuya estructura detalla los procesos estratégicos, operativos y de apoyo que rigen el funcionamiento de la empresa Calzado GAMOS. Dicho mapa está compuesto por una cadena de valor de 5 procesos clave: diseño, corte, aparado, montaje y terminado; debajo de cada uno de éstos se muestran las actividades que garantizan la eficiencia de cada uno de ellos.

Un aspecto importante a mencionar es que Calzado GAMOS toma como base su mapa de procesos para facilitar el control de los procesos claves a través de la identificación de aspectos que afectan el desempeño del flujo de la cadena de valor. Con ello se logra mejorar constantemente dichos procesos, lo cual permite aumentar el flujo de valor de la organización mejorando así la gestión interna.

## **Diagrama de flujo de funciones cruzadas. Flujograma de información**

La empresa Calzado GAMOS está distribuida en diferentes departamentos que trabajan en conjunto para la fabricación de calzado; dentro de cada uno de ellos se realizan operaciones que varían en dependencia a la línea de calzado y el diseño requerido por el cliente. La Fig. 18, muestra el flujograma de información en el cual se visualiza la interacción entre los departamentos funcionales de la empresa y las operaciones desarrolladas durante el proceso de fabricación de calzado, lo cual ayuda a identificar actividades que pueden incidir en la aparición de fallas durante el proceso de producción; sin embargo, la investigación se limita a estudiar solo el proceso de montaje, por petición directa del gerente y la encargada de control de calidad de la empresa, por lo cual, más adelante se profundiza el estudio de dicho proceso.

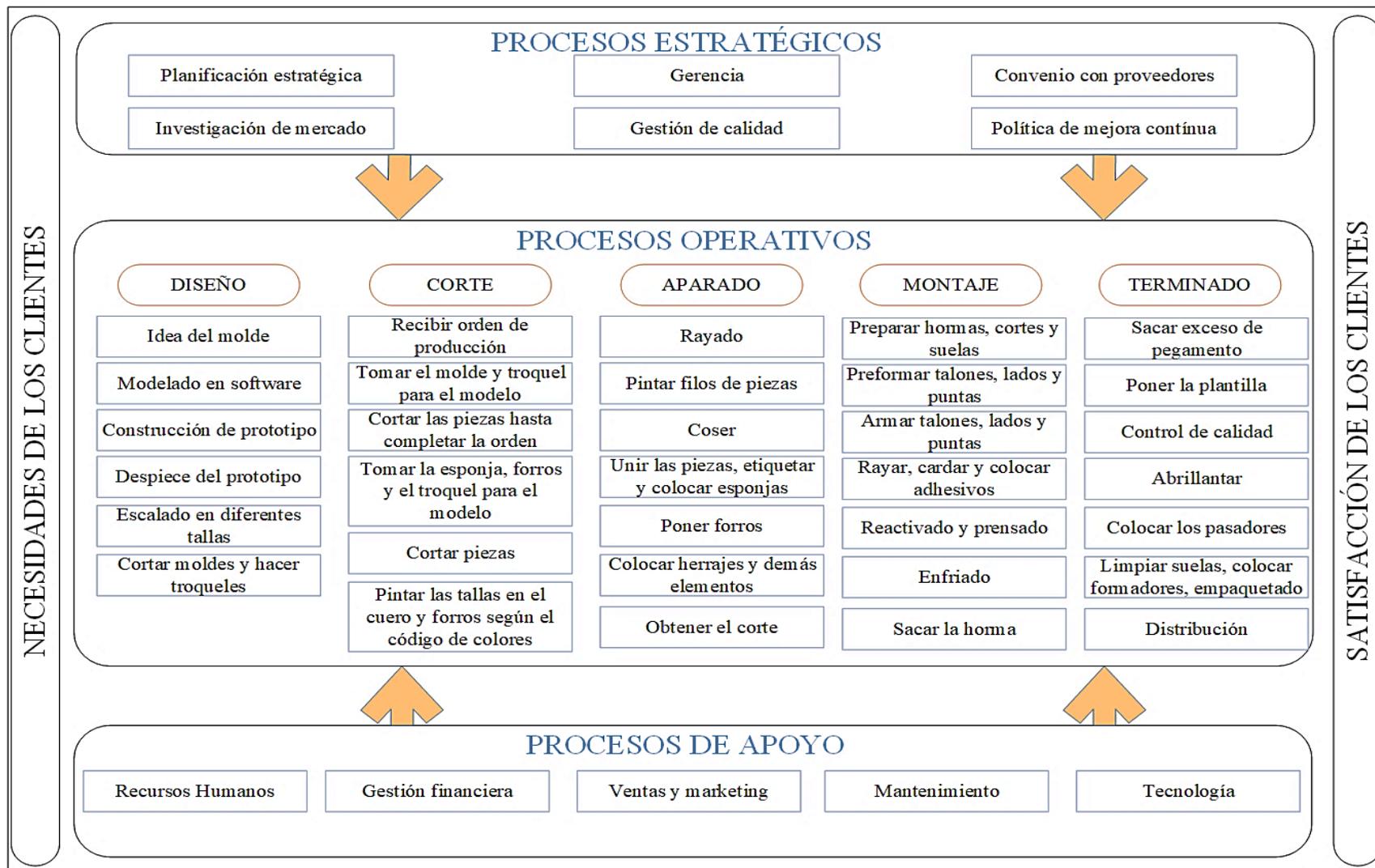


Figura 17: Mapa de procesos de la empresa Calzado GAMOS [60]

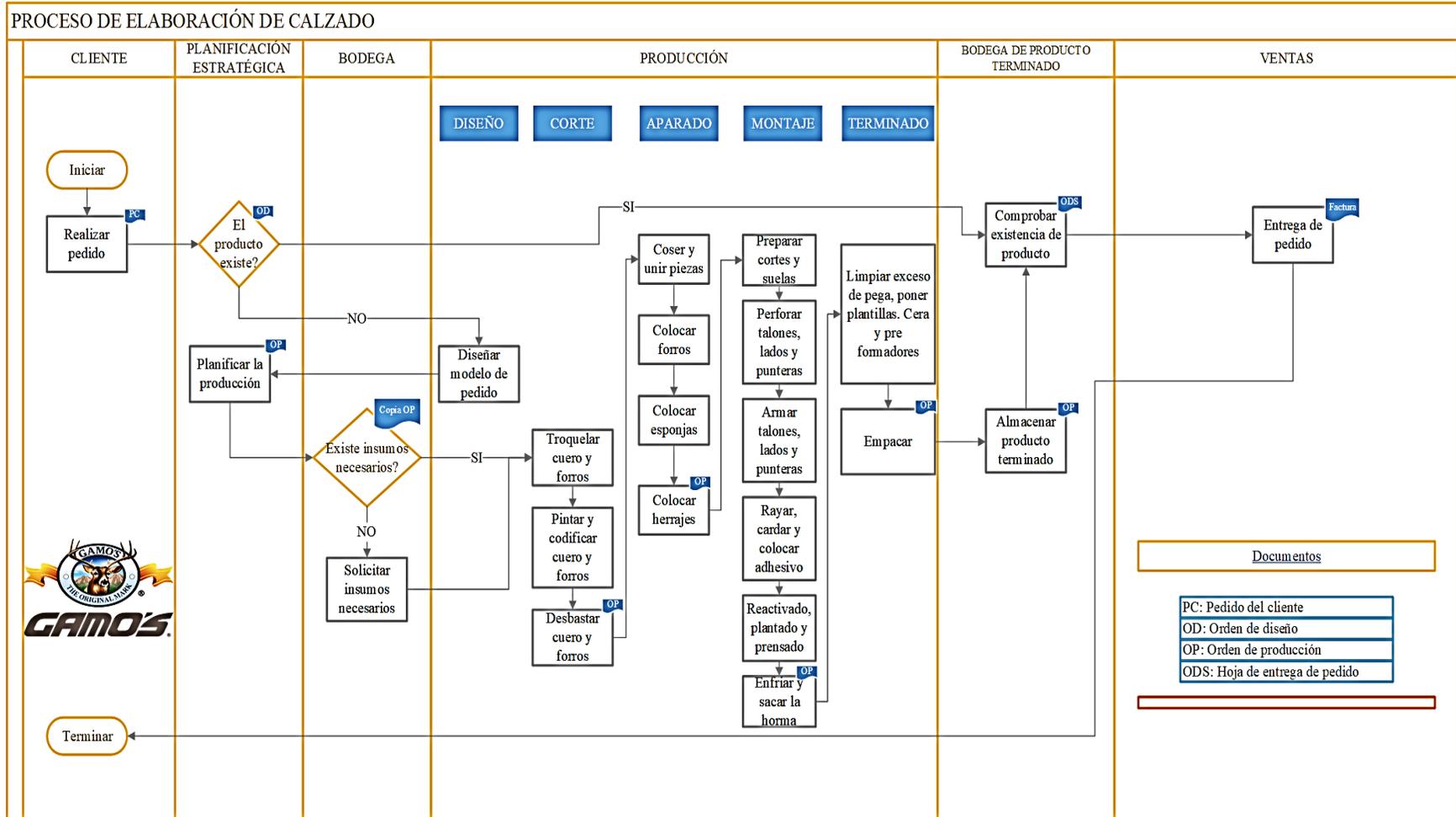


Figura 18: Proceso de elaboración de calzado [60]

**Análisis:** La Fig. 18, muestra los 5 departamentos funcionales que conforman el proceso productivo de Calzado GAMOS: planificación estratégica, bodega, producción, bodega de producto terminado y el departamento de ventas, en los cuales se ejecutan diferentes actividades que determinan la producción de los diferentes modelos de calzado.

La mayoría de estas actividades son ejecutadas en el área de producción, ya que es aquí en donde se materializan los productos finales, sin embargo, es conveniente considerar las demás actividades que se ejecutan en los otros departamentos debido a que también juegan un rol importante, ya sea en la planificación de producción, dotación de insumos, almacenamiento de productos terminados o entrega de pedidos. Otro aspecto a tomar en cuenta es la importancia que juega el proceso de montaje dentro del área de producción, si bien es cierto, en dicho proceso se desarrollan las actividades más importantes del proceso productivo, debido a que es aquí donde los zapatos toman forma y se determina el grado de calidad del producto final.

### **Diagrama de ensamble del proceso de montaje**

El proceso de montaje es crítico dentro del proceso de producción de Calzado GAMOS, por ello, es necesario detallar minuciosamente las actividades que se llevan a cabo durante el desarrollo de dicho proceso. La Fig. 19, detalla la secuencia ordenada de actividades y operaciones que se desarrollan para el armado (montaje) del zapato. La finalidad de dicho diagrama es facilitar el entendimiento del proceso que va a servir de base para el estudio en desarrollo; además, ayuda a identificar lugares dentro del proceso productivo en los cuales sería idóneo establecer puntos de control para encontrar fallas potenciales.

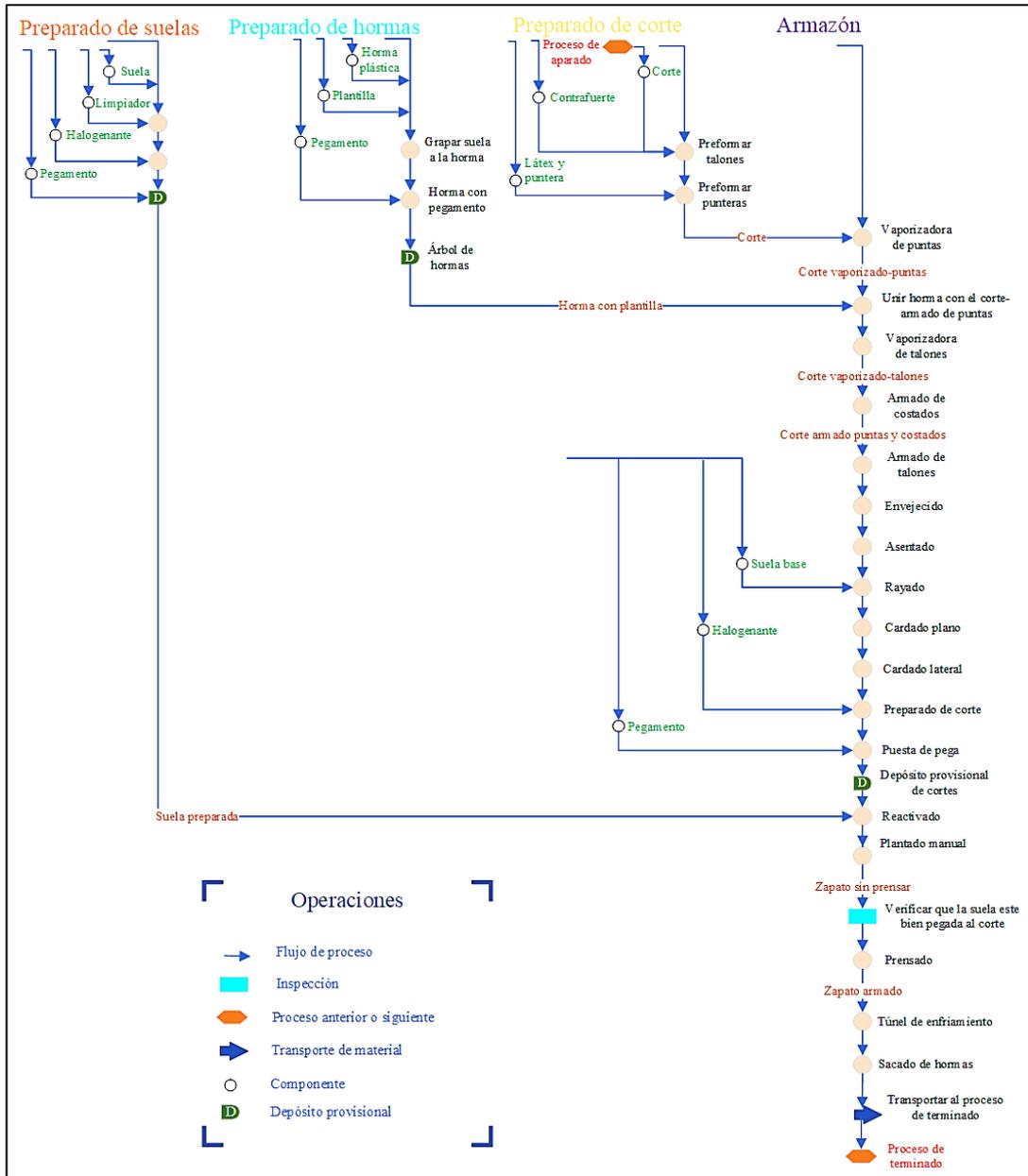


Figura 19: Diagrama de ensamble del proceso de montaje de calzado [60]

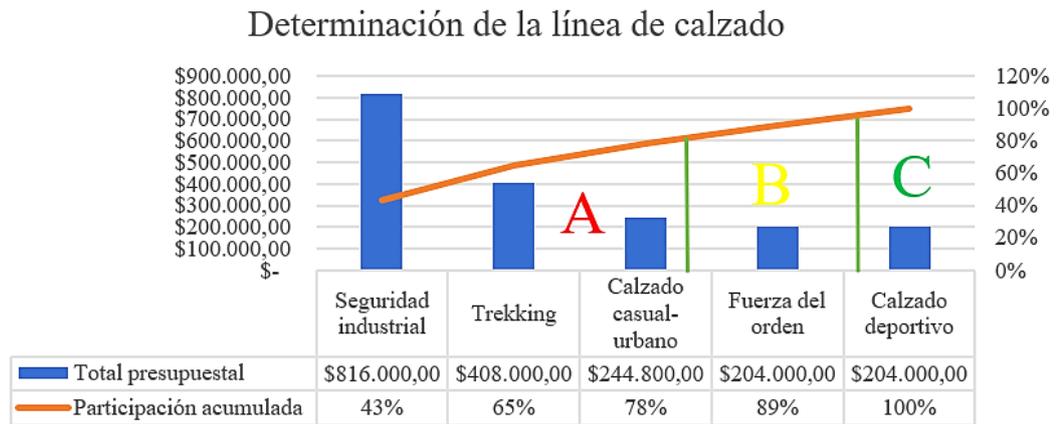
**Análisis:** La Fig. 19, muestra las actividades que son ejecutadas durante el proceso de montaje del calzado; a medida que las operaciones son desarrolladas en la línea principal (armazón), se van ensamblando otros componentes provenientes de otras líneas de trabajo, como es el caso de cortes de cuero y forros, hormas y suelas. En estos puntos de ensamble es necesario ejecutar al menos una inspección visual, ya que los problemas de calidad en la mayoría de ocasiones provienen de las líneas de preparado de corte, hormas y suelas, lo cual arrastra las fallas a la línea principal de ensamble del producto, provocando defectos de calidad en el producto final.

### **Determinación de la línea de calzado para el análisis ABC**

La Tabla 9, muestra los presupuestos destinados a cada línea de calzado para el período enero-abril del 2022, según datos proporcionados por el área comercial de la organización. Además, a cada línea de producción le corresponde un determinado porcentaje presupuestal, el cual es destinado para la compra de los insumos necesarios para llevar a cabo la producción de los diferentes modelos que se fabrican dentro de cada una de ellas. Posteriormente se calcula el porcentaje de participación tanto individual como acumulada en base a los datos expuestos para finalmente mediante un diagrama ABC (Fig. 20) determinar la línea de calzado que se usa para definir el producto estrella.

**Tabla 9: Presupuestos planificados para el periodo enero-abril 2022**

Líneas de calzado	Porcentaje presupuestal	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Total Presupuestal (periodo enero-abril 2022)
		\$275.000	\$510.000	\$775.000	\$480.000	
Seguridad industrial	40%	\$110.000	\$204.000	\$310.000	\$192.000	<b>\$ 816.000</b>
Trekking	20%	\$55.000	\$102.000	\$155.000	\$96.000	<b>\$ 408.000</b>
Fuerza del orden	10%	\$27.500	\$51.000	\$77.500	\$48.000	<b>\$ 204.000</b>
Calzado casual-urbano	12%	\$33.000	\$61.200	\$93.000	\$57.600	<b>\$ 244.800</b>
Calzado deportivo	10%	\$27.500	\$51.000	\$77.500	\$48.000	<b>\$ 204.000</b>
<b>Total</b>	<b>92%</b>					



**Figura 20: Análisis ABC para determinar la línea de calzado**

En base a la Fig. 20, la definición del proyecto sigma se basa en la zona A que corresponde a las líneas de calzado de seguridad industrial, trekking y calzado casual-urbano; sin embargo, la gráfica evidencia que a la línea de **seguridad industrial** se le destina el mayor porcentaje presupuestal, con un total que alcanza los \$ 816.000,00, correspondiente al 43% de participación tanto individual como acumulada. Por ello, es en esta línea donde se realiza un nuevo análisis ABC para determinar el modelo más representativo, el cual se toma como objeto de estudio en la investigación.

### **Determinación del modelo de calzado en el que se centra la investigación**

Para determinar el modelo de calzado dentro de la línea de seguridad industrial, se presenta un nuevo análisis ABC de segundo nivel (Fig. 21), dicho análisis se lleva a cabo en base a los ingresos totales percibidos por los diferentes modelos durante el periodo enero-abril 2022.

En base a la Fig. 21, se determina que el **objeto de estudio** para la investigación es el modelo **CF.SI.Modelo270**, por representar un ingreso total de \$112.166,88 correspondiente a un porcentaje de valorización tanto individual como acumulado del 11.65%.



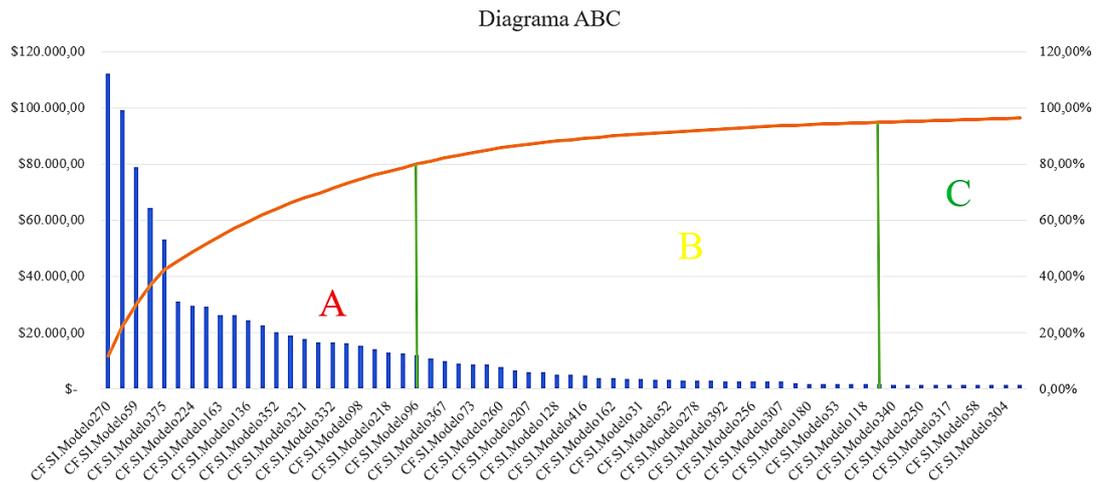


Figura 21: Análisis ABC de los modelos de la línea de calzado de Seguridad industrial

### Análisis del proceso productivo del objeto de estudio

La Fig. 22, muestra el proceso productivo representado en un diagrama de funciones cruzadas vertical del modelo tomado como objeto de estudio; dicho diagrama muestra los departamentos responsables de cada una de las actividades que se desarrollan secuencialmente y que agregan valor al producto final; un aspecto importante a mencionar dentro de este apartado es que, en el diagrama presentado se muestra al cardado y al pegado como subprocesos del proceso de montaje.

**Análisis:** En la Fig. 22, se destaca que el proceso más importante recae en el montaje y los subprocesos de cardado y pegado, debido a que es una de las áreas más influyentes en el proceso productivo por el hecho de tener como objetivo el premontar y montar el corte sobre la horma y plantilla, poner contrafuertes, armar las puntas, lados y talones; posteriormente, se procede al cardado manual y mediante máquina para suavizar las arrugas de la capellada y así garantizar una adherencia de calidad entre la suela y el armazón durante el proceso de pegado.

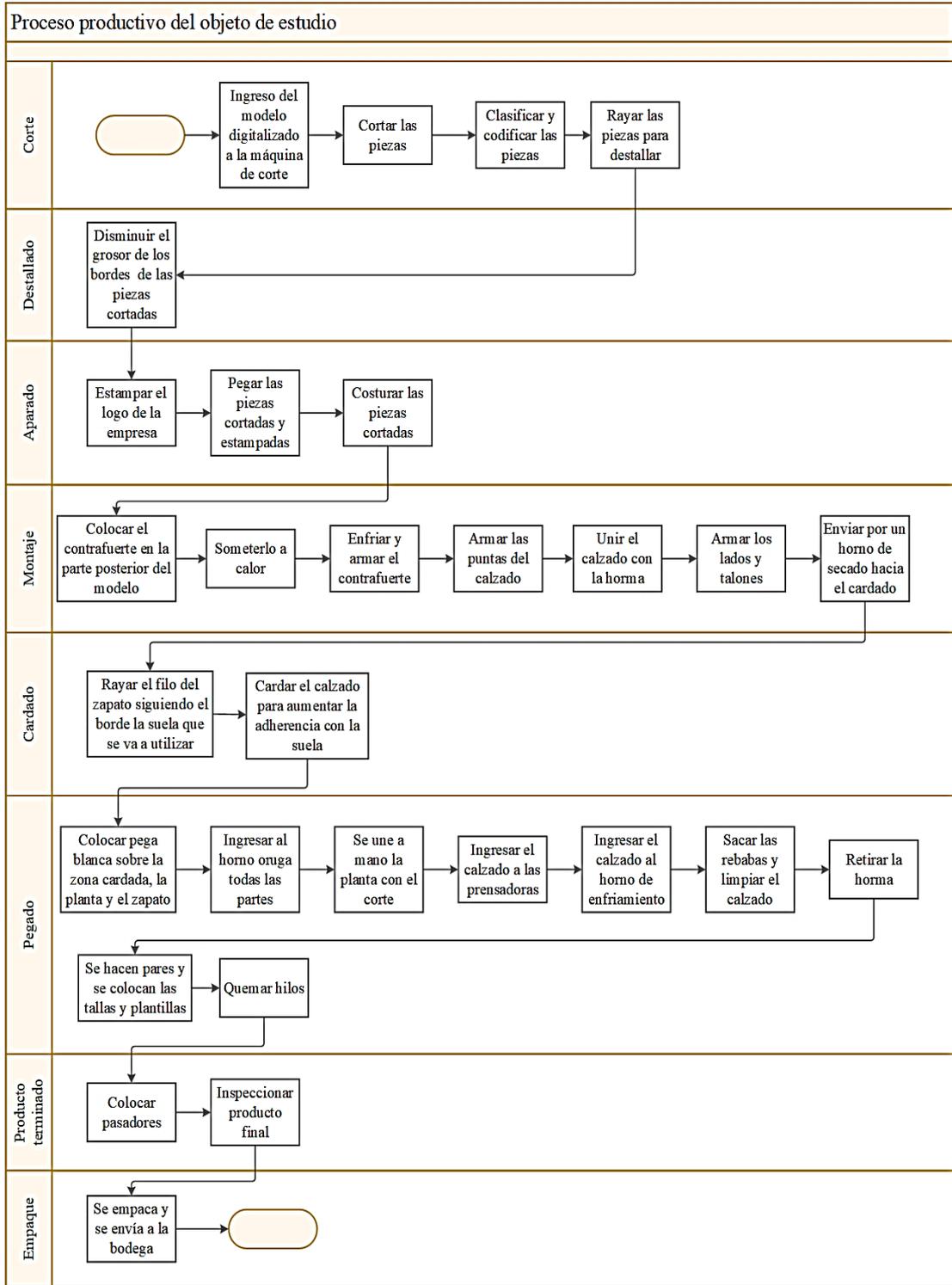


Figura 22: Proceso productivo del objeto de estudio. Modelo CF.SI.Modelo270 [60]

Por ello, el proceso de montaje y los subprocesos de cardado y pegado resultan ser de gran importancia para la investigación debido a que la producción de calzado se obtiene mediante métodos de montaje manual o semi automatizado; el montaje manual requiere de artesanos con varios años de experiencia, caso contrario, dicho proceso se convierte en una fuente potencial para la aparición de diferentes defectos que afectan la productividad y el nivel de calidad del producto final [61]. Por otro lado, el montaje semi automatizado requiere de maquinaria especializada para inyectar la suela directamente en el corte aparado, lo que involucra altas inversiones para las empresas [62].

### **Cursograma analítico del proceso de producción del objeto de estudio**

Las Figuras 23 y 24, muestran el cursograma analítico del proceso de fabricación del modelo tomado como objeto de estudio, la finalidad de presentar dicho diagrama radica en aumentar el grado de detalle para una mejor comprensión del proceso de fabricación del modelo **CF.SI.Modelo270** mediante la representación gráfica de todas las operaciones, transportes, inspecciones, demoras y almacenajes que ocurren durante todo el proceso de fabricación [63].

El cursograma analítico muestra un total de 52 operaciones que agregan valor al producto final y son desarrolladas en algunos casos mediante sistemas semi automatizados, sin embargo, la mayoría de operaciones son desarrolladas manualmente, lo cual exige un alto nivel de destreza, concentración y entrenamiento de los operarios encargados de dichas actividades para evitar ocasionar problemas de calidad que afecten el producto final. En el mismo contexto, un estudio sobre los factores que afectan la calidad y productividad de una empresa, considera que el factor humano juega un papel determinante en la evaluación de la calidad de un producto, puesto que tienen la capacidad de rediseñar los procesos en base al conocimiento y experiencia de los trabajadores, provocando mejoras en la calidad e impactando directamente en la productividad de la organización [64].

Cursograma analítico del proceso de producción del modelo tomado como objeto de estudio				 Operario/Material/Equipo-						
Hoja:	1 de 2		Simbolo	Actividad	Actual /Propuesto					
Nº Diagrama:	1		●	Operación	52					
Modelo:	SI.H.BTWB037PP-AKR PITS TOP ASTM RED/NARANJA		→	Transporte	9					
			■	Inspección	2					
Analista:	Juan Gavilanez		○	Espera	2					
Revisado por:	Ing. Luis Morales		▼	Almacenaje	1					
Método:	Actual		D (m)		<b>87,80</b>					
Fecha:	10/06/2022		T(min)		<b>26,30</b>					
Nº	Descripción	D (m)	T (min)	Actividad					Observaciones	
				●	→	■	○	▼		
1	Almacenar materia prima en la bodega									
2	Transportar el material necesario a las zonas de trabajo	22,8	0,57							A pie
3	Ingresar el modelo diseñado y digitalizado en la máquina cortadora		1,02							
4	Cortar piezas		2,09							Automatizado
5	Clasificar piezas		0,11							
6	Transportar piezas a proceso de destallado	11,2	0,53							A pie
7	Destallar los bordes de los cortes		1,23							Con máquina
8	Enviar piezas al proceso de aparado	26,4	0,66							A pie
9	Rayar las piezas para costurar		2,06							
10	Etiquetar las piezas		0,35							
11	Pegar las piezas cortadas siguiendo el rayado		0,31							
12	Coser las piezas pegadas		0,55							Con máquina
13	Troquelar material en proceso		0,16							
14	Transportar a la remachadora	5,2	0,13							A pie
15	Poner remaches		0,18							Con máquina
16	Transportar a la máquina de coser	5,0	0,13							A pie
17	Coser forros en el material procesado		0,26							Con máquina
18	Colocar esponjas		0,27							
19	Cortar sobrantes de hilos y forros		0,89							
20	Inspeccionar pieza procesada		0,19							
21	Quemar hilos y parear		0,05							
22	Ordenar material en proceso		0,02							
23	Transportar a estanterías	10,0	0,51							A pie
24	Poner pasadores		0,31							
25	Colocar los contrafuertes		0,07							
26	Colocar en el horno secador									
27	Esperar a la máquina de calor		0,30							
28	Colocar en el túnel de enfriamiento									
29	Esperar a la máquina		0,27							
30	Colocar látex en las puntas		0,06							
31	Poner punteras		0,04							
32	Prensar al calor el material en proceso		0,30							
33	Poner disarcol en los bordes del material		0,06							

Figura 23: Cursograma analítico del modelo CF.SI.Modelo270 [60]

34	Reactivar puntas		0,28	●															Automatizado
35	Unir con grapas las hormas con el material procesado		0,13	●															
36	Armar los lados		0,08	●															Automatizado
37	Armar los talones		0,06	●															Automatizado
38	Poner en el horno secador		1,48	●															
39	Sacar grapas		0,05	●															
40	Cortar los excedentes de cuero de las puntas		0,05	●															
41	Asentar el cuero de la planta		0,07	●															Con máquina
42	Acomodar material procesado (capellada) en estanterías		0,02	●															
43	Unir la suela y la capellada		0,02	●															
44	Rayar el contorno de la suela		0,31	●															
45	Cardar la parte inferior al rayado		0,24	●															Con máquina
46	Cardar		0,11	●															Con máquina
47	Transportar a proceso de pegado	1,2	0,03	●															A pie
48	Poner pegamento blanco en los filos de la capellada		0,24	●															
49	Acomodar en pares		0,06	●															
50	Traer las suelas con pegamento		0,09	●															A pie
51	Colocar material procesado y suela en horno oruga		3,01	●															
52	Pegar suela a la capellada		0,16	●															
53	Prensado		0,15	●															Automatizado
54	Poner en el túnel de enfriamiento		5,00	●															
55	Sacar los pasadores		0,04	●															
56	Quitar excedentes de pegamento		0,05	●															
57	Limpiar zapatos		0,06	●															
58	Quitar hormas		0,08	●															
59	Parear los zapatos		0,03	●															
60	Poner tallas		0,11	●															
61	Colocar plantillas		0,03	●															
62	Inspeccionar zapatos terminados		0,06	●															
63	Colocar pasadores		0,24	●															
64	Empacar		0,07	●															
65	Etiquetar cajas		0,02	●															
66	Transportar a la bodega de producto terminado	6,0	0,15	●															A pie
	<b>TOTAL</b>	<b>87,8</b>	<b>26,3</b>																

Figura 24: Cursograma analítico del modelo CF.SI.Modelo270 (continuación) [60]

Otro punto importante que se debe tomar en cuenta es la inspección del producto a medida que avanza por el proceso de producción, pues la investigación [65] menciona que el control de calidad se garantiza cuando se hace un control detallado de todas las fases del ciclo de producción, además del autocontrol y control en cadena realizados por cada operario; asimismo, un estudio para diagnosticar los problemas de calidad de una empresa que representa a pequeñas y medianas empresas (PYME's) de calzado recomienda que las actividades de realización del producto deben ser operaciones combinadas, es decir, una operación con un mecanismo de inspección (o control) incorporado para identificar posibles defectos causados antes o durante las operaciones [66].

## **Aplicación de la metodología six sigma**

### **3.1.2 Fase “Definir”**

#### **Defectos de calidad del modelo objeto de estudio**

Las principales falencias del proceso productivo y los defectos de calidad que inciden en la producción del modelo bajo estudio han sido definidas mediante la aplicación de entrevistas y lluvia de ideas. La entrevista ha sido aplicada al jefe de producción en base a la guía de preguntas expuesta en el **anexo 2**; el banco de preguntas ha sido establecido en base al interés del investigador para recopilar información acerca de los principales defectos de calidad, las operaciones en donde ocurren, así como los responsables que inciden en su aparición. Los resultados obtenidos de la entrevista son expuestos en una matriz de defectos, presentada en la Tabla 10.

Los defectos de calidad presentados, afectan al modelo de calzado estudiado y son ocasionados por diferentes causas y factores como: deficiencia en la materia prima, fallas humanas y falta de planificación antes y durante el proceso de producción. Según el jefe de producción, algunos de los defectos encontrados se debe a una deficiente calidad de la materia prima (cueros y forros) debido a un inadecuado proceso de inspección, falta de seguimiento de proveedores y un deficiente proceso de selección de los mismos, así mismo, las fallas humanas también provocan problemas de calidad en el producto, esto principalmente por una manipulación inadecuada del producto durante el proceso de producción, falta de compañerismo, deficiente capacidad de trabajo en equipo y un deficiente conocimiento en control de calidad de los operarios; finalmente, la falta de planificación también se hace evidente al no contar con suficiente materia prima para la producción, así como la acumulación de lotes de producción que provocan cuellos de botella y retrasos en el proceso.

**Tabla 10: Matriz de registro de defectos de calidad encontrados en el proceso de montaje**

TIPO DE DEFECTO	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE(S) DE LOS DEFECTOS		OPERACIÓN DONDE APARECEN LOS DEFECTOS	IMAGEN
		Operarios	Proveedor de materia prima		
Arrugas en los laterales del calzado	Este tipo de defecto ocurre cuando el cuero del zapato queda flojo (tensión insuficiente) o cuando la construcción del modelo es demasiado grande.	X		Armado de lados	
Cardado visible	Ocurre cuando en la operación de pulido (cardado) del cuero no se respeta la línea de marcación predefinida (rayado).	X		Cardado	
Cuero lastimado	Ocurre principalmente por mala manipulación del cuero durante el proceso de fabricación.	X		Armado de puntas y lados	

Despegue de suelas	Puede ocurrir por diferentes factores: deficiente preparación de suelas, mal prensado e insuficiencia o exceso de temperatura en el horno.	X		Pegado	
Filos despegados	Ocurre cuando la prensadora tiene más presión que la máquina de rayado o cuando en el proceso de rayado no se acomoda adecuadamente la suela.	X		Pegado	
Punta despegada	Es ocasionado por los mismos factores que inciden en el defecto de “despegue de suelas”.	X		Pegado	
Suela entresuela despegada	Ocurre por fallas de materia prima o cuando se ocupa suelas que han sido guardadas por demasiado tiempo.		X	Pegado	



Suelas rotas	Ocurre cuando el poliuretano (material de construcción de las suelas) tienen vacíos o burbujas de aire que al ser sometidos a presión provocan el rompimiento de la suela.		X	Cardado	
Exceso de pega	Ocurre cuando los untadores de pega no respetan los límites marcados (rayado) o por manchas de pega ocasionados por los mismos operarios.	X		Pegado	
Cuero pelado (Lacras)	Es un defecto producido por deficiencia o mala manipulación de materia prima (cuero) o cuando los operarios tratan de sacar manchas de pega por mala manipulación del zapato durante el proceso.	X	X	Armado de puntas y pegado	
Cuero roto	Ocurre cuando: el cuero presenta lacras, resequedad del cuero y el modelo fabricado es muy pequeño.	X	X	Armado de lados y puntas	

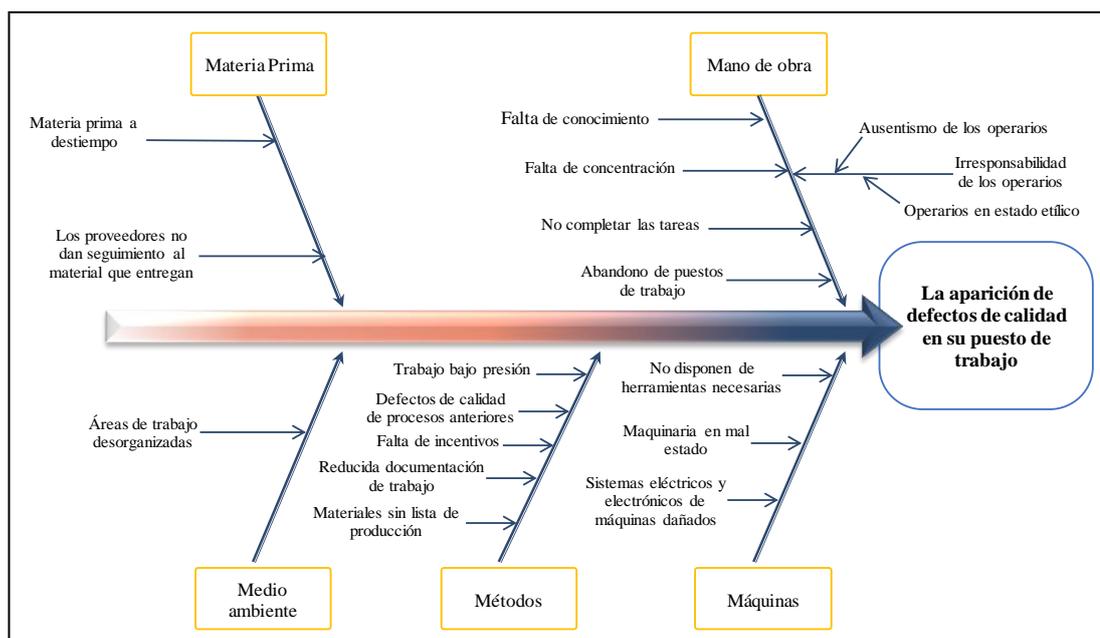
Punta picada	Ocurre por una mala manipulación del zapato durante el proceso de producción.	X		Terminado	
Costuras zafadas	Es producido por un mal proceso de cardado.	X		Cardado	

La causas abordadas anteriormente son semejantes a los mencionados en un estudio enfocado a identificar los factores que afectan la calidad percibida por los trabajadores de la industria de calzado, el cual concluye que la formación sobre la calidad tanto en líderes como en operarios es el factor más significativo, lo que indica que la formación sobre la calidad debería incluirse y priorizarse en los programas de la empresa para mantener la calidad de sus productos; sin embargo, factores como: condiciones de las herramientas y maquinaria, el trabajo en equipo y cooperación, las habilidades técnicas y la mentalidad de calidad del operario también tienen efectos significativos sobre la calidad del calzado [67].

Lombard [68] considera que, aparte de los factores mencionados anteriormente existen otros factores que afectan la calidad, los cuales son denominados como “factores blandos” (planificación, cultura empresarial, compromiso, trabajo en equipo, formación, liderazgo, participación de los empleados y recompensas) y “factores duros” (gestión de procesos, conformidad con la calidad, complejidad del producto y mantenimiento de la maquinaria); como resultado de su estudio concluye que los componentes blandos, especialmente la planificación y la cultura organizativa tienen un efecto estadísticamente muy significativo con la calidad, mientras que los componentes duros no muestran efectos significativos.

### **Falencias del proceso productivo**

La Fig. 25, expone las causas mencionadas por los operarios acerca de la aparición de defectos de calidad en el producto a causa de diversos factores presentes en el proceso productivo; la recolección de ideas se logra mediante la técnica de lluvia de ideas considerando solo a los trabajadores más representativos del proceso de montaje, además del jefe de producción. Las ideas más importantes y que guarden una relación directa con la temática planteada son presentadas en el siguiente diagrama causa-efecto.



**Figura 25: Diagrama causa-efecto. Aparición de defectos de calidad en el proceso de montaje**

**Análisis:** Las principales causas por las cuales aparecen defectos de calidad en el proceso de montaje se debe a factores entre los cuales se destacan: los métodos de trabajo (MT), máquinas y herramientas y mano de obra. Los métodos de trabajo influyen en la aparición de defectos debido a la mala comunicación entre los responsables del proceso, y, la deficiencia de documentos o procedimientos de trabajo, lo que provoca que los trabajadores ejecuten sus actividades en base a su experiencia laboral adquirida o en ocasiones por improvisación; según [69], la deficiencia en los MT y las inadecuadas formas de supervisión y control de las labores provoca que las decisiones tomadas por las organizaciones no estén alineadas con su realidad y los problemas que enfrentan, provocando mucha variación al momento de ejecutar las operaciones debido a procesos diagramados inadecuadamente.

Las máquinas y herramientas es otro factor que también incide en los defectos de calidad encontrados en la empresa Calzado GAMOS, dado que no se les da un mantenimiento adecuado o se encuentran en mal estado, adicionalmente, los operarios no cuentan con las herramientas adecuadas para realizar sus actividades; con ello concuerda [31], que a través de su investigación, pone en manifiesto que las empresas colombianas del sector del calzado se enfrentan a dificultades con la calidad debido a la falta de conocimientos técnicos en desarrollo tecnológico y la escasa utilización de

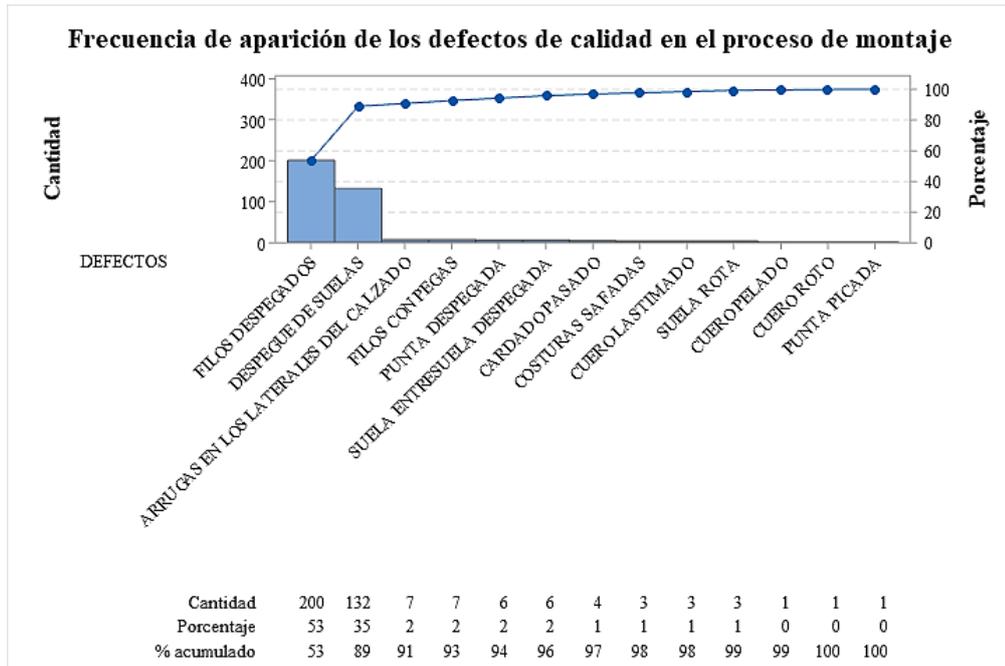
sistemas de control de procesos, mientras que, en Ecuador el mismo problema se hace evidente a través de un índice que concluye que el 58% de los representantes legales de las empresas no están dispuestos a invertir en tecnología e investigación para mejorar sus procesos de operación [37].

Por último, el factor mano de obra abarca causas como: defectos que son arrastrados de procesos anteriores y la falta de habilidad de los operarios, lo cual provoca fallas potenciales de calidad en el producto final y la incapacidad del proceso para cumplir con las especificaciones esperadas; uno de los principales motivos que provoca que los recursos humanos presenten un bajo conocimiento en control de la calidad y escasa destreza y habilidad en necesidades propias del sector del calzado es la falta de capacitación, ya que el 94% de los representantes legales de las empresas de calzado no invierte en capacitación de recursos humanos [37].

### **Definición de los defectos más incidentes que afectan la estabilidad del proceso de montaje**

La Fig. 26, muestra el diagrama de Pareto y la frecuencia de aparición de los defectos de calidad del proceso de montaje durante el periodo enero-abril 2022, mediante el cual se logra identificar los defectos que producen el mayor porcentaje de fallos y por ende la inestabilidad en el proceso analizado. Los resultados arrojados por el diagrama de Pareto sirven para definir de manera más precisa el alcance del proyecto six sigma, de tal manera que los resultados obtenidos al final de la investigación sean más confiables y ayuden a la organización a tomar decisiones basadas en las necesidades actuales del proceso y los problemas que enfrenta.

Los resultados arrojados por el diagrama de Pareto muestran que los defectos “filos despegados” y “despegue de suelas” son los que han aparecido con mayor frecuencia, con un total de 200 y 132 veces respectivamente.



**Figura 26: Diagrama de Pareto de los defectos que aparecen en el proceso de montaje**

Sin embargo, el caso del despegue de suelas ha sido provocado por una causa atípica ocasionada por la mala calidad del pegamento usado en el proceso de pegado, lo cual ya ha sido solucionado por la empresa teniendo como resultado una reducción del defecto de 200 (enero-abril 2022) a 10 casos (mayo-julio 2022), lo que dio lugar a que esta investigación se enfoque en identificar las causas y proponer acciones de mejora para solucionar únicamente el defecto “fillos despegados”, el cual cubre aproximadamente el 53% del error total del proceso.

Al indagar las causas de aparición de dicho defecto con los operarios del proceso de montaje se ha encontrado que se debe a un mal cardado de la capellada, tiempos insuficientes de secado, mal preparado de pegantes, operarios no capacitados, presión insuficiente en la máquina de prensado y una mala aplicación de pegamento; lo cual concuerda con causas encontradas en un estudio llevado a cabo para mejorar el grado de adherencia en zapatos, en el cual se encontró que los procesos de vulcanizado y prensado son los más influyentes en este tipo de fallas, debido a que la presión del tanque de vulcanización es la que más influye en la adhesividad, seguido por el tiempo de enfriamiento después del prensado y la temperatura del tanque de vulcanización [23]. Adicionalmente, la norma ISO 20346:2014 destaca que la fuerza de adherencia

entre la suela y la parte superior del calzado no debe ser menor a 4,0 N/mm para garantizar un producto de calidad [70].

### **Definición del proyecto six sigma**

En base a la aplicación de la entrevista y la técnica de lluvia de ideas o brainstorming, se define que el proyecto six sigma está encaminado a un control de calidad más estricto para reducir la variabilidad del proceso de montaje, debido a que actualmente existen variables críticas que tienen la capacidad de desencadenar defectos como filos despegados, despegue de suela-entresuela, cardados visibles, arrugas en los laterales, lacras en el cuero, exceso de pega, entre otros.

### **Objetivo del proyecto**

El objetivo que se persigue mediante el desarrollo del proyecto six sigma es analizar las fuentes de variabilidad del proceso de montaje, con la finalidad de establecer el nivel sigma del mismo y establecer propuestas de mejora continua que disminuyan los defectos de calidad para suministrar productos de calidad, logrando la satisfacción y lealtad de los clientes de la empresa.

### **Identificación de los clientes**

De acuerdo con la definición y objetivo del proyecto, el estudio se realiza solo en el proceso de montaje, por consiguiente, los clientes son de dos tipos, como se detalla en la Tabla 11. Cuando se trate de un subproceso de montaje los clientes son considerados como internos, debido a que son otros operarios quienes trabajen en el siguiente subproceso; mientras que al final de la producción y una vez que se tienen los zapatos de seguridad empacados, el cliente es el consumidor final, y es considerado como cliente externo.

## Determinación de los CTQ's del proyecto

Con la ayuda de la herramienta VOC, se ha logrado recopilar los requerimientos de los clientes respecto al calzado de seguridad industrial que les provee la empresa, una vez recogido dichos requerimientos se ha procedido a convertirlos a variables críticas para la calidad (CTQ's), como se detalla en la Fig. 27.

**Tabla 11: Identificación de clientes**

<b>CLIENTES INTERNOS</b>	
<b>Subproceso</b>	<b>Cliente (Subproceso siguiente)</b>
Conformado de talones	Acordonador
Acordonado	Colocador de puntas
Colocación de puntas y untado de pega	Armador de puntas
Armado de punta, talones y lados	Rayador
Asentado y rayado	Cardador
Cardado	Untado de pega
Pegado	Descalce de hormas
Descalce de hormas	Plantador
Plantado	Terminado
<b>CLIENTES EXTERNOS</b>	
<b>Cliente</b>	<b>Detalle</b>
Cliente final	100% del volumen de ventas

La Fig. 27, muestra el mapa de necesidades de los clientes tanto internos como externos, partiendo de los requerimientos de los clientes obtenidos mediante la guía de encuesta expuesta en el **anexo 3**.

El mapa de necesidades del cliente agrupa y clasifica jerárquicamente los requerimientos encontrados de los dos tipos de clientes identificados de acuerdo al nivel de importancia según un determinado puntaje asignado. Para el caso de los clientes externos, el puntaje para cada requerimiento es asignado por el departamento comercial, mientras que, para el caso de los clientes internos, son los propios operarios



del proceso de montaje quienes asignen la puntuación adecuada a sus requerimientos, de esta manera se asegura que cada requerimiento tenga un grado de importancia acorde a la realidad actual de los involucrados.

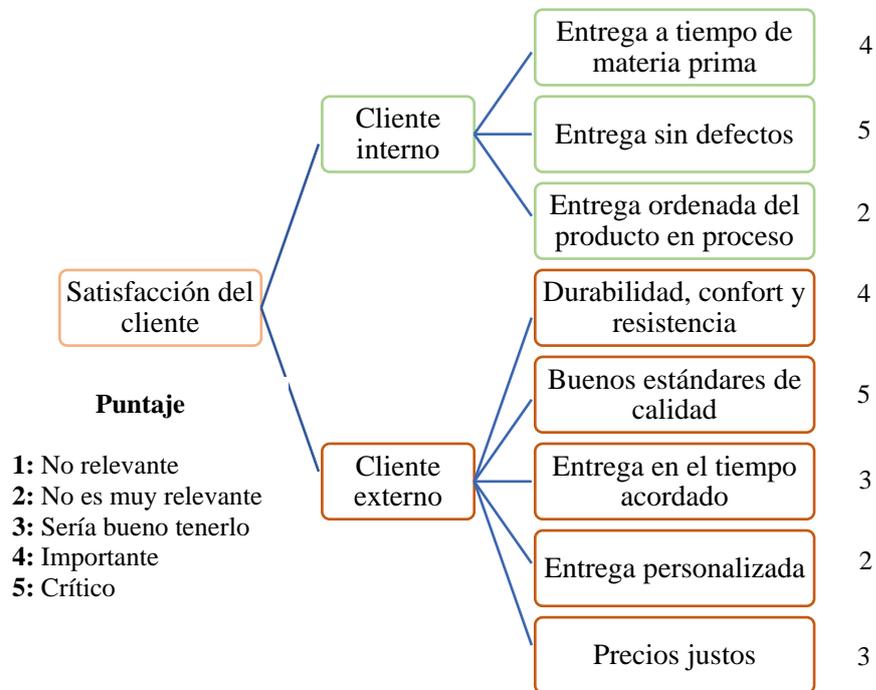


Figura 27: Mapa de necesidades de los clientes internos y externos

De acuerdo a la información establecida en la Fig. 27, se tiene una serie de aspectos que son de interés para los clientes, y que están asociados directa o indirectamente con el nivel de calidad del producto final, por consiguiente, los CTQ's usados en la investigación son por un lado la calidad del producto, que depende de tres variables ( $X_1$ ,  $X_2$  y  $X_3$ ), que son los factores que provocan el defecto filos despegados; y por otro, el resultado por modificar dichas variables define la satisfacción del cliente ( $Y$ ), como se indica en la Fig. 28:

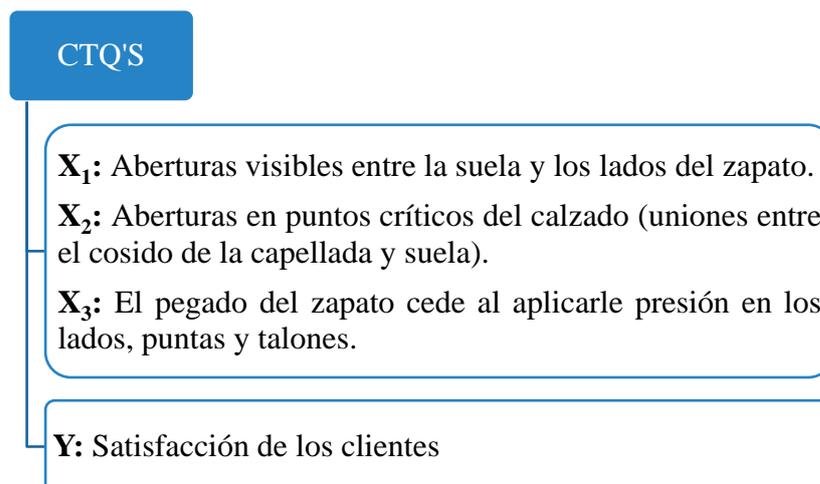


Figura 28: CTQ'S del proyecto

### Marco del proyecto six sigma

Con la información y parámetros establecidos anteriormente se procede a definir el marco del proyecto six sigma, según el detalle de la **Tabla 12**, la cual resume y detalla parámetros como: la definición del proyecto, sus objetivos, alcance, los involucrados, los beneficios esperados, tiempo de ejecución, entre otros elementos.

Tabla 12: Marco del proyecto six sigma

<b>Marco del proyecto six sigma</b>	<b>Fecha:</b> 18/06/2022	<b>Versión:</b> 1
<b>Título:</b> Reducción de la variabilidad del proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS.		
<b>Necesidades de la empresa a ser atendidas:</b> la insatisfacción de los clientes genera reclamos debido a problemas de calidad con los que se encuentran al momento de dar uso a los zapatos de seguridad industrial que provee la empresa Calzado GAMOS.		
<b>Objetivo:</b> Reducir el número de zapatos defectuosos que se originan en el proceso de montaje mediante la identificación y eliminación de las causas principales que generan variabilidad.		
<b>Alcance:</b> Limitar el proyecto six sigma al proceso de montaje, al modelo CF.SI.Modelo270 perteneciente a la línea de seguridad industrial y, al estudio del defecto “filos despegados”.		
<b>Participantes:</b>		

<p><b>Juan Gavilanez-Investigador:</b> Se encarga de desarrollar el proyecto six sigma utilizando las fases del ciclo DMAIC, a más de instruir al equipo de trabajo sobre el cumplimiento de todos los puntos y actividades planificadas para el desarrollo del mismo.</p> <p><b>Cristian Aguilar-Jefe de producción:</b> se encarga de dirigir y planificar las actividades en las que sea necesario la participación de los operarios del proceso de montaje, además facilitara la información necesaria para desarrollar efectivamente todos los puntos del proyecto.</p> <p><b>Silvana Martínez-Encargada de control de calidad:</b> es la persona que facilitara los datos necesarios para procesarlos y establecer la variabilidad del proceso de montaje, y por ende definir su nivel sigma actual.</p> <p><b>Miguel Ángel Gutiérrez-Gerente:</b> es la persona más importante dentro del desarrollo del proyecto, ya que de su compromiso depende el éxito del mismo.</p> <p><b>Operarios del proceso de montaje:</b> son las personas que brindaran la información necesaria para estudiar e identificar las causas principales que inciden en los problemas de calidad del producto final.</p>
<p><b>Recursos:</b> Hojas de control, entrevistas, encuestas, apoyo de los operarios del proceso de montaje.</p>
<p><b>Métricas:</b> PPM, Índice de capacidad del proceso (<math>C_p</math>), Nivel sigma.</p>
<p><b>Fecha de inicio del proyecto:</b> Abril del 2022</p>
<p><b>Fecha de finalización del proyecto:</b> Diciembre del 2022</p>
<p><b>Entregable del proyecto:</b> Proceso de montaje estudiado y documentado, propuestas de control para reducir la variabilidad del proceso de montaje.</p>

### 3.1.3 Fase “Medir”

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

Para evaluar el sistema de medición con la que se valora si un determinado par de zapato es defectuoso o no, se ha optado por desarrollar un estudio de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS, que permite determinar que parte de la variabilidad total observada es atribuible a errores en las mediciones [50]. En este sentido, Marques y López [71] afirman que, el análisis del sistema de medición es un área importante que permite determinar la cantidad de variación en las mediciones, pues todas las actividades estadísticas para la

calidad, como el muestreo de aceptación, el control y la mejora de la calidad, dependen de la medición o apreciación subjetiva de un operario para catalogar un producto como “bueno/malo” o “apto/no apto”.

Asimismo, la investigación [72] añade que, en la inspección de variables de tipo pasa/no pasa existe una fuente de inseguridad que es la variabilidad provocada por el proceso de inspección, que resulta de inspectores con poca experiencia o poco entrenados, de la mala calibración de equipos de inspección y prueba, de métodos de inspección no estandarizados o de inspectores que falsean datos.

El estudio R&R desarrollado dentro de la investigación es de tipo “para atributos”, dado que en la investigación no se trabaja con variables continuas, debido a que por motivos de confidencialidad de la empresa no ha sido posible obtener datos históricos que permitan determinar la estabilidad del proceso de montaje en base a variables críticas como: flexibilidad, resistencia, tracción, absorción, dureza, resistencia al impacto, entre otros; por lo tanto, es conveniente analizar el sistema de medición bajo los criterios de “aceptable” e “inaceptable” para determinar si un par de zapatos es catalogado bajo el defecto “filo despegado”.

### Método de análisis de riesgo

La Tabla 13, muestra los resultados encontrados durante el desarrollo del estudio R&R para atributos mediante la metodología del método de análisis de riesgo.

Tabla 13: Resumen del estudio R&R para atributos

<i>Fuente</i>	<i>Porcentaje de desacuerdos</i>	
<i>Repetibilidad</i>	$ND_{rep} = \frac{5}{60} * 100 = 8,33\%$	
<i>Reproducibilidad</i>	$ND_{repro} = \frac{16}{120} * 100 = 13,33\%$	
<i>Total R&amp;R</i>	$ND_e = \frac{21}{180} * 100 = 11,66\%$	
<b><i>Operador</i></b>	<b>Repetibilidad (%)</b>	<b>Piezas aceptadas (%)</b>
<i>1</i>	10	68
<i>2</i>	7	63
<b><i>Promedio</i></b>	<b>8,33</b>	<b>65,83</b>

Los resultados obtenidos arrojan un porcentaje **total de R&R de 11,66%**, por lo cual el sistema de medición es considerado como **aceptable**, según los criterios que adopta el manual de análisis de sistemas de medición de la 4ª edición del Grupo de Acción de la Industria del Automóvil (AIAG), que considera las siguientes directrices para determinar si el sistema de medición es aceptable: si el total de R&R contribuye menos del 10%, entonces el sistema de medición es aceptable; entre el 10% y el 30%, el sistema de medición es aceptable o no depende de la aplicación específica, el costo de los equipos de medición, costos de mantenimiento y otros factores; más del 30%, el sistema de medición no puede ser aceptable y debe ser mejorado [21].

En base a los resultados obtenidos se concluye que la problemática mayor se presenta en la reproducibilidad (13,33%), es decir, en la concordancia entre los criterios de aceptación que los operarios usan para evaluar los pares de zapatos; en este sentido, es conveniente tomar al operario 2 como estándar, debido a que tiene un criterio de evaluación más exigente (63%), en comparación al operario 1 (68%), a más de ello, dispone de una mayor experiencia laboral en el puesto de descalce de hormas (6 años), en comparación al operario 1 (1 año), y en consecuencia, ha adquirido una mayor destreza para detectar este tipo de defectos, independientemente de la línea de calzado y modelo; adicionalmente, otro factor que incide en la inconsistencia de evaluación entre los operarios es la nula capacitación que se les ha dado respecto a cómo detectar este tipo de defecto, lo que provoca que ambos operarios no concuerden en los mismos criterios de evaluación para catalogar al zapato bajo el defecto de filo despegado. Sin embargo, el porcentaje del  $ND_{repro}$  puede reducirse mediante capacitaciones y adiestramiento a los operarios, como lo demuestra [71], a través de la aplicación de una metodología de entrenamiento basado en el modelo del método de análisis de acuerdo de atributos, obteniendo como resultado la reducción de errores y discrepancias entre los operadores y mejorando la puntuación de la evaluación de los mismos, logrando que los operadores creen los conocimientos y aptitudes necesarios para la detección de defectos.

## **Análisis de variabilidad y capacidad del proceso de montaje**

El análisis de variabilidad del proceso de montaje es llevado a cabo mediante la carta de control tipo “p” para atributos, debido a que la investigación se centra en analizar variables subjetivas (atributos) que permiten medir la proporción de unidades defectuosas en una determinada orden de producción inspeccionada, basado en el supuesto que los datos siguen una distribución binomial [73]. La aplicación de este tipo de carta de control es clave para mejorar la estabilidad del proceso, a medida que se detectan, identifican, y sugieren acciones para eliminar causas especiales que permitan reducir la variación en un proceso [74].

La aplicación de este tipo de carta de control en el presente caso, resulta de gran ayuda debido a que se ajusta convenientemente a la realidad actual del proceso bajo estudio, ya que se analiza la proporción de pares defectuosos por orden de producción, además, debido a la naturaleza del proceso resulta conveniente tomar los datos necesarios en un solo punto de inspección (descalce de hormas), donde las características de calidad establecidas en la Fig. 28 son evaluadas, y en función a estas, el par de zapatos es aceptado o rechazado. Los datos necesarios para graficar la carta de control mencionada se exponen en la Tabla 14, mientras que la respectiva gráfica de control se visualiza en la Fig. 29, la cual ha sido graficada con un tamaño de subgrupo promedio (83 pares) y no con límites variables, debido a que la discrepancia entre los límites de control superior e inferior son 22.89% y 21.68%, respectivamente [74].

**Tabla 14: Datos para la gráfica de control tipo "p"**

<b>Subgrupo</b>	<b>Pares de zapatos fabricados (Orden de producción)</b>	<b>Defectuosos</b>	<b>Proporción (p<sub>i</sub>)</b>
1	87	0	0,000
2	92	1	0,012
3	73	0	0,000
4	77	0	0,000
5	84	0	0,000
6	92	0	0,000
7	80	1	0,012
8	102	2	0,024
9	74	0	0,000

10	90	1	0,012
11	65	0	0,000
12	78	0	0,000
13	90	0	0,000
14	75	1	0,012
15	70	0	0,000
16	88	0	0,000
17	76	0	0,000
18	102	1	0,012
19	75	0	0,000
20	82	0	0,000
<b>Suma</b>	<b>1652</b>	<b>7</b>	
<b>Promedio</b>	<b>82.6 (~83)</b>		<b>0.00423</b>

Los límites de control de la carta p de la Fig. 29 muestran que, de cada 83 pares de zapatos fabricados se espera que la proporción de defectuosos varíe entre 0 y 0.02556, con un promedio de 0.00422, es decir, el porcentaje de pares defectuosos con problemas de filos despegados varía aproximadamente entre 0 y 3 pares aproximadamente, con un promedio ordinario de 1 par; además, se observa que la proporción de defectos cae dentro de los límites de control, pero la estabilidad del proceso de montaje se encuentra fuera de control estadístico, dado que se evidencia un patrón especial, debido a que el flujo de puntos tiende a ascender, descender y finalmente mantenerse estable en el límite inferior, y esto se repite en ciclos a lo largo de la carta de control [50].

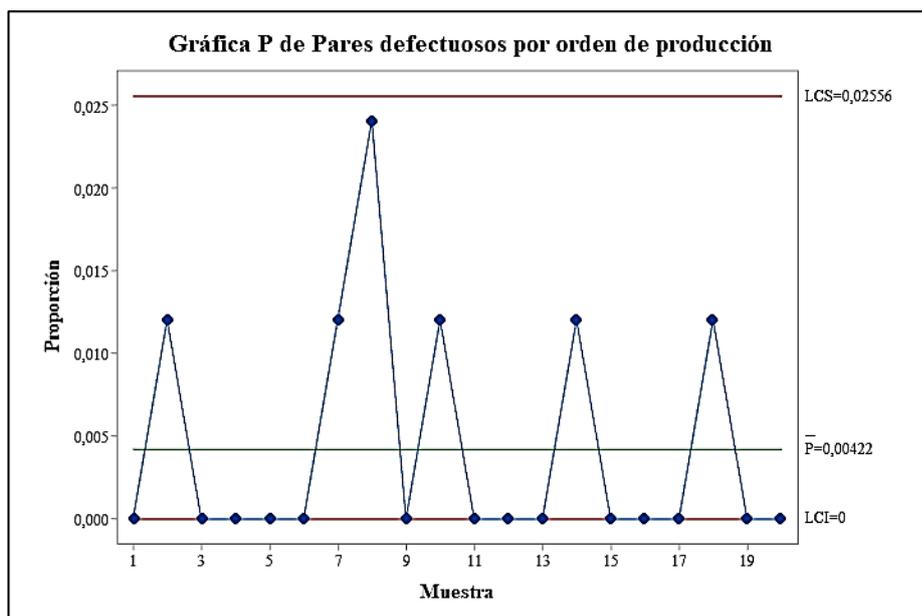


Figura 29: Gráfica de control tipo "p"

Debido al comportamiento que se aprecia en carta de control, se puede concluir entonces que el proceso de montaje presenta una situación especial, lo que provoca que los puntos no varíen aleatoriamente dentro de la carta de control, en consecuencia, el desempeño del proceso está lejos de ser satisfactorio debido a que el porcentaje promedio de defectuosos ( $\bar{p}_i$ ) es relativamente alto (0.422%), por lo tanto, es necesario identificar las causas y tomar medidas correctivas y preventivas [75].

Según lo establecido en [50], las causas atribuibles a este tipo de comportamiento se deben a:

- Cambios constantes en el proceso de producción.
- Rotación regular de máquinas y personal operativo.
- Efecto sistemático producido por dos máquinas, operarios o materiales que se usan alternadamente.

Particularmente, el comportamiento evidenciado por la gráfica de control se debe principalmente a cambios repentinos en la línea y/modelos de calzado que produce la empresa Calzado GAMOS, esto se debe a que se producen 5 líneas de calzado diferentes, dentro de las cuales se manejan un sinnúmero de modelos, por lo tanto, la producción depende de diversos factores como el flujo de materia prima (principalmente el tipo de suelas), y de las diversas ordenes de producción que son despachadas por el área comercial de la empresa para satisfacer los pedidos de los clientes. Otro factor que se ha evidenciado es la rotación constante de operarios entre puestos de trabajo, esto es impulsado por la falta de personal y, en consecuencia, la acumulación de material a lo largo del proceso de montaje produciéndose cuellos de botellas, lo cual provoca que el jefe de producción rote operarios entre diferentes secciones y puestos de trabajo para nivelar la línea y no sufrir retrasos en la producción.



### Cálculo del índice de capacidad del proceso (Cp)

Para el cálculo del índice  $C_p$  es necesario llevar a cabo una interpolación mediante la Ecuación 11; usando la Tabla 37 del anexo 9, se logra obtener el valor exacto del índice  $C_p$  en base al porcentaje promedio de defectuosos (0.422%), obteniendo el siguiente resultado:

$X = \bar{p}_t = 0.422$	
$X_1 = 0.27$	$Y_1 = 1.0$
$X_2 = 0.6934$	$Y_2 = 0.9$

$$Y = 1 + \left[ \left( \frac{0.422 - 0.27}{0.6934 - 0.27} \right) * (0.9 - 1) \right]$$

$$Y = C_p = 0.964$$

El valor del índice  $C_p$  calculado denota que el proceso de montaje no cumple con las especificaciones exigidas tanto por los clientes internos como externos, pues el índice es menor que uno, lo cual implica que el proceso es de *categoría 3*, por lo que requiere modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria por lo que es recomendable mejorar el centrado del proceso y reducir su variabilidad mediante la detección y eliminación de causas comunes más relevantes que estén incidiendo en el problema de fillos despegados [50].

### Cálculo del nivel sigma actual

El nivel sigma actual del proceso de montaje es estimado a partir de la métrica  $PPM_c$  (partes por millón a corto plazo), dado que la investigación evalúa características de tipo atributos, analizando la frecuencia de aparición del defecto “fillo despegado” en 20 órdenes de producción. La métrica  $PPM_c$  se calcula usando la Ecuación 12, expuesta en la sección de metodología, y los datos de la Tabla 14.

$$PPM_L = \frac{7}{1652} * 1000000$$

$$PPM_c = 4237$$

Por medio de una interpolación mediante la Ecuación 13, y usando la Tabla 38 del anexo 10, se logra obtener el valor exacto del nivel sigma en base a la métrica PPMc (4237), obteniendo el siguiente resultado:

$X=PPM_c= 4237$	
$X_1 = 2700$	$Y_1 = 3$
$X_2 = 45500$	$Y_2 = 2$

$$Y = 3 + \left[ \left( \frac{4237 - 2700}{45500 - 2700} \right) * (2 - 3) \right]$$

$$Y = Z_c = 2.96 \text{ sigmas}$$

El **nivel sigma actual del proceso (Zc)**, arroja un valor aproximado de **2,96 sigmas**, lo cual incurre en que el porcentaje de pares de zapatos que cumplen con las especificaciones es del 99,57% y solo el 0,422% no las cumplen, logrando un rendimiento del proceso del 0,93, es decir, la probabilidad de que un par de zapatos esté libre de defectos es del 93% [76]. El nivel sigma hallado puede considerarse como bajo, y por lo tanto requiere de atención, puesto que, solo los procesos que superan los 3 sigma pueden ser considerados como “promedio industrial” [77]; asimismo, un estudio llevado a cabo por [78], establece que el nivel sigma en la industria de calzado debe oscilar en promedio entre 3 a 4 sigmas para ser considerado como aceptable.

## **Fase “Analizar”**

### **Identificación de factores críticos que causan el defecto de filo despegado**

Para la identificación de factores críticos que son causantes del defecto de filo despegado se ha utilizado la técnica de lluvia de ideas, logrando identificar 16 factores que son presentadas en el anexo 8; un aspecto importante a mencionar es que ciertos factores críticos no necesariamente ocurren en el subproceso de descalce de hormas, sino en otros subprocesos entre los cuales se encuentran el pegado, cardado y rayado. Mediante un análisis en conjunto con los operarios del proceso de montaje, se ha logrado determinar que los factores críticos que más inciden en el defecto estudiado son:

- Mal cardado de la capellada del zapato.
- Mal pegado entre la capellada del zapato y la suela, y/o
- Mal rayado de la capellada del zapato.

### **Análisis de factores críticos**

Las Figuras 30, 31 y 32, muestran los diagramas causa-efecto mediante los cuales se mapean los factores críticos más importantes mencionados anteriormente, tomando en consideración aspectos como: mano de obra, máquinas, materia prima, métodos de trabajo y medio ambiente. Mediante esta herramienta se logra identificar posibles causas raíz que provocan los casos de rechazo por el defecto de filos despegados.

## Mal pegado entre la capellada del zapato y la suela

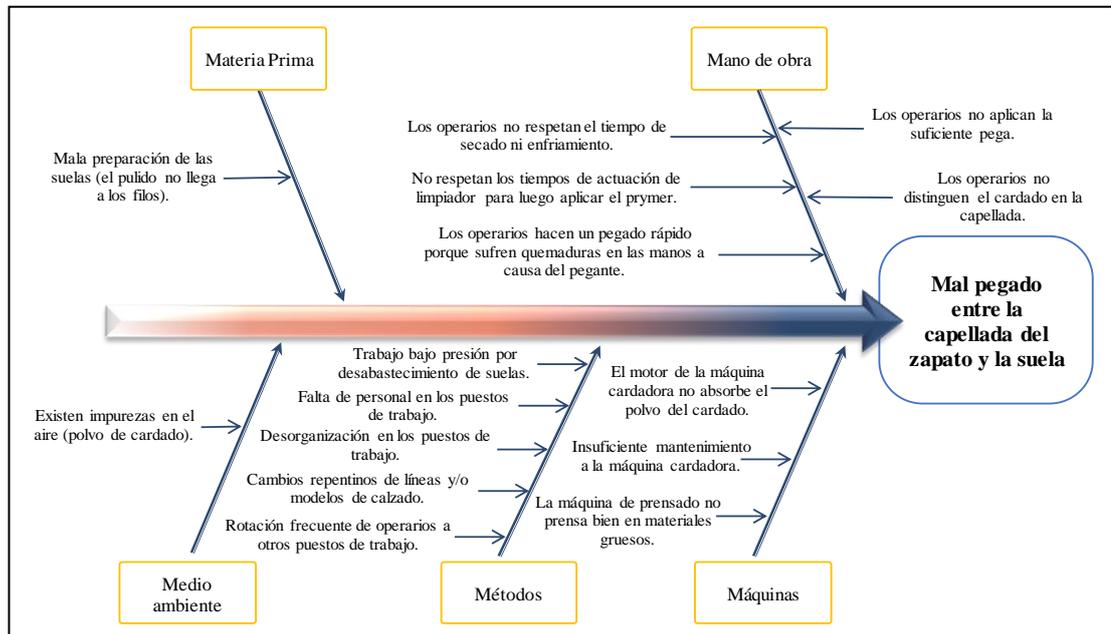


Figura 30: Mapeo del factor "Mal pegado entre la capellada del zapato y la suela"

La Fig. 30, muestra las posibles causas que provocan el problema de mal pegado entre la capellada del zapato y la suela, las causas de dicho problema no se evidencian solo en la sección de pegado sino en diferentes puestos de trabajo como es el caso de preparado de suelas y capelladas y durante el untado de pega manual. A continuación, se analizan las posibles causas raíz según las M's de calidad presentadas en el anterior diagrama de Ishikawa.

- **Materia prima**

Para el proceso de pegado es necesario hacer un tratamiento superficial tanto de las suelas como de las capelladas de los zapatos, el cual consiste en desbastes superficiales de dichos componentes mediante máquinas herramientas fijas o de mano, además de la aplicación de limpiadores y disolventes a las suelas para eliminar impurezas superficiales y capas de grasa en el cuero. Durante el proceso de desbaste de las suelas, las pulidoras de mano usadas no son totalmente útiles para realizar dicha actividad, puesto que, las

pedras de pulir son demasiado grandes y no alcanzan a desbastar totalmente las suelas, especialmente los filos, provocando un deficiente tratamiento superficial que limita un proceso de pegado de calidad; en el caso de las capelladas, se evidencia un problema similar, ya que las herramientas de pulir (cepillos de alambre) de la máquina cardadora fija no llegan a desbastar hasta los límites señalados por el rayado, esto debido a su tamaño.

- **Mano de obra**

El principal problema dentro de este factor está relacionado con el hecho de que los operarios no respetan los tiempos necesarios de secado, enfriamiento y actuación de limpiadores y disolventes. Durante el proceso de preparación de suelas y capelladas, una actividad esencial para garantizar un pegado de calidad es la aplicación de limpiadores y disolventes en las suelas antes de aplicarse el pegamento, esto permite eliminar cualquier tipo de impurezas superficiales, sin embargo, el intervalo de tiempo de actuación entre ambas sustancias químicas debe ser de 5 a 10 min., pero este tiempo no es respetado por los operarios, pues debido al flujo continuo del proceso, en ocasiones se ven obligados a realizar sus actividades de manera apresurada para evitar la formación de cuellos de botella y con ello, retrasar el proceso de producción; en este contexto, un estudio llevado a cabo por [79], recomienda analizar la aplicación de disolventes durante la preparación de componentes del zapato, ya que actúan como limpiadores y portadores para permitir una adecuada aplicación del pegamento, sin embargo, en este caso se debe tomar en cuenta el tiempo de secado, ya que define el nivel de viscosidad del pegamento y en consecuencia, su fluidez [80].

De forma similar, en el proceso de pegado las suelas y las capelladas de los zapatos son ingresados al horno de reactivado de pegamento a una determinada temperatura, la cual depende del tipo de suela y capellada ingresada, sin embargo, dicho parámetro debe ser controlado constantemente por los operarios, pues en la fabricación de calzado un aspecto importante a tener en

cuenta en la fase de pegado es el tiempo y control de temperatura para el reactivado del pegamento, puesto que en la mayoría de casos se usan hornos reactivadores que no han sido creados para este propósito provocando pérdidas de calor frecuentes y comprometiendo la calidad de unión entre la parte superior del zapato y la suela [81]. En particular, en el proceso de montaje de calzado de la empresa Calzado GAMOS, la temperatura del horno reactivador en ocasiones no es controlado debido al cambio repentino de líneas y/o modelos de calzado, lo cual ocurre debido a que la planificación diaria del jefe de producción depende de las órdenes de producción despachadas por el área comercial de la empresa, por lo que en ocasiones se ve obligado a producir múltiples modelos de calzado de diferentes líneas en cuestión de horas.

Otro factor a considerar es el tiempo de enfriamiento del calzado después del pegado manual y el prensado, pues durante este proceso los zapatos deben ingresar a un túnel de enfriamiento por un determinado tiempo, que depende de la programación de dicha máquina, sin embargo, en ocasiones ocurre que dicho tiempo es alterado debido a la acumulación excesiva de producto en el proceso, lo cual provoca que los operarios usen dicha máquina en forma manual, reduciendo el tiempo idóneo de enfriamiento y, en consecuencia, comprometiendo la resistencia final de la unión, resistencia térmica del pegamento y el tiempo necesario para terminar la fase de unión de manera correcta [82].

- **Medio ambiente**

Durante el subproceso de cardado se generan residuos del desbaste (polvo), que son esparcidos por el aire a casi toda el área de producción, provocando que dichas impurezas comprometan el desempeño fiable de otros procesos, especialmente el de pegado. Este problema se debe a que las bolsas de la máquina cardadora no se encuentran en buen estado y no atrapan totalmente los residuos del desbaste, además, al usarse máquinas pulidoras de mano, estas también degeneran residuos que no son atrapados por ningún medio.

- **Métodos de trabajo**

Dentro de este factor se menciona aspectos como el desabastecimiento de insumos y suelas, esto es provocado debido a que las suelas deben pasar por una serie de tratamientos superficiales y mecánicos antes de ser usadas, lo cual provoca retrasos en la producción por desabastecimiento de las mismas, debido a la formación de cuellos de botellas y acumulación de producto en procesos anteriores como el cardado y tratamiento de suelas, lo cual es provocado por la falta de personal que ha sido impulsada por la insuficiente contratación de mano de obra por parte del departamento de recursos humanos de la empresa y por la falta de experiencia laboral y habilidad de personas contratadas; a más de ello, los operarios son rotados a diferentes puestos de trabajo que requieran de ayuda extra o que sean responsables de retrasos en la producción.

Una de las causas más importantes encontradas dentro de este factor es el cambio repentino de líneas y/o modelos de calzado, pues el proceso de producción actual de la empresa requiere que se fabriquen diferentes modelos en cuestión de horas, esto implica que el jefe de producción planifique la producción diaria en base a las ordenes despachadas por el área de ventas de la empresa, la cual cierra los pedidos con los clientes independientemente del modelo o línea de calzado, obligándolo a modificar parámetros y recursos tanto materiales como operativos para cumplir con la producción de los diferentes pedidos de los clientes.

- **Máquinas**

Durante el proceso de montaje de calzado se hace uso de diferentes máquinas, en su gran mayoría semiautomáticas, sin embargo, a algunas de ellas no se les da un mantenimiento adecuado o se encuentran en mal estado, tal es el caso de la máquina cardadora, que presenta problemas para absorber totalmente el polvo y los desperdicios que se generan durante el proceso de desbaste de las capelladas debido a que se evidencia que las lonas de depósito se encuentran

rotas o parchadas con algún tipo de cinta o enmiendas a base de cocidos; esto repercute en otros procesos críticos como el pegado, en el cual dichas impurezas se impregnan al pegamento, lo que compromete la calidad de la unión entre partes. Por otro lado, los operarios mencionan que en ocasiones ocurre un deficiente proceso de prensado debido a que la máquina que realiza dicha operación no prensa de manera adecuada en determinados materiales, esto ocurre debido a que se manejan diferentes tipos de materia prima en el proceso (cuero, poliuretano, caucho, PVC, textiles, entre otros) y, por ende, el proceso de prensado es determinado por propiedades de los materiales como: grosor, resistencia, porosidad, comportamiento térmico, entre otras.

### Mal cardado de la capellada del zapato

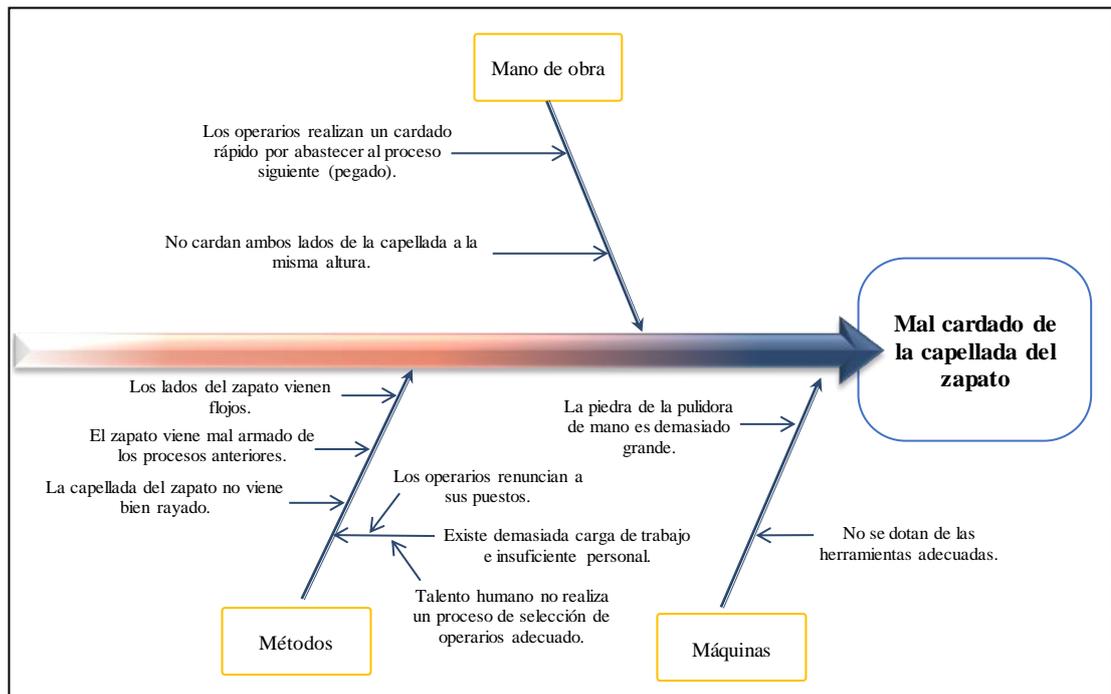


Figura 31: Mapeo del factor "Mal cardado de la capellada del zapato"

La Fig. 31, muestra las posibles causas que provocan el problema de mal cardado de la capellada del zapato, dichas causas son analizadas según las M's de calidad presentadas en el siguiente diagrama de Ishikawa.



- **Mano de obra**

Las principales causas relacionadas con este factor se deben a un deficiente proceso de cardado de las capelladas por parte de los operarios, pues se menciona que en ocasiones no se logra un desbaste a la misma altura en ambos lados, lo cual ocurre debido a que el zapato llega mal armado, con lados flojos o con puntas mal armadas y, en consecuencia, las herramientas usadas para dicha actividad no llegan a pulir perfectamente el cuero.

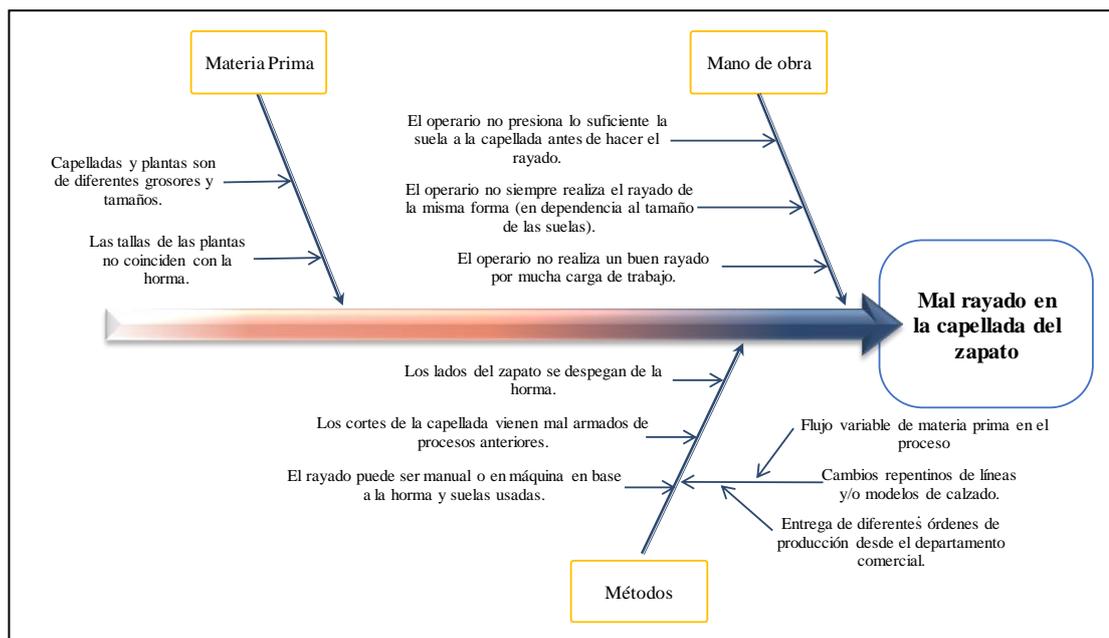
- **Métodos de trabajo**

Los problemas en la sección de cardado vienen dados principalmente por el mal armado de la capellada del zapato, ya que los operarios mencionan que los lados del zapato llegan flojos o mal pegados a la horma, debido a que las capelladas sufren una alteración en su composición, consecuencia de ser sometidas a tratamientos térmicos en las máquinas de formación de lados y puntas, en donde se comprimen y/o expanden provocando una alteración en su tamaño y composición, así mismo, las suelas sufren un problema similar debido a que no son del mismo tamaño, en consecuencia, las tallas no concuerdan con las hormas usadas, esto se debe principalmente al tratamiento mecánico superficial que se realiza a las partes antes del proceso de pegado; sin embargo, dicha operación es un aspecto esencial para garantizar un nivel correcto de fuerza de adhesión entre la parte superior del zapato y la suela, además de garantizar la durabilidad y calidad del conjunto adherido, pues con ello, se logra eliminar la presencia de cualquier material graso en el cuero [79], [83]. En ocasiones también es recomendable usar imprimantes para maximizar la penetración del adhesivo en las piezas del cuero [84].

- **Máquinas**

Para el proceso de cardado de las capelladas de los zapatos se hace uso de máquinas cardadoras fijas y manuales, cuyas herramientas de trabajo no son idóneas para el proceso de desbaste, pues en el caso de la cardadora fija, el cepillo de alambre es demasiado grande para realizar un desbaste que logre alcanzar los límites señalados mediante el rayado, y en ocasiones, por el uso frecuente de la misma se produce un desgaste excesivo, lo cual incurre en un cardado insuficiente que repercute en la calidad de la unión entre la capellada y la suela.

### Mal rayado en la capellada del zapato



**Figura 32: Mapeo del factor "Mal rayado en la capellada del zapato"**

La Fig. 32, muestra las posibles causas que provocan el problema de mal rayado en la capellada del zapato, dichas causas son analizadas según las M's de calidad presentadas en el siguiente diagrama de Ishikawa.

- **Materia prima**

El principal problema evidenciado en la sección de rayado se debe principalmente al tamaño y grosor de las suelas, capelladas y las plantas usadas; en el caso de las capelladas, por efecto de tratamientos térmicos que se realizan a estas en procesos como: el formado de lados, talones y puntas se produce una alteración en sus dimensiones y/estructura, lo cual provoca que al momento de realizar el rayado, la misma no encaje a la perfección con la planta usada, y por ende, el operario se ve obligado a forzar ambas partes para que se acoplen correctamente y posteriormente realizar el rayado en la capellada. Otro aspecto evidenciado es la falta de plantas durante el proceso de producción, pues antes de que los operarios formen las puntas, lados y talones del zapato es necesario colocar primero la horma y posteriormente la planta, sin embargo, en ocasiones sufren de un desabastecimiento de las plantas (tallas), y como resultado, el operario recorte o ajuste una planta de talla superior para evitar retrasos en la producción, lo cual provoca que las tallas de las plantas no coinciden perfectamente con la horma usada, provocando asimetría entre zapatos de la misma talla.

- **Mano de obra**

El operario encargado del subproceso de rayado, al realizar dicha actividad debe adaptarse a las circunstancias del proceso, pues realiza el rayado en dependencia del tipo de suela que se debe usar, y en vista que dichos componentes no tienen el mismo tamaño ni la misma altura, se ve obligado a realizar el rayado de forma manual, lo cual provoca que la presión que se aplica entre la capellada y la suela antes de realizar el rayado no sea la misma en todas las ocasiones, provocando que el rayado no se haga a la misma altura en todos los zapatos; además, dicha operación también se lo realiza considerando ciertas recomendaciones y solicitudes de sus compañeros de trabajo del proceso de pegado, pues se manifiesta que al realizar un rayado demasiado alto, durante el proceso de pegado los operarios se ven obligados a presionar y manipular

las suelas y capelladas para lograr encajar perfectamente ambos componentes, y con ello, sufren quemaduras en los dedos y manos por efecto del pegamento reactivado.

- **Métodos de trabajo**

Las causas encontradas dentro de este factor vienen dadas principalmente por el método de trabajo no estandarizado, debido a que el rayado no se hace de la misma forma en todas las ocasiones puesto que se hace de forma manual y en ocasiones usando una máquina herramienta que ayuda a presionar la capellada contra la suela para proceder a hacer el rayado; el método usado depende del material de la suela y la construcción de la capellada, puntas, lados y talones del zapato, pues en el caso de las suelas vienen de diferentes tamaños, lo cual provoca que el operador trate de solucionar el problema mediante su experiencia y habilidad adquirida. De la misma forma, se menciona que el mal armado del zapato también afecta significativamente el proceso de rayado, ya que en ocasiones el zapato llega con los cortes de la capellada despegados, los lados flojos y la capellada no viene totalmente pegada a la horma, lo cual impide que se haga un correcto rayado.

Como en el caso del subproceso de pegado, un cambio repentino en las líneas de calzado y/modelos es mencionado nuevamente, lo cual provoca la acumulación de producto en diferentes etapas del proceso de producción generando cargas de trabajo excesivas en los operarios y, por consiguiente, la rotación frecuente de los mismos a diferentes puestos de trabajo; en consecuencia, se cometen errores que provocan reprocesos y retrasos en la producción.

### **Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)**

La Fig. 33, es usada para la identificación confiable de fallas potenciales que se generan a lo largo del proceso de montaje a través del análisis de modo y efecto de fallas (AMEF), el cual ayuda a jerarquizar dichas fallas y sus posibles causas en base a su probabilidad de ocurrencia, formas de detección y el efecto que provocan [85]. Para aquellas fallas que vulneren más la confiabilidad del producto o proceso es necesario generar acciones de mejora que permitan reducir o eliminar el riesgo asociado a ellas [86].

### **Número de prioridad de riesgo (NPR)**

Los criterios usados para la escala valorativa del NPR son expuestos en la Tabla 8 de la sección de metodología, y son recomendados por la Nota Técnica de Prevención de la legislación española NTP 679, dicho valor resulta del producto entre la ocurrencia, detección y la severidad del efecto potencial de fallo [55]. Mediante dicho índice ha sido posible jerarquizar las causas encontradas que desencadenan el defecto “filos despegados” para priorizar y enfocar esfuerzos en pro de reducir o eliminar las causas más relevantes. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que usar una cota o valor umbral para el NPR, mediante el cual decidir acciones de mejora, no es una práctica recomendada, ya que en ese caso se está suponiendo que el NPR es una medida relativa de riesgo, lo cual no es así, además, promueve un comportamiento inadecuado de los miembros del equipo AMEF, ya que se enfocan en justificar valores menores de ocurrencia o detección para reducir el NPR envés de enfocarse más en analizar las causas de las fallas [50].

El cálculo del nivel NPR para las causas raíz encontradas mediante el análisis AMEF (Fig. 33), muestra 6 causas de nivel medio y 17 de nivel bajo, siendo la causa “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo” la que tiene el mayor nivel NPR; a menudo, la necesidad de cumplir los objetivos de la producción ejerce una gran presión sobre los operarios que puede dar lugar a defectos en el producto, a la identificación tardía de los defectos y, en consecuencia, a devoluciones de los clientes

y a la mala reputación de la empresa. Sin embargo, tras una discusión con la encargada de control de calidad de la empresa se ha llegado a determinar que la presente investigación dará atención prioritaria a las causas de nivel medio.

En este contexto, se propondrán acciones de mejora para eliminar las siguientes causas raíz:

- Impurezas (polvo de cardado) en el aire.
- Los lados del zapato no son cardados a la misma altura.
- Los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma.
- Rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo.
- Demasiada carga de trabajo y poco personal operativo.
- Mal armado de la capellada del zapato.

Estas causas tienen en común el hecho de que todas ellas pueden dar lugar a la aparición del defecto “filos despegados” en el producto y, por tanto, pueden generar importantes pérdidas a la empresa, por ello, es indispensable llevar a cabo un análisis exhaustivo de las causas que lo producen; para ello, la aplicación de la herramienta AMEF resulta ser de gran utilidad, ya que es aplicable a cualquier tipo de organización para prevenir e identificar fallos potenciales en los procesos, y de esta manera evitar sobrecostos, retrasos en la entrega de producto y daños a equipos productivos [87]; así lo demuestra un estudio que ha logrado reducir 22 fallas potenciales en una empresa agroindustrial mediante la aplicación del análisis AMEF, y con ello, 892.17 horas de reparación de maquinaria [88].

Análisis de modo y efecto de fallas (AMEF)									
		Artículo	Línea de Seg. Industrial. Modelo CF.SI.Modelo270		AMEF Nro. CD-AF-001				
		Equipo principal	Luis Paucar, Cristian Águilar, Juan Gavilanez		Página	1	de	1	
		Responsable del proceso	Calzado GAMO'S		Preparado por	Juan Gavilanez		Fecha AMEF	19/10/2022
Proceso	Subproceso	Modo potencial de falla	Efectos potenciales de falla	Severidad	Causa(s) potenciales de la falla	Ocurrencia	Controles de detección	Detección	NPR
MONTAJE	PEGADO	Mal pegado entre la capellada del zapato y la suela	FILOS DESPEGADOS	2	Mala preparación de las suelas	3	Control visual	7	42
					Tiempos insuficientes de secado, enfriamiento y/o reactivado	5	Ninguno	7	70
					Tiempo insuficiente de actuación del limpiador para aplicar el pnymer	7	Ninguno	7	98
					Después del reactivado, el pegado se hace rápidamente para evitar quemaduras en los dedos	4	Control visual	8	64
					No se aplica la suficiente pega	4	Control visual	9	72
					Impurezas (polvo de cardado) en el aire	10	Control visual	7	140
					Falta de personal en los puestos de trabajo	7	Control visual	7	98
					Cambios repentinos de líneas/modelos de calzado	5	Control visual	7	70
					Mal prensado del zapato	3	Control visual	8	48
					Proceso de cardado excesivamente rápido para abastecer el proceso siguiente	5	Control visual	8	80
	CARDADO	Mal cardado de la capellada del zapato	FILOS DESPEGADOS	2	Los lados del zapato no son cardados a la misma altura	9	Control visual	8	144
					Los lados del zapato vienen flojos o mal grapados	8	Control visual	8	128
					Zapato mal armado	4	Control visual	8	64
					No se distingue el rayado en la capellada	3	Control visual	8	48
					Rotación continua de operarios y poco personal	7	Ninguno	9	126
					Inadecuadas herramientas de trabajo (piedra de pulir)	5	Ninguno	8	80
					No se dotan de herramientas de trabajo	1	Ninguno	7	14
					Las tallas de las plantas no coinciden con la horma	6	Control visual	8	96
					Exceso o insuficiente presión de la capellada contra la suela antes de hacer el rayado	5	Control visual	7	70
					El rayado no se realiza siempre de la misma forma (manual o en máquina)	4	Control visual	9	72
					Demasiada carga de trabajo y mucha demanda de producto del proceso siguiente	9	Ninguno	8	144
RAYADO	Mal rayado en la capellada del zapato	FILOS DESPEGADOS	2	Mal armado de la capellada del zapato	8	Control visual	8	128	
				Los lados del zapato se despegan de la horma	6	Control visual	7	84	

Figura 33: Análisis de modo y efecto de fallas del proceso de montaje

### 3.1.4 Fase “Mejorar y Controlar”

El objetivo primordial de la etapa mejorar es proponer acciones de mejora para eliminar las 6 causas raíz encontradas en la etapa de análisis. Sin embargo, la presente investigación no contempla el desarrollo de la fase “Controlar”, dado que, no se implementan las alternativas de mejora y, por ende, no se establecen medidas de control para las mejoras propuestas.

Bajo esta premisa, se procede a desarrollar cartas de mejora basadas en la herramienta 5W-1H, las cuales permiten exponer el propósito, las razones, el lugar, la secuencia, las personas involucradas y el método que se usará para las propuestas de mejora que permitan eliminar o mitigar las causas raíz identificadas en el análisis anterior, y con ello, reducir la cantidad de pares de zapatos con filos despegados [89].

A continuación, se presenta el desarrollo de la propuesta de acción de mejora que mitigara la causa “impurezas (polvo de cardado) en el aire” obtenida a partir de la carta 5W-1H, que permite disipar el defecto de filos despegados y la variación del proceso a través de soluciones aportadas por los propios operarios del proceso de montaje.

**Tabla 15: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “impurezas (polvo de cardado) en el aire”**

<i>5W-1H</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
<i>¿Que?</i>	Propósito	Impurezas (polvo de cardado) en el aire
<i>¿Por qué?</i>	Razones	Mejorar el método de extracción de polvo del cardado de zapatos y aumentar la potencia de extracción de polvo de la máquina cardadora.
<i>¿Donde?</i>	Lugar	Subproceso de cardado.
<i>¿Cuándo?</i>	Secuencia	Al realizar el cardado de zapatos.
<i>¿Quien?</i>	Personas	Jefe de producción, operarios del subproceso de cardado.
<i>¿Como?</i>	Método	A través del mantenimiento preventivo de la máquina cardadora se logrará aumentar su vida útil y se mantendrá en óptimas condiciones para un funcionamiento correcto.



## **1. Plan de mantenimiento preventivo para máquina cardadora**

El plan de mantenimiento preventivo propuesto para la máquina cardadora consta de dos grandes fases: la primera es la fase inicial, en la cual se pretende socializar el plan de mantenimiento con el personal involucrado, en caso de ser implementado; la segunda es la fase de implementación, en donde se pone en marcha el plan de mantenimiento propuesto.

### **1.1 Fase inicial del plan de mantenimiento preventivo**

Esta fase contempla 2 etapas, donde se definirán la metodología que se usará para la implementación del plan de mantenimiento y el equipo de trabajo y sus respectivas funciones, con el objetivo de obtener buenos resultados y no presentar inconvenientes en el transcurso de la implementación.

#### **1.1.1. Campaña de socialización de la metodología a emplear para la implementación del plan de mantenimiento preventivo**

El objetivo principal de esta etapa es dar a conocer a todo el personal involucrado la metodología de implementación del plan de mantenimiento. Por tanto, es recomendable desarrollar las siguientes actividades:

- Capacitar a todo el personal operativo del subproceso de cardado en materia de planes de mantenimiento, tipos, ventajas, historia, entre otros aspectos. Además, es recomendable exponer casos prácticos de éxito que se han logrado grandes empresas mediante la implementación de planes de mantenimiento preventivos, con la finalidad de incentivar al personal.
- Difundir información necesaria sobre el plan de mantenimiento a todo el personal del área de producción a través de medios convenientes, con el

objetivo de dar a conocer los beneficios que conllevan los programas de mantenimiento de las máquinas y equipos de trabajo.

### **1.1.2. Definición del grupo de trabajo y sus funciones**

En esta etapa se define el grupo de trabajo que estará a cargo de llevar las actividades del plan de mantenimiento de la máquina cardadora, el grupo estará liderado por el jefe de producción, ya que es el que planifica y ejecuta las actividades de producción diariamente, además de ser el responsable del área de producción. A continuación, se describe el grupo de trabajo y sus respectivas funciones:

- **Jefe de producción**

1. Establecer los lineamientos necesarios para facilitar las actividades del plan de mantenimiento preventivo de la máquina cardadora y garantizar la implementación del mismo.
2. Cerciorarse que las actividades del plan de mantenimiento se estén desarrollando según el cronograma establecido.
3. Dotar de los recursos necesarios para la implementación del plan de mantenimiento.
4. Fomentar e impulsar el compromiso y participación de los operarios.
5. Reconocer los esfuerzos y el cumplimiento de los objetivos del plan a los operarios.

- **Jefe de mantenimiento**

En este caso, al no disponer de personal suficiente en el subproceso de cardado, las funciones del jefe de mantenimiento estarán a cargo del jefe de producción, el cual tendrá que garantizar el cumplimiento de lo siguiente:

1. Elaborar y capacitar al equipo de trabajo.
2. Establecer los indicadores de mantenimiento de la máquina cardadora.
3. En ocasiones, asistir a las actividades de mantenimiento autónomo que los operarios realizan a la máquina cardadora.
4. Controlar el desarrollo del plan de mantenimiento.
5. Estar presente durante el restablecimiento de la condición operativa óptima de la máquina cardadora.

- **Operarios**

1. Participar activamente de las capacitaciones impuestas por el jefe de mantenimiento.
2. Llenar los formatos de mantenimiento de la máquina.
3. Optimizar los recursos brindados por el jefe de producción para el mantenimiento.

4. Llevar a cabo todas las actividades del mantenimiento de la máquina cardadora.
5. Socializar las fallas de la máquina cardadora al jefe de mantenimiento.

## **1.2. Fase de implementación del plan de mantenimiento**

La implementación del plan propuesto está basada en el mantenimiento autónomo, actividades generales de limpieza, y verificación de funcionamiento correcto de la máquina cardadora, los cuales son componentes de un plan de mantenimiento preventivo, que incurre en tener la máquina en perfectas condiciones para prevenir o reducir fallas que atenten contra la seguridad de los operarios, el normal flujo de producción y daños a las instalaciones físicas de la organización [90].

### **Objetivo**

Garantizar la disponibilidad y confiabilidad operacional de la máquina cardadora, con la finalidad de reducir el tiempo muerto en producción debido al mantenimiento, aumentar el tiempo de vida útil y mantener en óptimas condiciones funcionales la máquina cardadora para cumplir con los estándares de calidad de la empresa.

#### **1.2.1. Actividades del programa de mantenimiento**

1. **Mantenimiento autónomo:** Es un conjunto de actividades que será llevado a cabo por lo operarios diariamente en la máquina cardadora, incluyendo intervenciones menores, limpieza, cambio de herramientas y piezas y analizando posibles mejoras y solucionando problemas menores para mantener al equipo en óptimas condiciones [90]. Para llevar a cabo esta tarea, los operarios deben ser entrenados para adquirir los conocimientos necesarios para dominar la máquina que operan.

2. **Inspecciones periódicas programadas:** Se revisan piezas y componentes de la máquina cardadora a intervalos fijos de tiempos para obtener información útil del estado de las partes de la máquina [90].
3. **Ajustes:** Son operaciones que se encargan de devolver las características originales de montaje a la máquina de acuerdo con sus estándares de calidad.

### 1.2.2. Proceso de mantenimiento

La Fig. 34, muestra el flujograma con la secuencia de actividades a seguir para la ejecución del programa de mantenimiento de la máquina cardadora.

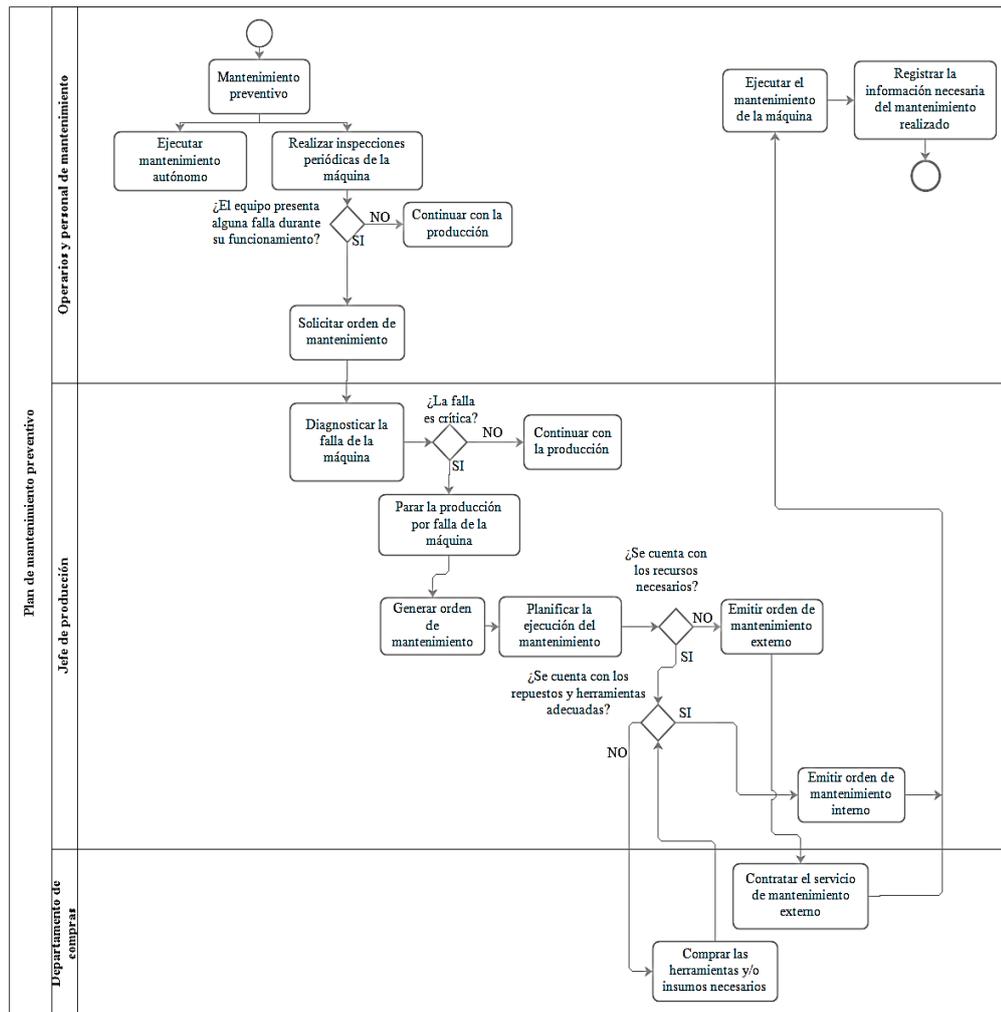


Figura 34: Proceso a seguir para el programa de mantenimiento de la máquina cardadora

### 1.2.3. Ficha técnica de la máquina cardadora

La Tabla 16, muestra la ficha técnica donde se muestra las características técnicas y físicas de la máquina cardadora.

Tabla 16: Ficha técnica de la máquina cardadora

 <b>Ficha técnica de maquinaria</b>					
<b>Código de maquina:</b> MC-PM-001			<b>Código de sección de máquina:</b> CPM-001		
DATOS DEL EQUIPO					
<b>Máquina:</b> Cardadora	<b>Marca:</b> VOLBER S.R.L		<b>Modelo:</b> 152/ALNS	<b>Serie:</b> 2022000000016	
<b>Fabricante:</b> MACAP			<b>Año de fabricación:</b> 2002		
<b>Peso total:</b> 150 Kg	<b>Dimensiones</b>	<b>Largo:</b> 710 mm	<b>Ancho:</b> 2090 mm	<b>Alto:</b> 2160 mm	
TRABAJO					
<b>Crítico</b>	SI	<b>Turno</b>	SI	<b>Intermitente</b>	SI
SISTEMAS					
<b>Eléctrico</b>	X	<b>Voltaje:</b> 110-220V	<b>Corriente:</b> 1,54 A	<b>Frecuencia:</b> 60 Hz	
<b>Neumático</b>		<b>FOTOGRAFÍA</b> 			
<b>Refrigeración</b>					
<b>Hidráulico</b>					
<b>Lubricación</b>					
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS					
<b>Potencia</b>	2 HP				
<b>Velocidad continua</b>	3600 rpm				
<b>Motor</b>	Monofásico				
<b>Diámetro del eje</b>	32 mm				
<b>Longitud útil</b>	899 mm				
<b>Material</b>	Piedras de pulir #60 y 90				

### 1.2.4. Aplicación del plan de mantenimiento preventivo

La Tabla 17, muestra las actividades que se deben llevar a cabo para el mantenimiento de la máquina cardadora cada determinado tiempo, que incluye actividades de limpieza, engrase, cambio, y ajuste de piezas e inspecciones del estado físico, eléctrico y mecánico de los principales sistemas de la máquina.

**Tabla 17: Actividades de mantenimiento para la máquina cardadora**

<b>MANTENIMIENTO AUTÓNOMO</b>					
<b>Código de máquina:</b> MC-PM-001					
<b>Máquina:</b> Cardadora					
<b>Marca:</b> VOLBER S.R.L.					
<b>Serie:</b> 2022000000016					
<b>Modelo:</b> 152/ALNS					
<p><b>*Importante:</b> Los operarios a cargo de la máquina cardadora tienen la responsabilidad de informar al jefe de producción sobre cualquier anomalía que presenta la máquina durante y antes de su funcionamiento.</p>					
<b>Durante el funcionamiento de la máquina, es recomendable:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la conexión eléctrica de la máquina.</li> <li>• Verificar que las bolsas que atrapan el polvo estén bien aseguradas a los tubos de absorción de la máquina cardadora.</li> <li>• No quitar las guardas de seguridad de la máquina.</li> </ul>					
<b>Actividades de mantenimiento autónomo</b>					
<b>Actividades</b>	<b>Frecuencia</b>	Diario	Mensual	Trimestral	Anual
<b>Sistema mecánico</b>					
Limpiar la parte exterior de la máquina (estructura, guardas, cabina, etc)		X			
Limpiar las ranuras de absorción de la máquina.			X		
Verificar la condición física de la máquina.				X	

Ajustar las piezas, tuercas, tornillos o sujetadores flojos.			X	
Comprobar el inicio de marcha correcta de la máquina (trabas al arrancarla, vibraciones, ruidos extraños, entre otros).			X	
Limpiar y engrasar los ejes, bujes y rodamientos de la máquina.			X	
Revisar el estado físico de las lonas de almacenamiento de polvo de la máquina.			X	
Desmontar y verificar las dimensiones, rugosidad de superficie y tolerancias de acoplamiento del eje.				X
Análisis del ruido y vibraciones del motor eléctrico.				X
Revisar el sistema mecánico de la máquina (ruedas dentadas, correas, sistemas transmisores de potencia, etc)				X
<b>Sistema eléctrico</b>				
Comprobar el funcionamiento correcto del pulsador de encendido/apagado de la máquina.	X			
Verificar la correcta conexión de la máquina al suministro de energía eléctrica.	X			
Revisar el estado físico de los cables (alambre de cobre expuesto, cables flojos y/o sueltos, adaptadores de conexión en mal estado).			X	
Revisar las condiciones funcionales del motor eléctrico de la máquina.			X	
Medir el consumo de voltaje y amperaje de la máquina ( $\pm 10\% V$ y $\pm 0,1A$ ).				X
Desmontar, limpiar y verificar el funcionamiento correcto del motor eléctrico.				X
Reemplazar fusibles, contactores y cables eléctricos.				X
<b>Sistema de seguridad</b>				
Verificar el funcionamiento del pulsador de paro de emergencia.			X	
Revisar los circuitos de seguridad en la caja de conexiones eléctricas de la máquina.			X	
<b>Recomendaciones de seguridad</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar los equipos de protección personal dotado por el jefe de producción.</li> <li>• Rotular la máquina con una tarjeta de “NO OPERAR” antes de efectuar cualquier actividad de mantenimiento.</li> <li>• Desconectar la máquina del suministro de energía eléctrica antes de realizar actividades de mantenimiento.</li> </ul>				



## Propuesta de mejora para la causa raíz “los lados del zapato no son cardados a la misma altura”

Se presenta el desarrollo de la propuesta de acción de mejora que mitigara la causa “los lados del zapato no son cardados a la misma altura” obtenida a partir de la carta 5W-1H, que permite disipar el defecto de filos despegados y la variación del proceso a través de soluciones aportadas por los propios operarios del proceso de montaje para la mejora de la causa raíz encontrada en el análisis anterior.

**Tabla 18: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “los lados del zapato no son cardados a la misma altura”**

<i>5W-1H</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
<i>¿Que?</i>	Propósito	Los lados del zapato no son cardados a la misma altura.
<i>¿Por qué?</i>	Razones	Estandarizar el proceso de cardado para realizar dicha tarea de la misma manera en todas las ocasiones, con la finalidad de cardar a la misma altura y respetando los límites señalados por el rayado.
<i>¿Dónde?</i>	Lugar	Subproceso de cardado.
<i>¿Cuándo?</i>	Secuencia	Durante el proceso de cardado de zapatos.
<i>¿Quién?</i>	Personas	Jefe de producción, encargada de control de la calidad.
<i>¿Como?</i>	Método	A través de la elaboración de un procedimiento de trabajo estandarizado para el subproceso de cardado.

La propuesta de mejora para atender el problema del mal cardado en los lados del zapato se muestra en el **anexo 11**; se basa en la creación de un **procedimiento normalizado de trabajo para el subproceso de cardado**, que describe de forma específica y ordenada todas las actividades a realizar para garantizar un proceso de calidad. Además, muestra los criterios, los medios, la documentación necesaria y las personas responsables de cada una de las actividades, con el fin de mejorar la organización y ejecución de cada actividad para conseguir uniformidad en la operación de cardado del calzado; a más de ello, ayuda a fomentar el correcto uso de los recursos

productivos de la empresa, resultando ser un documento fundamental para el sistema de gestión de la empresa Calzado GAMOS.

### **Propuesta de mejora para la causa raíz “los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma”**

A continuación, se presenta el desarrollo de la propuesta de acción de mejora que mitigara la causa “los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma” obtenida a partir de la carta 5W-1H, que permite disipar el defecto de filos despegados y la variación del proceso a través de soluciones aportadas por los propios operarios del proceso de montaje para la mejora de la causa raíz encontrada en el análisis anterior.

**Tabla 19: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma”**

<i>5W-1H</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
<i>¿Que?</i>	Propósito	Los lados del zapato vienen flojos o mal pegados a la horma.
<i>¿Por qué?</i>	Razones	Estandarizar el proceso de armado de puntas y lados para evitar que el zapato sufra desperfectos durante las operaciones de colocación de hormas y cardado.
<i>¿Donde?</i>	Lugar	Subproceso de armado de puntas, lados y talones.
<i>¿Cuándo?</i>	Secuencia	Durante el proceso de armado de puntas, lados y talones del zapato.
<i>¿Quien?</i>	Personas	Jefe de producción, encargada de control de la calidad.
<i>¿Como?</i>	Método	A través de la elaboración de un procedimiento de trabajo estandarizado para el subproceso de armado de puntas, lados y talones.

La propuesta de mejora para atender el problema de los lados del zapato flojos o mal pegados a la horma se muestra en el **anexo 12**; se basa en la creación de un **procedimiento normalizado de trabajo para el subproceso de armado de puntas, lados y talones**, que describe de forma específica y ordenada todas las actividades a

realizar para garantizar un proceso de calidad. Además, muestra los criterios, los medios, la documentación necesaria y las personas responsables de cada una de las actividades, con el fin de mejorar la organización y ejecución de cada actividad para conseguir uniformidad en la operación de armado de puntas, lados y talones; a más de ello, ayuda a fomentar el correcto uso de los recursos productivos de la empresa, resultando ser un documento fundamental para el sistema de gestión de la empresa Calzado GAMOS.

### **Propuesta de mejora para la causa raíz “rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo”**

A continuación, se presenta el desarrollo de la propuesta de acción de mejora que mitigara la causa “rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo” obtenida a partir de la carta 5W-1H, que permite disipar el defecto de filos despegados y la variación del proceso a través de soluciones aportadas por los propios operarios del proceso de montaje para la mejora de la causa raíz encontrada en el análisis anterior.

**Tabla 20: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo”**

<i>5W-1H</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
<i>¿Que?</i>	Propósito	Rotación continua de operarios a diferentes puestos de trabajo.
<i>¿Por qué?</i>	Razones	Dar a conocer a los operarios las funciones y actividades que deben desempeñar en caso de ser rotados a un puesto de trabajo diferente al suyo.
<i>¿Donde?</i>	Lugar	Subproceso de pegado, cardado y preparación de suelas y capelladas.
<i>¿Cuándo?</i>	Secuencia	Durante las operaciones de pegado, cardado y preparación de suelas y capelladas.
<i>¿Quien?</i>	Personas	Jefe de producción y encargada de control de la calidad.

¿Como?	Método	A través de la elaboración de matrices de funciones para los subprocesos de pegado, cardado y preparación de suelas y capelladas.
--------	--------	---

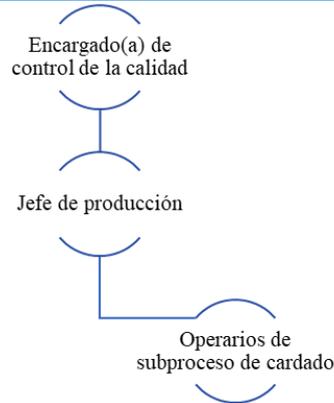
La Tablas 21, 22 y 24, muestran las actividades y responsabilidades que deben cumplir los operarios para garantizar operaciones de cardado, preparación de suelas y capelladas y pegado de calidad, de tal manera que, si existe rotación de los mismos a diferentes puestos de trabajo, estos estén en la capacidad de ejecutar dichas tareas de manera idónea.

**Tabla 21: Descripción de funciones para el subproceso de cardado**

<b>DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>	
<b>PROCESO:</b> Montaje	
<b>SUBPROCESO:</b> Cardado	
<b>OBJETIVO:</b>	
Desempeñar las funciones del subproceso de cardado con responsabilidad y optimizando los recursos asignados para cumplir con la programación de producción planificada.	
<b>ACTIVIDADES</b>	
1. Recibir e inspeccionar las gavetas con producto en proceso desde el subproceso de rayado.	
2. Preparar la máquina de cardado.	
3. Colocar la herramienta de trabajo en el eje de la máquina cardadora.	
4. Realizar el cardado grueso hasta llegar a las fibras resistentes.	
5. Cambiar a cardadora manual.	
6. Realizar el cardado fino hasta llegar a las fibras resistentes.	
7. Almacenar zapatos en gavetas.	
8. Transportar gavetas con zapatos cardados al subproceso de preparación de suelas y capelladas.	
<b>RESPONSABILIDADES DEL OPERARIO</b>	
1. Inspeccionar las gavetas que llegan con producto en proceso desde el subproceso de rayado.	
2. Si el material en proceso es cuero, es necesario realizar un cardado grueso y fino. Si el material es textil o sintético, no es necesario realizar el proceso de cardado.	
3. Notificar inmediatamente al jefe de producción o a su inmediato superior (según la estructura jerárquica) sobre cualquier defecto encontrado en el producto durante la ejecución de sus actividades y dentro de su puesto de trabajo.	
4. Limpiar la máquina cardadora fija después de la jornada laboral.	
5. Usar los equipos de protección personal durante la ejecución de las actividades.	

6. Cumplir con responsabilidad las actividades establecidas dentro de su puesto de trabajo.
7. Mantener su área de trabajo ordenada y limpia.
8. Apagar las máquinas usadas durante la jornada laboral.

### ESTRUCTURA JERÁRQUICA



**Tabla 22: Descripción de funciones para el subproceso de preparación de suelas y capelladas**

DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES
<b>PROCESO:</b> Montaje
<b>SUBPROCESO:</b> Preparación de suelas y capelladas
<b>OBJETIVO:</b> Realizar la preparación de suelas y capelladas respetando los procesos de tratamiento específicos para cada tipo de material usado.
ACTIVIDADES
1. Receptar gavetas con producto en proceso desde el subproceso de cardado.
2. Realizar una limpieza superficial de las suelas y capelladas, eliminando todas las impurezas del cardado con la ayuda de brochas y aire a presión de las zonas de pegue.
3. Aplicar limpiador en la zona de pegue. La aplicación de este aditivo depende del tipo de material usado. Use de referencia la “ <b>tabla de tratamiento de superficies</b> ” adjunto a esta matriz para el tratamiento correcto.
4. Dejar secar durante 5 min.
5. Aplicar halogenante en la zona de pegue. La aplicación de este aditivo depende del tipo de material usado. Use de referencia la “ <b>tabla de tratamiento de superficies</b> ” adjunto a esta matriz para el tratamiento correcto.
6. Dejar secar durante 5 min.
7. Aplicar prymer en la zona de pegue. La aplicación de este aditivo depende del tipo de material usado. Use de referencia la “ <b>tabla de tratamiento de superficies</b> ” adjunto a esta matriz para el tratamiento correcto.
8. Dejar secar durante 5 min.

9. Aplicar pega tanto en la parte superior como en la suela y dejar secar durante 5 min. Utilice **PU Graso**.

10. Colocar las suelas y capelladas en oruga transportadora del horno de reactivado.

### RESPONSABILIDADES DEL OPERARIO

1. Revisar la **tabla de tratamiento de suelas y capelladas** adjunto a esta matriz para un correcto tratamiento de dichos componentes.

2. Respetar los tiempos necesarios entre la aplicación de diferentes aditivos y pega.

3. Notificar inmediatamente al jefe de producción o a su inmediato superior (según la estructura jerárquica) sobre cualquier defecto encontrado en el producto durante la ejecución de sus actividades y dentro de su puesto de trabajo.

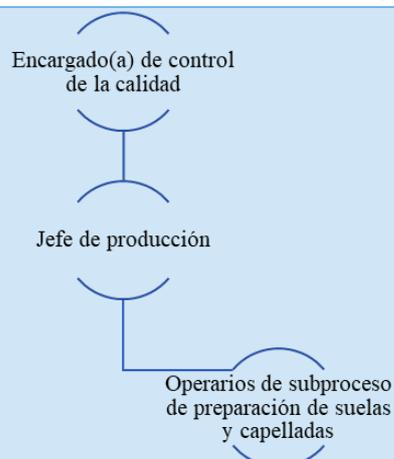
4. Usar los equipos de protección personal durante la ejecución de las actividades.

5. Cumplir con responsabilidad las actividades establecidas dentro de su puesto de trabajo.

6. Mantener su área de trabajo ordenada y limpia.

7. Apagar y desconectar las máquinas usadas durante la jornada laboral.

### ESTRUCTURA JERÁRQUICA



### TRATAMIENTO DE SUELAS Y CAPELLADAS

Tabla 23: Tratamiento de superficies.

TABLA DE TRATAMIENTO DE SUPERFICIES					
Componente	Material	Tratamiento superficial			
		Físico (Cardado)	Disolventes (Limpiador)	Imprimación (Halogenante)	Prymer
Capelladas	Cuero	X			
	Textil		X	X	
Suelas	Goma natural (Crepé)			X	

	Poliuretano (PUR)				
	Poliuretano termoplástico (TPU)	X	X		X
	Caucho termoplástico (TR)	X	X	X	X
	Acetato de vinilo (EVA)		X		X
	Caucho-EVA	X	X	X	X
	Caucho	X		X	X
	Cuero	X		X	
	Cloruro de vinilo (PVC)	X	X		

**\*NOTA:** Para los tratamientos superficiales de tipo imprimación y prymer, se recomienda el uso de los siguientes aditivos:

**Halogenante:** ARTEPRYMER 313.

**Prymer:** ARTEPRYMER PU GRASO IMP vulcanizado al 2% con ARTEPRYMER 550.

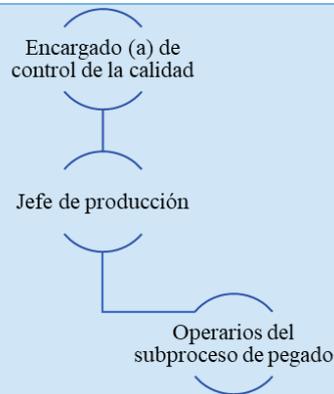
<b>Proveedor interno</b>	<b>Cliente interno</b>
Subproceso de cardado	Subproceso de pegado

**Tabla 24: Descripción de funciones para el subproceso de pegado**

<b>DESCRIPCIÓN DE FUNCIONES</b>
<b>PROCESO:</b> Montaje
<b>SUBPROCESO:</b> Pegado
<b>OBJETIVO:</b>
Realizar una correcta operación de pegado para garantizar una unión de calidad entre la parte superior del zapato y la suela, respetando los tiempos necesarios para terminar la fase de unión de manera correcta.
<b>ACTIVIDADES</b>
1. Programar los parámetros de trabajo del horno de reactivado de pegamento. 45°C en la zona de secado y 65°C en la zona de reactivación.
2. Sacar los zapatos del horno de reactivado de pegamento.
3. Fijar la parte superior y las suelas, colocando en las posiciones deseadas.
4. Aplicar presión manual a ambas partes durante 4-5 seg.
5. Prensar los zapatos en máquina a 65 libras de presión durante 12 seg.
6. Colocar zapatos prensados en túnel de enfriamiento.
7. Dar choque térmico en túnel de enfriamiento a -20°C.
<b>RESPONSABILIDADES DEL OPERARIO</b>
1. Programar los parámetros del horno de reactivado de pegamento antes de iniciar la jornada laboral.

2. Respetar los tiempos de prensado, reactivado de pegamento y choque térmico.
3. Notificar inmediatamente al jefe de producción o a su inmediato superior, respetando la estructura jerárquica, sobre cualquier defecto encontrado en el producto durante la ejecución de sus actividades y dentro de su puesto de trabajo.
4. Limpiar la máquina cardadora fija después de la jornada laboral.
5. Usar los equipos de protección personal durante la ejecución de las actividades.
6. Cumplir con responsabilidad las actividades establecidas dentro de su puesto de trabajo.
7. Mantener su área de trabajo ordenada y limpia.
8. Apagar las máquinas usadas durante la jornada laboral.

### ESTRUCTURA JERÁRQUICA



<b>Proveedor interno</b>	<b>Cliente interno</b>
Subproceso de preparación de suelas y capelladas	Descalce de hormas

### **Propuesta de mejora para la causa raíz “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo”**

A continuación, se presenta el desarrollo de la propuesta de acción de mejora que mitigara la causa “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo” obtenida a partir de la carta 5W-1H, que permite disipar el defecto de filos despegados y la variación del proceso a través de soluciones aportadas por los propios operarios del proceso de montaje para la mejora de la causa raíz encontrada en el análisis anterior.



**Tabla 25: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo”**

<i>5W-1H</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
<i>¿Que?</i>	Propósito	Demasiada carga de trabajo y poco personal operativo.
<i>¿Por qué?</i>	Razones	La falta de personal operativo en ciertos subprocesos del proceso de montaje causa la formación de cuellos de botella en el proceso productivo que retrasan la producción y evitan cumplir con los objetivos de fabricación establecidos.
<i>¿Donde?</i>	Lugar	Proceso de montaje.
<i>¿Cuándo?</i>	Secuencia	Según las necesidades de los diferentes departamentos de la empresa.
<i>¿Quien?</i>	Personas	Departamento de recursos humanos de la empresa.
<i>¿Como?</i>	Método	Creación de un procedimiento para la selección y contratación de personal para ocupar determinados puestos de trabajo.

La propuesta de mejora para atender el problema de poco personal operativo y demasiada carga de trabajo se muestra en el **anexo 13**; se basa en la creación de un **procedimiento normalizado de trabajo para el proceso de selección y contratación de personal**, que describe de forma específica y ordenada todas las actividades a realizar para garantizar un proceso de calidad. Además, muestra los criterios, los medios, la documentación necesaria y las personas responsables de cada una de las actividades, con el fin de mejorar la organización y ejecución de cada actividad; a más de ello, resulta ser un documento fundamental para el sistema de gestión de la empresa Calzado GAMOS.

### **Propuesta de mejora para la causa raíz “mal armado de la capellada del zapato”**

A continuación, se presenta el desarrollo de la propuesta de acción de mejora que mitigara la causa “mal armado de la capellada del zapato” obtenida a partir de la carta 5W-1H, que permite disipar el defecto de filos despegados y la variación del proceso

a través de soluciones aportadas por los propios operarios del proceso de montaje para la mejora de la causa raíz encontrada en el análisis anterior.

**Tabla 26: Utilización de la herramienta 5W-1H para la propuesta de mejora de “mal armado de la capellada del zapato”**

<i>5W-1H</i>	<i>Tipo</i>	<i>Descripción</i>
<i>¿Que?</i>	Propósito	Mal armado de la capellada del zapato.
<i>¿Por qué?</i>	Razones	Estandarizar el proceso de aparado para evitar costuras zafadas o roturas del cuero durante los procesos siguientes al aparado.
<i>¿Donde?</i>	Lugar	Proceso de aparado.
<i>¿Cuándo?</i>	Secuencia	Durante la operación de aparado de zapatos.
<i>¿Quien?</i>	Personas	Jefe de producción y encargada de control de la calidad.
<i>¿Como?</i>	Método	A través de la elaboración de un procedimiento de trabajo estandarizado para el subproceso de aparado.

La propuesta de mejora para atender el problema del mal armado de la capellada del zapato se muestra en el **anexo 14**; se basa en la creación de un **procedimiento normalizado de trabajo para el subproceso de aparado**, que describe de forma específica y ordenada todas las actividades a realizar para garantizar un proceso de calidad. Además, muestra los criterios, los medios, la documentación necesaria y las personas responsables de cada una de las actividades, con el fin de mejorar la organización y ejecución de cada actividad para conseguir uniformidad en la operación de aparado; a más de ello, ayuda a fomentar el correcto uso de los recursos productivos de la empresa, resultando ser un documento fundamental para el sistema de gestión de la empresa Calzado GAMOS.

## CAPÍTULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- El mecanismo de control de calidad establecido actualmente en el proceso de montaje en la empresa Calzado GAMOS, se basa en dos únicos puntos de control o inspección, el primero se da cuando la capellada del zapato está totalmente armado, mientras que, la segunda inspección se lo realiza cuando el zapato está completamente terminado, lo que no es suficiente para garantizar el control de calidad adecuado del producto debido a que la mayoría de actividades desarrolladas dentro del proceso de montaje se lo realiza de manera manual, desencadenando errores y variación en el proceso.
- El proceso de montaje de calzado actualmente denota un nivel de 2,96 sigmas, lo que significa que el proceso arroja en promedio 7 pares defectuosos de entre 1652 pares por mes, causado principalmente por el defecto de filos despegados que cubre aproximadamente el 53% del error total del proceso.
- Las causas raíz que más influyen en la materialización del defecto de filos despegados y, por ende, causan variabilidad en el proceso de montaje, son provocadas por: impurezas (polvo de cardado) en el aire, los lados del zapato no son cardados a la misma altura, los lados vienen flojos o mal pegados a la horma, rotación continua de operarios entre diferentes puestos de trabajo, demasiada carga de trabajo y poco personal operativo y, mal armado de la capellada del zapato.

- Las alternativas de mejora para mitigar o eliminar las 6 causas raíz encontradas son: (a) plan de mantenimiento preventivo para la máquina cardadora, (b) procedimiento de trabajo estandarizado para el subproceso de cardado, (c) procedimiento de trabajo estandarizado para el subproceso de armado de puntas, lados y talones, (d) elaboración de matrices de funciones para los subprocesos de pegado, cardado y preparación de suelas y capelladas, e) procedimiento de trabajo estandarizado para la selección y contratación de personal, y (e) procedimiento de trabajo estandarizado para el subproceso de aparado.
- El desarrollo de la metodología DMAIC de six sigma arroja como resultado que el proceso de montaje de calzado de la empresa Calzado GAMOS, presenta un bajo control estadístico en la fabricación de sus productos, por presentar un comportamiento especial causado por ciclos recurrentes, lo que implica un rendimiento de tan solo el 93% que denota un nivel sigma por debajo del promedio de las empresas de calzado.

## **4.2 Recomendaciones**

- Para mejorar el nivel de calidad de la empresa Calzado GAMOS, es recomendable implantar un departamento de control de la calidad, que sea el responsable de identificar, analizar e implementar soluciones para reducir la cantidad de productos defectuosos que llegan al cliente final, o que a su vez requieren reprocesos.
- Para reducir el nivel de desacuerdos por reproducibilidad ( $ND_{repro}$ ) es recomendable realizar capacitaciones y adiestramiento a los operarios del subproceso de descalce de hormas, con el fin de reducir los errores y discrepancias entre los mismos, logrando mejorar la puntuación de la evaluación para detectar el defecto de fillos despegados.

- En un estudio a futuro, es recomendable llevar un análisis six sigma basado en una carta de control “c” para atributos, pues dicha carta busca identificar uno a más defectos menores en determinados puntos de inspección, de tal forma que, a pesar de que se encuentren defectos, el producto no es rechazado, lo cual se apega a la situación actual del proceso de montaje de calzado.
- Para determinar la variación del proceso de montaje de calzado con más precisión, es recomendable llevar un análisis six sigma basado en variables continuas, pues se logrará disminuir la variabilidad del proceso haciendo uso de herramientas estadísticas más sofisticadas y de mayor precisión para implementar acciones de mejora más adecuadas.
- En la investigación actual, si se desea dar atención a la causa raíz “demasiada carga de trabajo y poco personal operativo”, otra acción de mejora es realizar en primera instancia un estudio de tiempos y movimientos, para posteriormente realizar un balanceo de líneas en el proceso de montaje de calzado.

## MATERIALES DE REFERENCIA

### 4.3 Referencias bibliográficas

- [1] J. F. R. Pérez, V. G. L. Torres, S. A. H. Castillo, y M. M. Valdés, «Lean six sigma e industria 4.0, una revisión desde la administración de operaciones para la mejora continua de las organizaciones.», *Rev. Científica Multidiscip.*, vol. 5, n.º 4, Art. n.º 4, ago. 2021, doi: 10.47230/unsum-ciencias.v5.n4.2021.584.
- [2] V. Moura, C. Santos, D. L. Nascimento, y R. Caiado, «Waste Reduction Applying Lean Thinking and Six Sigma Tools in Steel Industry», presentado en International Symposium on Industrial Engineering and Operations Management (IEOM), Bristol, UK, jul. 2017, pp. 569-581. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/318970376\\_Waste\\_Reduction\\_Applying\\_Lean\\_Thinking\\_and\\_Six\\_Sigma\\_Tools\\_in\\_Steel\\_Industry](https://www.researchgate.net/publication/318970376_Waste_Reduction_Applying_Lean_Thinking_and_Six_Sigma_Tools_in_Steel_Industry)
- [3] «Footwear and Leather Defect Analysis», *SGSCorp.* <https://www.sgs.com/en/services/footwear-and-leather-defect-analysis> (accedido 11 de diciembre de 2022).
- [4] A. López, J. Hernández, K. Velázquez, y L. Olivares, «Six Sigma as a competitive strategy: main applications, implementation areas and critical success factors (CSF)», *DYNA*, vol. 86, n.º 209, pp. 160-169, 2019, doi: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n209.76994>.
- [5] E. Sánchez, L. Banda, K. Guerra, y P. Moposita, «Application of the Six Sigma Methodology to reduce the variability of quality in the production of yarn for Flat Weaving», *Ecuadorian Sci. J.*, vol. 5, n.º 3, pp. 125-137, nov. 2021, doi: <https://doi.org/10.46480/esj.5.3.149>.
- [6] A. Sayid, N. Alam, y F. Ahmad, «Footwear Industry in Bangladesh: Implementation of Six Sigma Methodology», *Ind. Eng. Manag.*, vol. 06, n.º 2, pp. 27-35, mar. 2017, doi: 10.4172/2169-0316.1000211.
- [7] L. Montoya, L. Portilla, y J. Castaño, «Aplicación de six sigma en las organizaciones», *Sci. Tech.*, vol. 14, n.º 38, pp. 265-270, ene. 2018.
- [8] P. Kumar, M. A. Khan, U. K. Mughal, y S. Kumar, «Exploring the Potential of Six Sigma (DMAIC) in Minimizing the Production Defects», presentado en Proceedings of the International Conference on Industrial & Mechanical Engineering and Operations Management, Dhaka, Bangladesh, 2020, vol. 02, pp. 25-36. doi: 10.1108/IJQRM-05-2015-0086.
- [9] M. Rahman y J. Ogunleye, «A Lean, Green and Six Sigma (LG6σ) for SMEs in the leather industry in Bangladesh», *Int. J. Entrep. Innov.*, vol. 7, n.º 2, pp. 42-66, ago. 2019.
- [10] C. A. Bonilla Guarnizo, «Análisis de los factores determinantes del lean six sigma en la productividad y competitividad de las mipymes colombianas», Tesis de maestría, Universidad EAN, Bogotá, 2021. Accedido: 7 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repository.universidadean.edu.co/handle/10882/10291>
- [11] W. Aribowo y D. Irianto, «Six Sigma Implementation to Reduce Rejection Rate in Textile Mills», en *iMEC-APCOMS 2019*, Singapore, 2020, pp. 211-216. doi: 10.1007/978-981-15-0950-6\_33.

- [12] J. T. Michcol, D. G. García, J. A. V. Loyola, y E. F. Ávila, «Aplicación de seis sigma en una microempresa del ramo automotriz», *Concienc. Tecnológica*, vol. 4, n.º 42, pp. 11-18, 2011.
- [13] C. L. M. Franco, O. M. Arango, y J. R. C. Armenta, «Desarrollo de una metodología lean six sigma para una pyme mexicana. Caso: Empresa Textil, Tulancingo, Hgo.», *Congr. Red Int. Investig. En Compet.*, vol. 11, n.º 2, pp. 1498-1518, 2017.
- [14] K. Barcia, «Aplicación de la metodología seis sigma para el control de variación en el envasado de pinturas», *Rev. Esc. Super. Politécnica Litoral*, vol. 6, n.º 2, pp. 22-31, oct. 2010.
- [15] N. V. Guevara-Mosquera, «Metodología six sigma para la mejora de calidad en la empresa REPROIMAV.» Semantic Scholar, 31 de marzo de 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.semanticscholar.org/paper/METODOLOG%C3%8DA-SIX-SIGMA-PARA-LA-MEJORA-DE-LA-CALIDAD-Guevara-Mosquera/4676ab7b3c38c4155faf956db13faf6af56dd888>
- [16] G. Reakesh y J. Ravi, «Six Sigma in Electronics Company: A Case Study on Samsung», *Int. J. Res. Manag. Stud.*, vol. 2, n.º 5, pp. 13-25, may 2017.
- [17] «History of six sigma», *International Six Sigma Institute*, 15 de marzo de 2018. [https://www.sixsigma-institute.org/History\\_Of\\_Six\\_Sigma.php](https://www.sixsigma-institute.org/History_Of_Six_Sigma.php)
- [18] T. Ben Romdhane, A. Badreddine, y M. Sansa, «A new model to implement Six Sigma in small and medium sized enterprises», *Int. J. Prod. Res.*, vol. 55, n.º 15, pp. 17-25, oct. 2016, doi: 10.1080/00207543.2016.1249430.
- [19] H. Felizzola Jiménez y C. Luna Amaya, «Lean six sigma en pequeñas y medianas empresas: un enfoque metodológico», *Rev. Chil. Ing.*, vol. 22, n.º 2, pp. 263-277, abr. 2014, doi: 10.4067/S0718-33052014000200012.
- [20] A. Adeodu, G. Kanakana, y M. Rendani, «Implementation of Lean Six Sigma for production process optimization in a paper production company», *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 14, n.º 3, pp. 661-680, jul. 2021, doi: 10.3926/jiem.3479.
- [21] R. Madhavi, S. Reddy, y Y. Sunil, «Study on application of six Sigma in shoe manufacturing industry», *Int. J. Res. Eng. Sci. IJRES*, vol. 9, n.º 4, pp. 15-23, may 2021.
- [22] A. Jor, S. Alam, y J. Alam, «Application of Six Sigma Concept in Shoe Manufacturing for Quality Improvements: A Case Study», *Eur. J. Adv. Eng. Technol.*, vol. 5, n.º 7, pp. 450-458, 2018.
- [23] A. Wijaya, W. Trusaji, M. Akbar, A. Ma'ruf, y D. Irianto, «Improving Quality of Shoe Soles Product using Six Sigma», *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 319, n.º 1, pp. 12-19, mar. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/319/1/012049.
- [24] T. Wang, P. Ren, y X. Wang, «Study on the Application of  $6\sigma$  Method in Shoemaking Enterprise Quality Improvement», *MATEC Web Conf.*, vol. 100, n.º 13, pp. 3-13, ene. 2017, doi: 10.1051/mateconf/201710003013.
- [25] A. D. Aslalema Lara, «Control de calidad y aplicación de la metodología six sigma en un taller de la ciudad de Ibarra», Tesis de grado, Universidad Técnica del Norte, Ibarra, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/8262>
- [26] C. Manosalvas, L. Manosalvas, y E. Torres, «Aplicación de seis sigma en el proceso de adquisiciones en instituciones públicas», *Rev. Amaz. Cienc. Tecnol.*, vol. 5, n.º 1, Art. n.º 1, sep. 2016.

- [27] L. Gonzáles, M. Tapia, y M. Hernández, «Factores críticos de éxito en la mejora de la calidad en la industria manufacturera en el municipio de Celaya», *Rev. Pist. Educ.*, vol. 38, n.º 5, pp. 99-116, dic. 2016.
- [28] L. Arango, «Importancia de los costos de la calidad y no calidad en las empresas de salud como herramienta de gestión para la competitividad», *Rev. EAN*, vol. 67, n.º 3, pp. 75-94, ago. 2013, doi: 10.21158/01208160.n67.2010.486.
- [29] D. López, «Factores de calidad que afectan la productividad y competitividad de las micros, pequeñas y medianas empresas del sector industrial metalmeccánico», *Rev. Entre Cienc. E Ing.*, vol. 10, n.º 20, pp. 99-107, may 2016.
- [30] A. Santeliz y J. Contreras, «Comportamiento de la industria manufacturera en diferentes países (Análisis de su dinámica histórica)», *Rev. Venez. Análisis Coyuntura*, vol. 20, n.º 1, pp. 39-70, jun. 2014.
- [31] M. Flores y P. Salgado, «Gestión de calidad en PyMEs manufactureras certificadas con ISO 9001-2000», *Rev. Cent. Investig.*, vol. 9, n.º 35, pp. 79-97, 2011.
- [32] M. G. Hidalgo y J. Meléndez, «Diseño de un modelo para medir la productividad para una empresa manufacturera de cueros. Caso: “Curtiduría Hidalgo”», Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, 2012. Accedido: 18 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7754/2.22.001357.pdf?sequence=4>
- [33] «Fabricación de calzado». Instituto de Estudio Económicos y Sociales (IESS), enero de 2017. Accedido: 7 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://www.sni.org.pe/wp-content/uploads/2017/03/Reporte-Sectorial-de-Calzado-Enero-2017.pdf>
- [34] E. Garcia, C. Teodoro, y J. Rojas, «Análisis de los factores que intervienen en la competitividad de las empresas textiles», *Bol. Científico Esc. Super. Tepeji Río*, vol. 4, n.º 7, pp. 35-48, ene. 2017, doi: <https://doi.org/10.29057/estr.v4i7.2029>.
- [35] J. Ducón, A. Torres, y J. Muñoz, «Aportes al fortalecimiento de la aglomeración productiva local como estrategia de manejo del riesgo operativo en la industria de cuero, calzado y marroquinería en Bogotá», *Rev. Pensam. Gest.*, vol. 12, n.º 44, pp. 74-101, jun. 2018, doi: <https://doi.org/10.14482/pege.44.9838>.
- [36] T. González y S. Fernández, «Evolución de la cooperación entre las pequeñas empresas en el sector del calzado como respuesta a las cadenas globales de valor y a la reducción de costes», *Rev. Estud. Coop.*, vol. 124, n.º 5, pp. 30-42, mar. 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.5209/REVE.54922>.
- [37] M. Á. Pineda y C. G. Mendoza, «Análisis y caracterización de la industria de calzado de cuero en el clúster del barrio Restrepo», Tesis de maestría, Fundación Universitaria Empresarial de la Cámara de Comercio de Bogotá, Bogotá, 2018. Accedido: 12 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bibliotecadigital.ccb.org.co/handle/11520/22979>
- [38] D. Romero, «Zapatos ecuatorianos, con un mercado cuesta arriba», *VISTAZO*, 14 de diciembre de 2018. <https://www.vistazo.com/enfoque/zapatos-ecuatorianos-con-un-mercado-cuesta-arriba-ADV1122031> (accedido 9 de noviembre de 2022).
- [39] M. Gómez, A. López, y R. Carvajal, «La responsabilidad social en las PyMEs del sector calzado en Ecuador», *Panor. Económico*, vol. 25, n.º 2, pp. 195-208, abr. 2017, doi: 10.32997/2463-0470-vol.25-num.2-2017-2074.
- [40] F. Naula, D. Arévalo, J. Campoverde, y J. López, «Estrés financiero en el sector manufacturero de Ecuador», *Rev. Finanz. Política Económica*, vol. 12, n.º 2, pp.



- 461-490, dic. 2020, doi: 10.14718/REVFINANZPOLITECON.V12.N2.2020.3394.
- [41] J. Reyes, D. Aldas, L. Morales, y M. García, «Evaluación de la capacidad para montaje en la industria manufacturera de calzado», *Rev. Ing. Ind.*, vol. 37, n.º 1, pp. 14-23, abr. 2016.
- [42] M. Benítez y J. Martínez, «Nivel de concentración económica en la producción de calzado en Tungurahua, Ecuador», *Rev. Inclusiones*, vol. 6, n.º 4, pp. 289-309, 2019.
- [43] W. López, «Desarrollo de un sistema de gestión de calidad basado en la ISO 9001:2015 para mejorar la producción de una empresa de calzado», Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2021. Accedido: 27 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/34026>
- [44] G. Alarcon, P. Alarcon, y S. Guadalupe, «La elaboración del mapa de procesos para una universidad ecuatoriana», *Revista ESPACIOS*, vol. 40, n.º 19, pp. 4-17, 10 de junio de 2019.
- [45] D. Nallusamy, R. Nivedha, E. Subash, V. Venkadesh, S. Vignesh, y P. Kumar, «Minimization of Rejection Rate using Lean Six Sigma Tool in Medium Scale Manufacturing Industry», *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, vol. 9, n.º 1, pp. 1184-1194, ene. 2018.
- [46] W. Muñoz, «Proyectos de desarrollo de proveedores que usan Six Sigma: un análisis de caso en Schneider Electric Colombia S.A», *Rev. Esc. Adm. Negocios*, vol. Edición especial, pp. 173-184, 2018, doi: <https://doi.org/10.21158/01208160.n0.2018.2023>.
- [47] J. Jacobsen, «Ford Team Uses Six Sigma to Reduce Costs While Improving Environmental Impact». The Global Voice of Quality, diciembre de 2011. Accedido: 12 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://asq.org/public/wqm/ford-team-reduce-costs-environmental-impact.pdf>
- [48] C. Rivera, «Análisis de variabilidad en la elaboración de helados utilizando herramientas de la metodología Six Sigma en la empresa Productora y Comercializadora de los Helados de Salcedo CORPICECREAM S. A.», Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2020. Accedido: 22 de noviembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/30738>
- [49] F. Calderón, «Diagnóstico y propuesta de mejora del proceso de control de la calidad en una empresa que elabora aceites lubricantes automotrices e industriales utilizando herramientas y técnicas de la calidad», Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5462>
- [50] H. Gutiérrez Pulido y R. de la V. Salazar, *Control estadístico de la calidad y Seis Sigma*, Tercera. México, D.F.: McGRAW-HILL, 2013.
- [51] J. Cruz Alvarez, «Entrenamiento proactivo para la mejora de la calidad en el control del proceso por atributos», *Innovaciones Negocios*, vol. 5, n.º 2, pp. 219-238, jul. 2009.
- [52] R. Astudillo y S. Criollo, «Análisis del modo y efectos de fallo (AMEF) para la empresa TEDASA S.A.», Tesis de grado, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23477/4/UPS-CT010083.pdf>

- [53] L. Alvarez, «El AMEF para aumentar la disponibilidad de la Flota vehicular de la empresa emtrafesa sac», Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/1430453>
- [54] E. Orgilés, «UNE-EN IEC 60812:2018 (Ratificada). Análisis de los modos de fallo y de sus efectos (AMFE y AMFEC)», *Normalización Española*. <https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=norma-une-en-iec-60812-2018-n0060715> (accedido 9 de diciembre de 2022).
- [55] C. Mata y M. Bestratén, «NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE». Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 2004. Accedido: 22 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: [https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba)
- [56] CALZADO GAMOS, «GAMOS WORK», *GAMOS WORK. Calzado de seguridad industrial*. <https://www.gamoswork.com/> (accedido 9 de febrero de 2023).
- [57] R. Amores y V. Sacoto, «Las PYMES ecuatorianas: su impacto en el empleo como contribución del PIB total», *Revista ESPACIOS*, vol. 38, n.º 53, pp. 19-25, 2017.
- [58] H. Ferreira, R. Melo, y A. Oliveira, «Organigramas: la importancia de la sectorización y la definición de cargos y funciones en las empresas», *Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento*, vol. 68, n.º 8, pp. 21-36, 11 de marzo de 2021.
- [59] «La importancia del organigrama en la estructura de la empresa», *Grupo GISMA*, 21 de septiembre de 2022. <https://grupogisma.com/grupogisma-importancia-organigrama-estructura-empresa-tipos/> (accedido 5 de junio de 2022).
- [60] A. Mazón Pérez, «Sistema de gestión de calidad para la Empresa de Calzado Gamos según la norma ISO 9001:2015», Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2020. Accedido: 10 de febrero de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/31319>
- [61] D. García, «Descripción de procesos y mapa de procesos», *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*, febrero de 2015. <https://www.studocu.com/pe/document/universidad-cesar-vallejo/seguridad-industrial/descripcion-del-mapa-de-procesos/21821717> (accedido 14 de abril de 2022).
- [62] W. Vilema, «Modelo de gestión en el proceso de montaje de las industrias de manufactura de calzado de cuero a través de la metodología de cambio rápido de herramientas (SMED)», Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/25701>
- [63] B. López, «Diagrama del proceso del recorrido», *Ingeniería Industrial Online*, 20 de junio de 2019. <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/ingenieria-de-metodos/diagrama-del-proceso-del-recorrido/> (accedido 9 de febrero de 2023).
- [64] T. Fontalvo, E. Granadillo, y J. Morelos, «La productividad y sus factores: incidencia en el mejoramiento organizacional», *Revista Dimensión Empresarial*, vol. 16, n.º 1, pp. 47-60, junio de 2018.

- [65] V. Bulgaru, D. Ciobanu, y M. Malcoci, «Quality improvement in the footwear company», presentado en International Conference on Advanced Materials and Systems, Moldova, 2014, vol. 5, pp. 635-640.
- [66] H. Teixeira, I. Lopes, y S. Sousa, «Diagnosis of Quality Problems in a Footwear SME», presentado en Proceedings of the World Congress on Engineering 2012, London, UK, jul. 2012, vol. 3.
- [67] T. Chuenyindee, R. Torres, Y. Prasetyo, R. Nadlifatin, y S. Persada, «Determining Factors Affecting Perceived Quality among Shoe Manufacturing Workers towards Shoe Quality: A Structural Equation Modeling Approach», *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 8, n.º 82, pp. 12-29, may 2022, doi: 10.3390/joitmc8020082.
- [68] R. Lombard, C. van Waveren, y K.-Y. Chan, «Factors affecting quality in a manufacturing environment for a non-repairable product», presentado en IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, London, UK, dic. 2014, vol. 2015, pp. 137-142. doi: 10.1109/IEEM.2014.7058616.
- [69] C. Burgos, P. Villacrés, M. Cabrera, y W. Salazar, «El calzado de seguridad en el Ecuador, factores que inciden en la calidad del producto y en la productividad de las organizaciones», *Rev. Digit. Novasineria*, vol. 5, n.º 1, pp. 61-82, ene. 2022, doi: <https://doi.org/10.37135/ns.01.09.05>.
- [70] International Organization for Standardization, «ISO 20346:2014. Personal protective equipment. Protective footwear», *International Organization for Standardization (ISO)*, 1 de mayo de 2014. <https://www.iso.org/standard/61336.html> (accedido 22 de julio de 2022).
- [71] C. Marques, N. Lopes, G. Santos, I. Delgado, y P. Delgado, «Improving operator evaluation skills for defect classification using training strategy supported by attribute agreement analysis», *Measurement*, vol. 119, pp. 129-141, abr. 2018, doi: 10.1016/j.measurement.2018.01.034.
- [72] C. Jarque, M. Cervera, A. Bustos, y V. Guerrero, *Revista de estadística*, vol. 7, 9 vols. México: Instituto Nacional de Estadística e Informática, 1994.
- [73] A. D. León, «Carta de control para la proporción de defectuoso en la fabricación de plantilla para calzado femenino en la empresa Sheyla EIRL», Tesis de grado, Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú, 2017. Accedido: 30 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10643>
- [74] J. Baechli, «Control de calidad de la planta empackadora y exportadora de limón persa, Cítricos Cadillo, S.A. de C.V. con base en cartas de control por atributos», Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras, 2011. Accedido: 30 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/items/7eea3b66-f4b0-43e1-a0e3-5e400d1510f7>
- [75] I. González y I. Sánchez, «Índices de capacidad y proporción de defectuosos», en *Actas del XXX Congreso Nacional de Estadística e Investigación Operativa y de las IV Jornadas de Estadística Pública*, Rioja, España, 2007, vol. 4, p. 277. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3151963>
- [76] N. M. Paredes, «Plan de mejora de los procesos productivos de la elaboración de telas en la empresa Produtexti Cía. Ltda», Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador, 2019. Accedido: 24 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec:8443/jspui/handle/123456789/29995>

- [77] L. Pérez, J. Pelaez, y A. Carrión, «La capacidad de procesos como métrica de calidad para características cualitativas», presentado en IX Encuentro Internacional de Investigadores de la Red Latinoamericana de Cooperación Universitaria, Cali, Colombia, jun. 2014, vol. 5, pp. 1217-1222. [En línea]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/269393532\\_LA\\_CAPACIDAD\\_DE\\_PROCESOS\\_COMO\\_METRICA\\_DE\\_CALIDAD\\_PARA\\_CARACTERISTICAS\\_CUALITATIVAS](https://www.researchgate.net/publication/269393532_LA_CAPACIDAD_DE_PROCESOS_COMO_METRICA_DE_CALIDAD_PARA_CARACTERISTICAS_CUALITATIVAS)
- [78] J. Ravichandran, «Six-Sigma Milestone: An Overall Sigma Level of an Organization», *Total Qual. Manag. Bus. Excell.*, vol. 17, n.º 8, pp. 973-980, oct. 2006, doi: 10.1080/14783360600747804.
- [79] J. Kurian y N. Nithya, «Material flows in the life cycle of leather», *J. Clean Prod.*, vol. 17, n.º 6, pp. 676-682, may 2009, doi: 10.1016/j.jclepro.2008.11.018.
- [80] J. Martínez, «Adhesivos. Clasificación y usos en la fabricación de calzado», *La Horma de tu Negocio*, 23 de febrero de 2018. <https://lahormadetunegocio.com/es/2022/03/18/adhesivos-para-calzado/> (accedido 14 de noviembre de 2022).
- [81] W. Caisaguano, «Implementación de una máquina con control automático de temperatura para la reactivación del adhesivo para plantas de calzado», Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, Ecuador, 2019. Accedido: 16 de octubre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/13696>
- [82] E. Orgiles, P. Aran, A. Torró, y M. Sánchez, «Adhesives in the Footwear Industry», en *Progress in Adhesion and Adhesives*, Segunda., vol. 2, 5 vols., New York, EEUU: Footwear Technological Institute, 2020, pp. 69-91. doi: 10.1002/9781119749882.ch4.
- [83] A. Zangiacomi, L. Zhijian, M. Sacco, y C. Boer, «Process planning and scheduling for mass customised shoe manufacturing», *Int. J. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 17, n.º 7, pp. 613-621, oct. 2004, doi: 10.1080/0951192042000273177.
- [84] L. Milà, X. Domènech, J. Rieradevall, P. Fullana, y R. Puig, «Application of life cycle assessment to footwear», *Int. J. Life Cycle Assess.*, vol. 3, n.º 4, pp. 203-208, jul. 1998, doi: 10.1007/BF02977570.
- [85] J. Blanco y O. M. Duque, «Ingeniería de mantenimiento basada en confiabilidad a los equipos altamente críticos de la Empresa Comercializadora LICRATEX C.A», *Mundo FESC*, vol. 8, n.º 15, pp. 41-48, 2018.
- [86] E. Arenas, E. Montalvan, M. Tarabela, y R. Magaña, «Herramienta de mejora AMEF (Análisis del Modo y Efecto de la Falla Potencial) como documento vivo en un área operativa. Experiencia de aplicación en empresa proveedora para Industria Automotriz», *Rev. Apl. Ing.*, vol. 15, n.º 2, pp. 230-240, 2015.
- [87] A. Cartín, A. Villareal, y A. Morera, «Implementación del análisis de riesgo en la industria alimentaria mediante la metodología AMEF: enfoque práctico y conceptual», *Revista de Medicina Veterinaria*, n.º 27, pp. 133-148, 21 de abril de 2014.
- [88] J. Fernandez, «Análisis del Modo y Efecto de Fallas (AMEF)», Tesis de grado, Universidad Privada del Norte, Lima, Perú, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/22284>

- [89] K. Knop y K. Mielczarek, «Using 5W-1H and 4M Methods to Analyse and Solve the Problem with the Visual Inspection Process», *MATEC Web Conf.*, vol. 183, n.º 5, pp. 23-42, ene. 2018, doi: 10.1051/mateconf/201818303006.
- [90] L. Abarca y M. Castillo, «Propuesta de un plan de mantenimiento preventivo en los activos fijos para incrementar la productividad en una empresa de fabricación de calzado del Cercado de Lima», Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú, Lima, Perú, 2019. Accedido: 1 de diciembre de 2022. [En línea]. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6076>
- [91] Hilcotex, «Hilos de Nylon y Poliéster», *Hilos Hilcotex*. <https://hiloshilcotex.com.ar/hilos-de-nylon-y-poliester/> (accedido 20 de diciembre de 2022).

#### 4.4 Anexos

**Anexo 1: Formato de herramienta lluvia de ideas para la recolección de información necesaria.**

**Tabla 27: Formato para lluvia de ideas.**

	<b>LLUVIA DE IDEAS</b>
<b>PROCESO:</b> Montaje	
<b>FECHA:</b>	
<b>Interrogante:</b> ¿Porque cree que aparecen defectos de calidad en su puesto de trabajo?	
<b>Nro.</b>	<b>Idea</b>
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	

**Anexo 2: Guía de entrevista orientada al jefe de producción de la empresa Calzado GAMOS.**

**Tabla 28: Guía de entrevista.**

		<p><b>CALZADO GAMOS</b> <b>GUÍA DE ENTREVISTA</b></p>
<b>FECHA:</b>		
<b>NOMBRE:</b>		
<b>Pregunta</b>	<b>Respuesta</b>	
¿Cuáles son los principales problemas de calidad que se presentan en el producto?		
¿Qué se hace con los productos defectuosos?		
¿Porque cree que se originan problemas de calidad?		
¿Qué problemas presenta el proceso productivo actual?		
¿Cree que las máquinas y herramientas son causantes de los problemas de calidad?		
¿Quién es la persona encargada de hacer control de calidad?		
¿Se dispone de documentación (procedimientos) de trabajo para desarrollar actividades cotidianas?		

### Anexo 3: Guía de encuesta orientada a los clientes de la empresa Calzado GAMOS.

Tabla 29: Guía de encuesta orientada a clientes de la empresa Calzado GAMOS.

	<b>GUÍA DE ENCUESTA A CLIENTES</b>
<b>Responsable:</b> Gavilanez Gavilanez Juan Carlos-Estudiante de la Universidad Técnica de Ambato-Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial (FISEI).	
<p>Distinguidos clientes de Calzado GAMOS, reciban un caluroso y fraterno saludo.</p> <p>A la vez se les solicita de la manera más atenta se sirvan llenar el siguiente formulario para conocer su nivel de satisfacción y necesidades adicionales respecto al producto recibido por la empresa, dicha información será usada con fines educativos para el desarrollo del proyecto "Six Sigma en el proceso de montaje de la empresa Calzado GAMOS".</p> <p>Con su aporte ayudará al desarrollo de la investigación y a la vez a la empresa a mejorar constantemente y brindarle un mejor servicio entregándole productos de mejor calidad que satisfagan sus necesidades y cumplan con todas las expectativas esperadas.</p> <p>¡Como empresa también nos gustaría conocer su respuesta a las siguientes preguntas!</p>	
Usted como cliente ¿Qué requisitos adicionales desearía que cumpliera el calzado de seguridad industrial que le suministra la empresa Calzado GAMOS? Enumere.	
Enumere sus necesidades o aspectos que espera que cumpla el calzado de seguridad industrial que le provee la empresa.	
Si pudiese cambiar algún aspecto del calzado de seguridad industrial que recibe, ¿Cuáles serían? Enumere.	
Enumere los aspectos que a usted como cliente le gustaría que la empresa Calzado GAMOS mejore.	



**Anexo 4: Conversión de requisitos del cliente a CTQ's.**

<b>Técnica de recolección VOC:</b>	<b>Nombre(s) de quien recolecta los datos</b>	<b>Producto</b>			
Entrevista a los clientes	Juan Gavilanez	Calzado de seguridad industrial	 Modelo CF.SI.Modelo270		
	María José Vilmonte	<b>Cliente externo</b>			
		Consumidor final			
<b>Requerimientos del cliente Voz del cliente</b>	<b>Requisitos técnicos para satisfacer Voz del proceso</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Parámetros críticos para la calidad CTQ's</b>	<b>Unidad de medición</b>
Costuras o pegamento de refuerzo en puntos críticos del calzado de seguridad	Capacidad de resistencia de costuras	3	Sería bueno tenerlo	Resistencia de las costuras	N
Muestras con período de prueba	-----	1	No relevante	Muestras de prueba	Pares
Durabilidad	Resistencia de elongación	4	Importante	Porcentaje de alargamiento	%
Comodidad		4	Importante		
Resistencia	Capacidad de flexión de la suela	4	Importante	Resistencia a la flexión	Ciclos
Que tengan una buenos estándares de calidad	Nivel de calidad	5	Crítico	Nivel sigma del proceso	Sigmas
Entregar de manera adicional con cada calzado un par de plantillas de recambio	Reposición de componentes	1	No relevante	Total de componentes	unid
Stock disponible	Stock de productos en almacen	1	No relevante	Nivel de stock	unid
Tiempo de entrega	Capacidad de entrega de ordenes de producción	3	Sería bueno tenerlo	Lead time	días
Entrega personalizada para revisión de desempeño del calzado en campo	Disponibilidad de entrega directa	2	No es muy relevante	Porcentaje de entregas directas	%
Plantillas ergonómicas	Nivel de suavidad de suelas	1	No relevante	Dureza de suelas	N/cm <sup>2</sup>
Precios justos al consumidor	Precio final al consumidor	3	Sería bueno tenerlo	PVP	\$

**Figura 35: Matriz VOC para definir CTQ's del proyecto six sigma**

**Anexo 5: Datos recolectados para el estudio R&R para atributos.**

**Tabla 30: Datos para estudio R&R para atributos.**

 <b>ESTUDIO R&amp;R PARA ATRIBUTOS</b>									
Nro. par de zapatos	Semana 1		Nro. par de zapatos	Semana 2		SUMA	Repetibilidad		Desacuerdos entre operarios
	Op 1	Op 2		Op 1	Op 2		Op 1	Op 2	
1	1	1	1	1	1	4	0	0	0
2	1	1	2	1	1	4	0	0	0
3	0	0	3	0	0	0	0	0	0
4	1	1	4	1	1	4	0	0	0
5	1	1	5	1	1	4	0	0	0
6	1	1	6	1	1	4	0	0	0
7	0	1	7	1	1	3	1	0	0
8	0	1	8	1	1	3	1	0	2
9	0	0	9	0	0	0	0	0	0
10	0	0	10	0	0	0	0	0	0
11	1	1	11	1	1	4	0	0	0
12	1	1	12	1	1	4	0	0	0
13	1	1	13	1	1	4	0	0	0
14	1	1	14	1	0	3	0	1	2
15	0	0	15	0	0	0	0	0	0
16	0	0	16	0	0	0	0	0	0
17	1	0	17	1	0	2	0	0	4
18	0	0	18	0	0	0	0	0	0
19	1	1	19	1	1	4	0	0	0
20	0	0	20	0	0	0	0	0	0
21	1	1	21	1	1	4	0	0	0
22	1	0	22	1	1	3	0	1	2
23	1	1	23	1	1	4	0	0	0
24	1	1	24	1	1	4	0	0	0
25	0	0	25	0	0	0	0	0	0
26	1	1	26	1	1	4	0	0	0
27	1	0	27	1	0	2	0	0	4
28	1	1	28	1	1	4	0	0	0
29	0	1	29	1	1	3	1	0	2
30	1	1	30	1	1	4	0	0	0
<b>Total</b>	19	19		22	19		3	2	16

**Anexo 6: Resultados obtenidos del estudio R&R para atributos.**

**Tabla 31: Análisis de desacuerdos del estudio R&R.**

<b>Análisis de desacuerdos</b>			
<b>Nivel de acuerdo (Columna suma)</b>	<b>Número de pares en desacuerdo</b>	<b>Número de pares de zapatos</b>	<b>Desacuerdos totales</b>
<b>0 o 4</b>	0	23	0
<b>1 o 3</b>	3	5	15
<b>2</b>	4	2	8
	<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>23</b>

**Tabla 32: Resultados de repetibilidad del estudio R&R.**

<b>REPETIBILIDAD</b>			
<b>Operador</b>	<b>Desacuerdos</b>	<b>Oportunidades</b>	<b>Porcentaje</b>
<b>1</b>	3	30	10%
<b>2</b>	2	30	7%
<b>Total</b>	<b>5</b>	<b>60</b>	<b>8,33%</b>

**Tabla 33: Resultados de reproducibilidad del estudio R&R.**

<b>Operador</b>	<b>Número de par de zapatos aceptados</b>		<b>Total aceptadas</b>	<b>Total evaluadas</b>	<b>% de aceptación</b>
	<b>Semana 1</b>	<b>Semana 2</b>			
<b>1</b>	19	22	41	60	68%
<b>2</b>	19	19	38	60	63%
		<b>Total</b>	<b>79</b>	<b>120</b>	<b>66%</b>

**Anexo 7: Criterios y puntuaciones para el grado de severidad, ocurrencia y detección.**

**Tabla 34: Criterios y puntuaciones para la SEVERIDAD del efecto de falla.**

<b>Criterio: severidad del efecto sobre el PRODUCTO (efecto para el cliente)</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Criterio: severidad del efecto sobre el PROCESO (efecto para el proceso de producción/montaje de calzado)</b>
El defecto filis despegados impacta la operación segura del par de zapatos y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales sin previo aviso.	10	Puede poner en peligro al operador e impacta directamente la operación segura del producto sin previo aviso.
El defecto filis despegados impacta la operación segura del par de zapatos y/o involucra incumplimiento de regulaciones gubernamentales con previo aviso.	9	Puede poner en peligro al operador e impacta directamente la operación segura del producto con previo aviso.
El producto no se puede usar, pero hay una reducción del nivel de desempeño del par de zapatos.	8	El 100% de la producción puede que tenga que desecharse. Paro total de la línea de producción.
El producto es utilizable, pero hay una reducción del nivel de desempeño del par de zapatos.	7	Una parte de la producción puede que tenga que desecharse. El efecto sobre el proceso incluye la disminución de la velocidad de la línea o el que se tenga que agregar más operadores.
El producto es utilizable, pero hay una pérdida total en el desempeño de las funciones de confort o comodidad.	6	El 100% de la producción puede que tenga que ser reprocesada fuera de la línea de producción para luego ser aceptada.
El producto es utilizable, pero hay una degradación en el desempeño de las funciones de confort o comodidad.	5	Una parte de la producción puede que tenga que ser reprocesada fuera de la línea de producción para luego ser aceptada.
El producto es utilizable pero el defecto de filis despegados es detectado por la mayoría de los clientes (75%).	4	El 100% de la producción puede que tenga que ser reprocesada en la estación de trabajo antes de que ésta sea despachada al cliente.
El producto es utilizable pero el defecto de filis despegados es detectado por muchos clientes (50%).	3	Una parte de la producción puede que tenga que ser reprocesada en la estación de trabajo antes de que ésta sea despachada al cliente.
El producto es utilizable pero el defecto de filis despegados es detectado por los clientes más perspicaces (25%).	2	Produce ligeros inconvenientes en el proceso de fabricación.
Ningún efecto perceptible para el cliente.	1	No produce ningún efecto perceptible en el proceso de fabricación.

**Tabla 35: Criterios para la evaluación de OCURRENCIA de las causas potenciales de falla.**

<b>Ocurrencia</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Criterio</b>
Muy alta	9-10	La causa siempre aparece.
Alta	6-8	La causa aparece frecuentemente.
Moderada	4-5	La causa aparece ocasionalmente y probablemente seguirá apareciendo en el futuro.
Baja	2-3	Es poco probable que la causa aparezca.
Muy baja	1	La causa no se ha presentado en el pasado.

**Tabla 36: Criterios para estimar la posibilidad de DETECCIÓN de los modos de falla.**

<b>Criterio: posibilidad de detección por los controles del proceso</b>	<b>Puntuación</b>	<b>Posibilidad de detección</b>
Actualmente no hay controles de proceso para detectar la causa o no es analizado.	10	Casi imposible
La causa no es fácilmente detectada.	9	Muy remota
El defecto de fillos despegados es detectado en la estación de trabajo por el operario a través de los sentidos de la vista, olfato u oído.	8	Remota
El defecto de fillos despegados es detectado en la estación de trabajo por el operario a través de los sentidos de la vista, olfato u oído, o bien después de la producción a través de otros operarios que lo evalúan bajo atributos de tipo paso o no pasa.	7	Muy baja
El defecto de fillos despegados es detectado por los operarios después de la producción que lo evalúan bajo atributos de tipo “pasa” o “no pasa”.	6	Baja
El defecto de fillos despegados es detectado en la estación de trabajo por el operario mediante controles automáticos en la estación de trabajo que identifican el error y notifican inmediatamente al operador.	5	Moderada
El defecto de fillos despegados es detectado después del proceso mediante controles automáticos que identifican el error y bloquean el producto para prevenir el que no se procese posteriormente.	4	Moderadamente alta
El defecto de fillos despegados es detectado en la estación de trabajo mediante controles automáticos que identifican el error y bloquean el producto para prevenir el que no se procese posteriormente.	3	Alta
Se detecta la causa del defecto en la estación de trabajo por controles automáticos que detectaran errores y previenen que se hagan productos defectuosos.	2	Muy alta
Se previene las causas del defecto por tener un proceso a prueba de errores.	1	Casi segura

**Anexo 8: Aplicación de técnica de lluvia de ideas para obtener los factores críticos que provocan el defecto de filos despegados.**

PROCESO: MONTAJE		
Nombre:		
N.	Idea	
1	Mal Cerdado	2 Cerdado
2	Impurezas y suciedad en el área de pegado	3 Pegado
3	Preparación de las suelas (sin respetar los tiempos)	2 Preparación de suelas
4	Preparado de pega (demasiado vulcanizante)	1
5	Mala manipulación de la suela por mal rayado.	3 Rayado
6	Exceso de resaca con caucho	2
7	No se respetan los tiempos (de secado, mal cerdado)	2 Pegado
8	La máquina de prensado no prensa bien en materiales gruesos	1
9	En el material no se distingue el cerdado	2 Cerdado
10	Mala inducción en los puestos de trabajo	3 Sefe de producción
11	Falta de personal (Trabajo bajo presión)	3 Sefe de producción
12	Inadecuado pega (la pega no cubre la totalidad del zapato)	2 Pegado
13	Las suelas no son iguales (dif. tamaños y grosores)	3 Pegado.
14	No se cerda igual	2
15	El zapato no tiene la misma altura (Mal rayado)	2 Rayado.
16	Falta de incentivos	3.
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		

Figura 36: Lluvia de ideas para la obtención de factores críticos

## Anexo 9: Índice $C_p$ en términos de la proporción de productos defectuosos y PPM.

Tabla 37: Índice  $C_p$  en función de productos defectuosos.

Valor del índice (corto plazo)	Proceso con doble especificación (índice $C_p$ )		Con referencia a una sola especificación ( $C_{pi}$ , $C_{pp}$ , $C_{pk}$ )	
	% fuera de las dos especificaciones	Partes por millón fuera (PPM)	% fuera de una especificación	Partes por millón fuera (PPM)
0.2	54.8506%	548 506.130	27.4253%	274 253.065
0.3	36.8120%	368 120.183	18.4060%	184 060.092
0.4	23.0139%	230 139.463	11.5070%	115 069.732
0.5	13.3614%	133 614.458	6.6807%	66 807.229
0.6	7.1861%	71 860.531	3.5930%	35 930.266
0.7	3.5729%	35 728.715	1.7864%	17 864.357
0.8	1.6395%	16 395.058	0.8198%	8 197.529
0.9	0.6934%	6 934.046	0.3467%	3 467.023
1.0	0.2700%	2 699.934	0.1350%	1 349.967
1.1	0.0967%	966.965	0.0483%	483.483
1.2	0.0318%	318.291	0.0159%	159.146
1.3	0.0096%	96.231	0.0048%	48.116
1.4	0.0027%	26.708	0.0013%	13.354
1.5	0.0007%	6.802	0.0003%	3.401
1.6	0.0002%	1.589	0.0001%	0.794
1.7	0.0000%	0.340	0.0000%	0.170
1.8	0.0000%	0.067	0.0000%	0.033
1.9	0.0000%	0.012	0.0000%	0.006
2.0	0.0000%	0.002	0.0000%	0.001

## Anexo 10: Nivel sigma de corto y largo plazo en términos de la métrica PPM.

Tabla 38: Nivel sigma de corto y largo plazo en términos de la métrica PPM.

Calidad de corto plazo (suponiendo un proceso centrado)				Calidad de largo plazo con un movimiento de $1.5\sigma$		
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 11: Manual de procedimientos para el subproceso de cardado.



---

*Manual de  
procedimientos  
para el  
subproceso de  
cardado*

---



	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

## OBJETIVO

Garantizar un adecuado proceso de cardado de calzado que asegure un pegado de calidad entre la parte superior del zapato (capellada) y la suela.

## ALCANCE

El proceso de cardado comienza desde que los zapatos ingresan desde el proceso de rayado hasta que este sea desbastado y avance hasta el proceso de preparación de suelas y capelladas.

## REFERENCIA NORMATIVA O POLÍTICAS

- Norma ISO 20345: Equipo de protección individual - Calzado de seguridad.
- ISO 9001:2015: Sistemas de gestión de la calidad – Requisitos.
- NTE INEN 1926: Calzado de trabajo y de seguridad. Requisitos.
- Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

<b>Término</b>	<b>Definición</b>
<b>Cardado</b>	Proceso en el cual se da un efecto poroso o se quita la rugosidad del cuero con el fin de que el pegamento se adhiera mejor al material.
<b>Capellada</b>	Es toda la parte superior que conforma el zapato, puntera, lengüeta, contrafuerte, lados, talón.
<b>Cardadora</b>	Máquina de posición fija que sirve para desbastar o lijar la superficie del cuero.
<b>Cepillo de alambre</b>	Es la principal herramienta que usa la máquina cardadora para el proceso de desbaste de los zapatos.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO

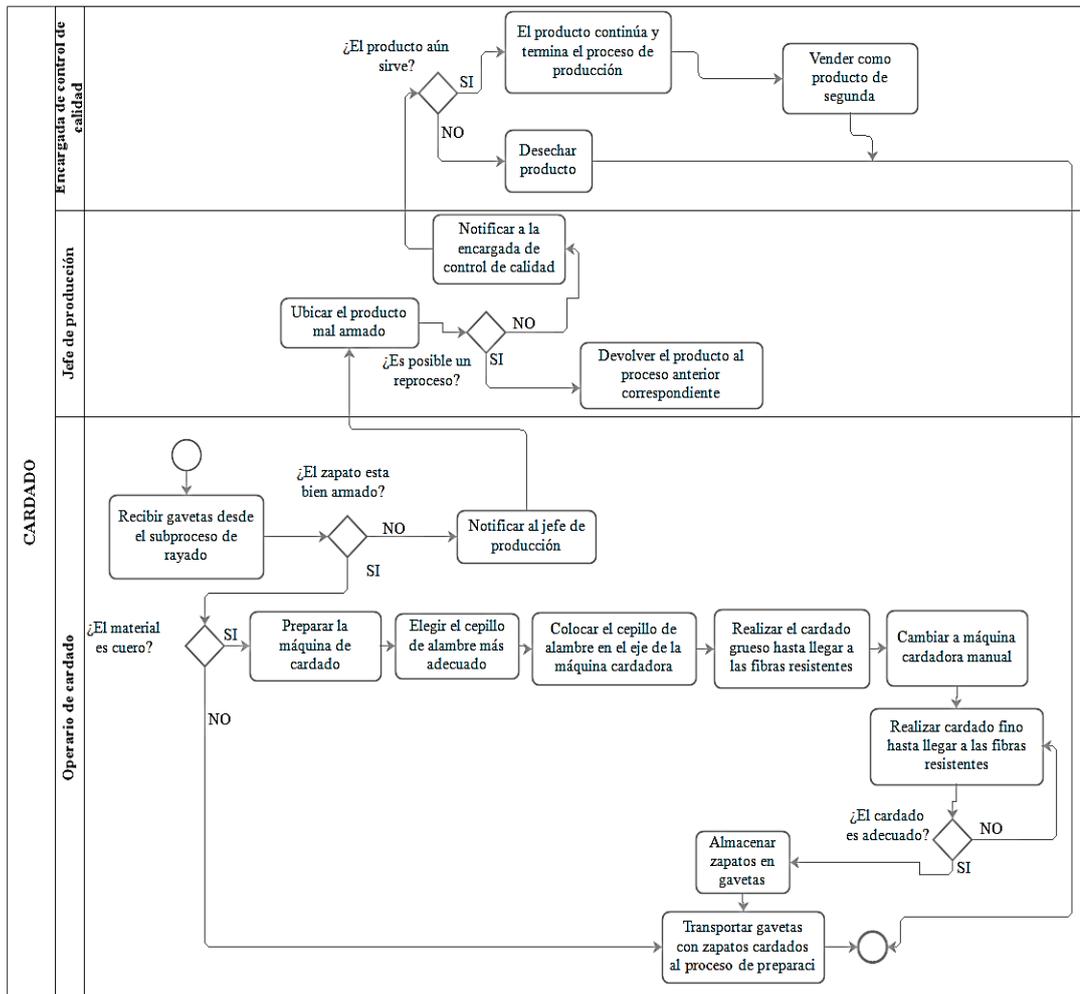


Figura 37: Flujograma para el subproceso de cardado

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

## RIESGOS Y SEGURIDAD

<b>Código</b>	<b>Nombre del Riesgo</b>	<b>Medida de seguridad a tomar</b>
<b>IFP-RM-001</b>	Abrasión	Guantes de seguridad
<b>IFP-RM-002</b>	Proyección de partículas	Gafas de seguridad
<b>IFP-RM-003</b>	Exposición a ruido continuo	Uso de tapones auditivos
<b>IFP-RM-004</b>	Aspiración de partículas de cardado	Uso de mascarillas
<b>IFP-RM-005</b>	Fatiga física	Pausas activas
<b>IFP-RM-006</b>	Manipulación de cargas pesadas	Capacitación de correcta manipulación de cargas.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

RESPONSABLE DE ENTREGA	INSUMO	ACTIVIDADES	ALTERNATIVAS DE DECISIÓN	PRODUCTO	RESPONSABLE DE RECEPCIÓN
Operario de rayado	Capelladas rayadas	1. Recibir gavetas con zapatos desde el subproceso de rayado		Gavetas con zapatos rayados	Operarios de cardado
		2. Verificar si el producto está bien armado	<b>SI-</b> Seguir a la actividad 3. <b>NO-</b> -Los operarios del proceso de cardado notifican al jefe de producción. -El jefe de producción ubica el producto mal armado. -Evaluación del producto no conforme. -El producto es reprocesado en caso de ser factible, caso contrario, se consulta con la encargada de control de calidad para desechar el producto o	-Zapato para reproceso -Zapato desechado -Zapato para vender como producto de segunda	-Jefe de producción -Encargada de control de calidad

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

			venderlo como producto de segunda mano.		
		3. Comprobar si el material de la capellada es cuero	<b>SI</b> -Seguir a la actividad 4. <b>NO</b> -Transportar gavetas recibidas al subproceso de preparación de suelas y capelladas.		
		4. Preparar la máquina cardadora			
Jefe de producción	Cepillo de alambre	5. Elegir el cepillo de alambre más adecuado para el desbaste			
		6. Colocar la herramienta en el eje de la máquina cardadora			
		7. Realizar el cardado grueso a los zapatos hasta llegar a las fibras más resistentes, eliminando completamente la capa		Zapatos con cardado grueso	Operarios de cardado

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

		exterior del cuero (flor).			
Jefe de producción	Lija 80-100 Lija 3/4	8. Cambiar la herramienta de la máquina cardadora a una lija con grano adecuado			
		9. Realizar cardado fino de zapatos hasta llegar a las fibras más resistentes.		Zapatos con cardado fino	Operarios de cardado
		10. Verificar si el cardado llega o se acerca a los límites marcados por el rayado	<b>SI</b> -Continuar a la actividad 9. <b>NO</b> -Regresar a la actividad anterior.		
		11. Almacenar zapatos en gavetas			
		12. Despachar gavetas con zapatos cardados al subproceso de preparación de suelas y capelladas		Gavetas con zapatos cardados	Operarios del subproceso de preparación de suelas y capelladas.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

## INDICADORES

Código	Nombre de indicador	Descripción	Fórmula	Unidad de medida	Frecuencia	Meta	Herramientas de control	Responsable
IP-CG-001	Tasa de rechazos	Indica el porcentaje de pares rechazados por mal armado de la capellada antes de ser cardado.	$\%_{rechazos} = \frac{Total\ pares\ mal\ armados}{Total\ pares\ recibidos} * 100$	%	Diaria	<5%	Hojas de control	Operarios de subproceso de cardado
IP-CG-002	Tasa de reproceso	Indica el porcentaje de pares reprocesados por un mal proceso de cardado.	$\%_{reproceso} = \frac{Total\ pares\ reprocesados}{Total\ pares\ aceptados} * 100$	%	Diaria	<5%	Hojas de control	Operarios de subproceso de cardado

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Cardado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-001</b>	Procedimiento de trabajo para el cardado de calzado.

## ANEXOS

### FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Acciones	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma
Elaborado por:	Juan Gavilanez	Investigador	
Revisado por:	Ing. Luis Morales	Tutor proyecto de investigación	
Validado por:	Cristian Aguilar	Jefe de producción- Calzado GAMOS	
Validado por:	Ing. Silvana Martínez	Encargada de control de calidad-Calzado GAMOS	

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------



Anexo 12: Manual de procedimientos para el subproceso de armado de puntas, lados y talones.



---

*Manual de  
procedimientos para  
el subproceso de  
armado de puntas,  
lados y talones*

---

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

## OBJETIVO

Garantizar un adecuado proceso de armado de puntas, lados y talones de los zapatos, que conlleve un aseguramiento idóneo de la parte superior contra la planta y la horma, para asegurar un proceso de cardado adecuado.

## ALCANCE

El proceso de armado de puntas, lados y talones comienza desde que la horma y la planta son colocadas en el corte armado hasta que se realice una operación de envejecido de la parte superior del zapato después del armado de puntas, lados y talones para pasar al subproceso de rayado.

## REFERENCIA NORMATIVA O POLÍTICAS

- Norma ISO 20345: Equipo de protección individual - Calzado de seguridad.
- NTE INEN-ISO 17708: Calzado. Métodos de ensayo para el zapato completo. Resistencia de la unión corte-piso.
- NTE INEN-ISO 20863: Calzado. Métodos de ensayo para contrafuertes y topes. Aptitud al pegado.
- NTE INEN-ISO 20864: Calzado. Métodos de ensayo para contrafuertes y topes. Características mecánicas.
- ISO 20870: Calzado. Acondicionamiento para el envejecido.
- ISO/TR 20879:2007: Requisitos de rendimiento para componentes para calzado - Parte superior.
- Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

Término	Definición
<b>Contrafuerte</b>	Es un refuerzo aplicado al zapato en la parte posterior para dotarlo de durabilidad, estabilidad y comodidad.
<b>Margen de montado</b>	Es una medida excedente que se deja en el corte al momento de la colocación de la horma para posteriormente poder montarlo sobre la planta.
<b>Planta</b>	Es la parte que cubre toda la planta del zapato y, por ende, la planta del pie reposa en ella.
<b>Punta Lateral</b>	Parte delantera donde termina el zapato.
<b>TMEF</b>	Tiempo medio entre fallas.
<b>TMPR</b>	Tiempo medio para reparación de maquinaria.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

 <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO

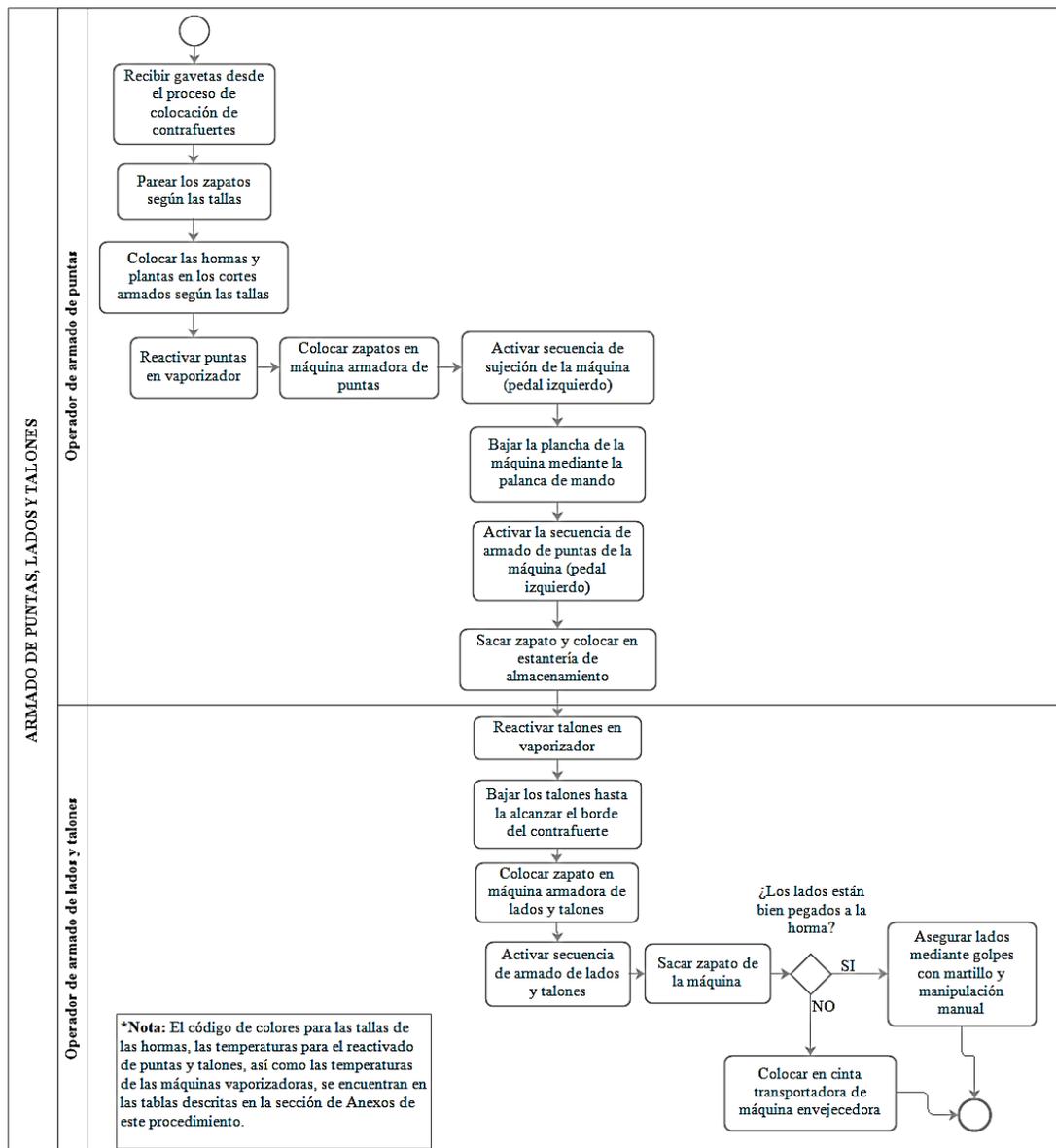


Figura 38: Flujograma para el subproceso de armado de puntas, lados y talones

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

## RIESGOS Y SEGURIDAD

<b>Código</b>	<b>Nombre del Riesgo</b>	<b>Medida de seguridad a tomar</b>
<b>IFP-RM-001</b>	Cortes, laceraciones o amputaciones.	Guantes de seguridad.
<b>IFP-RM-002</b>	Atrapamiento.	Overol de trabajo.
<b>IFP-RM-003</b>	Caídas al mismo nivel.	Orden y limpieza en el área de trabajo.
<b>IFP-RM-004</b>	Trastornos musculo-esqueléticos.	Pausas activas.
<b>IFP-RM-005</b>	Quemaduras por contacto al calor.	Guantes de seguridad.
<b>IFP-RM-006</b>	Molestias auditivas por ruido excesivo.	Uso de tapones auditivos.
<b>IFP-RM-007</b>	Manipulación de cargas pesadas.	Capacitaciones del manejo correcto de cargas.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

RESPONSABLE DE ENTREGA	INSUMO	ACTIVIDADES	ALTERNATIVAS DE DECISIÓN	PRODUCTO	RESPONSABLE DE RECEPCIÓN
Operarios del subproceso de colocación de contrafuertes.	Cortes armados+contrafuerte	1. Recibir gavetas desde el proceso de colocación de contrafuertes.			Operario de armado de puntas.
		2. Parear los zapatos según las tallas.		Zapatos pareados	Operario de armado de puntas.
Operador encargado de almacenamiento de hormas.	-Hormas (tallas 35 a 43)	3. Colocar las hormas en los cortes armados según las tallas especificadas.		Hormas colocadas en cortes armados.	Operario de armado de puntas.
		4. Reactivar puntas en vaporizadora.		Zapatos con puntas reactivadas	Operario de armado de puntas.

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

		5. Colocar zapatos en máquina armadora de puntas.			
		6. Activar secuencia de sujeción de la máquina armadora de puntas (pedal izquierdo).			
		7. Bajar la plancha de la máquina armadora de puntas mediante la palanca de mando.			
		8. Activar la secuencia de armado de puntas (pedal izquierdo).		Zapatos con puntas armadas	Operario de armado de puntas.
		9. Sacar zapato y colocar en			Operario de armado de lados y talones.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

		estantería de almacenamiento.			
		10. Reactivar talones en máquina vaporizadora.		Zapatos con talones reactivados	Operario de armado de lados y talones.
	-Martillo -Alicates	11. Bajar los talones hasta alcanzar el borde del contrafuerte.			
		12. Colocar zapato en máquina armadora de lados y talones.			
		13. Activar secuencia de armado de lados y talones.			
		14. Sacar zapato de la máquina de armados de lados y talones.		Zapatos con lados y talones armados	Operario de armado de lados y talones.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------



	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

	-Martillo	15. Verificar si los lados del zapato están bien pegado a la horma.	<b>SI</b> -Avanzar a la actividad 16. <b>NO</b> -Asegurar los lados mediante manipulación manual y a base de pequeños golpes con martillo.	Zapatos con lados asegurados y pegados a la horma	
		16. Colocar zapato en cinta transportadora de máquina envejecedora.			Operario del subproceso de rayado.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

 <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

## INDICADORES

Código	Nombre de indicador	Descripción	Fórmula	Unidad de medida	Frecuencia	Meta	Herramientas de control	Responsable
IP-CGA-001	Índice de zapatos con lados flojos	Mide el porcentaje de zapatos que salen con lados flojos debido a un mal armado de lados y talones.	$I_{LF} = \frac{\text{Zapatos con lados y talones mal armados}}{\text{Total zapatos con lados y talones armados}} * 100$	%	Mensual	<2%	Hojas de control	Operario de armado de lados y talones.
IP-CGA-002	Índice de disponibilidad de maquinaria	Mide el tiempo total de operación de las máquinas de armado de puntas y armado de lados y talones.	$I_D = \frac{TMEF}{TMEF + TMPR} * 100$	%	Mensual	>95%	Hojas de control	Operario de armado de lados y talones.
IP-CGA-003	Número de paradas de maquinaria que causan detención en la producción	Establece las ocasiones en las cuales las máquinas ya sean de armado de puntas o armado de lados y talones provocan detención en la producción debido a averías.	$\sum \text{número de paradas de maquinaria durante un mes de producción}$	Número	Mensual	<2	Hojas de control	Operario de armado de lados y talones.
IP-CGA-004	Tasa de mantenimiento preventivo de maquinaria	Establece el porcentaje de tiempo usado para llevar a cabo el mantenimiento programado de las máquinas de armado de puntas, lados y talones.	$I_{MP} = \frac{\text{Horas utilizadas para el mantenimiento preventivo}}{\text{Horas planificadas para el mantenimiento}} * 100$	%	Mensual	<75%	Hojas de control	Operario de armado de lados y talones.

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Armado de puntas, lados y talones
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-002</b>	Procedimiento de trabajo para el armado de puntas, lados y talones.

## ANEXOS

Tabla 39: Código de colores para tallas de las hormas.

Color	Talla
	35
	36
	37
	38
	39
	40
	41
	42
	43

Tabla 40: Parámetros de temperaturas y tiempos de reactivado y vaporizado.

Máquina	Temperatura de reactivado (°C)	Temperatura de vapor (°C)	Tiempo de reactivado (min)
Vaporizador de puntas	<b>Para textiles y cuero natural</b>		1
	40	120	
	<b>Para calzado de seguridad industrial</b>		
Vaporizador de talones	60	250	1
	<b>Para textiles y cuero natural</b>		
	40	150	
Vaporizador de talones	<b>Para calzado de seguridad industrial</b>		1
	60	330	

## FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Acciones	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma
Elaborado por:	Juan Gavilanez	Investigador	
Revisado por:	Ing. Luis Morales	Tutor proyecto de investigación	
Validado por:	Cristian Aguilar, Ing. Silvana Martínez	Jefe de producción- Encargada de control de la calidad-Calzado GAMOS	

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

Anexo 13: Manual de procedimientos para la selección y contratación de personal.



---

*Manual de  
procedimientos para  
la selección y  
contratación de  
personal*

---

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

## OBJETIVO

Garantizar que el proceso de selección, contratación e inducción de personal sea segura, justa y efectiva, promoviendo un enfoque ético de los responsables de cada proceso para tratar de manera respetuosa, justa y honesta a todas las personas que realicen una solicitud de trabajo.

## ALCANCE

El proceso de selección, contratación e inducción de personal comienza desde la recepción de la solicitud para la contratación de nuevo personal operativo por parte del jefe de producción, hasta el proceso de inducción al puesto de trabajo y a la empresa.

## REFERENCIA NORMATIVA O POLÍTICAS

- Constitución de la República del Ecuador.
- Código de trabajo. Codificación 2005-017.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

Término	Definición
<b>Operario</b>	Son aquellas personas que de alguna forma prestan servicios o ejercen algún cargo dentro de la empresa Calzado GAMOS.
<b>Departamento de talento humano</b>	Constituye el órgano de administración para el reclutamiento, selección e inducción de nuevo personal para la empresa.
<b>Selección de personal</b>	Es el proceso para definir y seleccionar al personal idóneo para ocupar una vacante disponible dentro de la empresa.
<b>Puesto de trabajo</b>	Es la unidad de trabajo a la que se le atribuyen actividades, funciones y/o responsabilidades que deben ser ejecutadas en base al cumplimiento de ciertos requisitos establecidos.

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

 <b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO:</b> <b>PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO

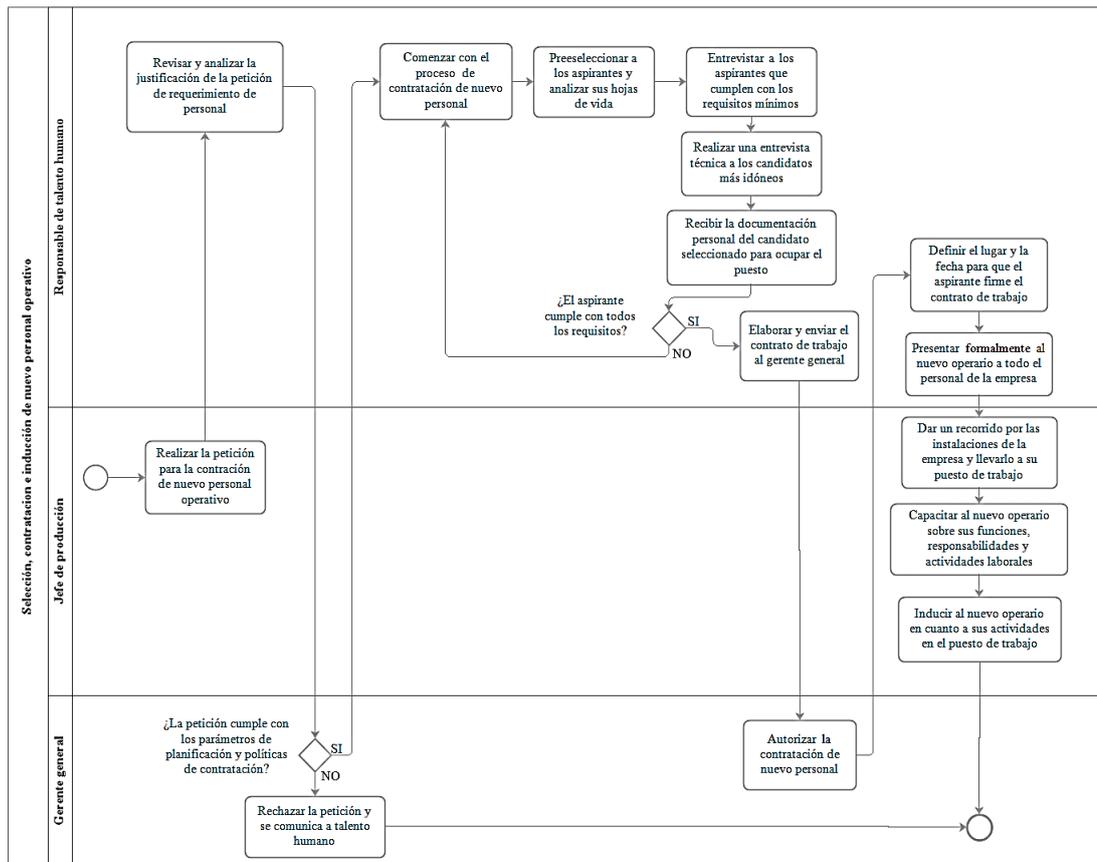


Figura 39: Flujograma para el subproceso de selección de personal

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

RESPONSABLE DE ENTREGA	INSUMO O ENTRADAS	ACTIVIDADES	ALTERNATIVAS DE DECISIÓN	PRODUCTO	RESPONSABLE
		1. Realizar la petición para la contratación de nuevo personal operativo con la debida justificación.			Jefe de producción
	Solicitud de requerimiento de nuevo personal	2. Receptar la petición de requerimiento de nuevo personal y revisar la justificación del mismo.			Responsable de talento humano
		3. La justificación de requerimiento de personal cumple con los parámetros de planificación y políticas de contratación de la empresa.	<b>SI-</b> El gerente general autoriza la contratación y se avanza a la actividad 4. <b>NO-</b> El gerente general rechaza la solicitud de		Gerente General

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

			requerimiento se comunica al encargado de talento humano y finaliza el proceso.		
		4. Comenzar con el proceso de contratación de nuevo personal.			Responsable de talento humano
	Hojas de vida de los aspirantes	5. Se preselecciona a los aspirantes y se analizan sus hojas de vida.			Responsable de talento humano
		6. Entrevistar a los aspirantes que cumplen con los requisitos mínimos establecidos para el puesto de trabajo.			Responsable de talento humano
		7. Realizar una entrevista técnica a los candidatos más idóneos para ocupar el puesto vacante.			Responsable de talento humano y jefe de producción

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------



	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

		8. Notificar y recibir la documentación personal del candidato seleccionado para ocupar el puesto.			
		9. Verificar si el aspirante seleccionado cumple con todos los requisitos para la contratación.	<b>SI-</b> Avanzar a la actividad 10. <b>NO-</b> Ejecutar nuevamente el proceso de contratación.		Responsable de talento humano
		10. Elaborar y enviar el contrato de trabajo al gerente general.			Responsable de talento humano
	Contrato de trabajo	11. Autorizar la contratación de nuevo personal.			Gerente general
	Contrato de trabajo	12. Definir el lugar y la fecha para que el aspirante firme el contrato de trabajo.			Responsable de talento humano

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

		13. Presentar formalmente al nuevo operario a todo el personal de la empresa.			Responsable de talento humano
		14. Brindar un recorrido por las instalaciones de la empresa y finalmente llevarlo a su puesto de trabajo para presentarlo a sus compañeros.			Jefe de producción
		15. Ofrecer información al nuevo operario sobre sus funciones, responsabilidades y actividades laborales.			Jefe de producción
		16. Inducir al nuevo operario en cuanto a sus actividades en el puesto de trabajo.			Jefe de producción

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

## INDICADORES

Código	Nombre de indicador	Descripción	Fórmula	Unidad de medida	Frecuencia	Meta	Herramientas de control	Responsable
IP-CG-001	Aspirantes que cumplen con los criterios de trabajo	Indica el porcentaje de los aspirantes que cumplen con los requerimientos establecidos para el puesto de trabajo y contratación.	$I_{AE} = \frac{\text{Aspirantes preseleccionados y que cumplen con requisitos mínimos}}{\text{Total de aspirantes}} * 100$	%	Según necesidades de la empresa	Según metas del puesto de trabajo		Responsable de talento humano
IP-CG-002	Permanencia promedio de un operario	Indica el tiempo de permanencia de un operario en un determinado puesto de trabajo.	$TM_{Perm} = \text{Tiempo total que el operario labora en la empresa}$	Días, meses, años	Anual	>2 años	Registro de recursos humanos	Responsable de talento humano
IP-CG-003	Tiempo promedio para llenar una vacante	Indica el tiempo que se requiere para contratar a nuevo personal operativo.	$TM_{Vac.} = \text{Días requeridos desde el requerimiento de nuevo personal operativo hasta la inducción del nuevo operario contratado}$	Días	Según necesidades de la empresa	<3 días laborables		Responsable de talento humano

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Departamento administrativo financiero
	<b>Proceso:</b>	Talento Humano
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-003</b>	Procedimiento de trabajo para la selección y contratación de personal.

## ANEXOS

### FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Acciones	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma
Elaborado por:	Juan Gavilanez	Investigador	
Revisado por:	Ing. Luis Morales	Tutor proyecto de investigación	
Validado por:	Cristian Aguilar	Jefe de producción- Calzado GAMOS	
Validado por:	Ing. Silvana Martínez	Encargada de control de calidad-Calzado GAMOS	

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------

Anexo 14: Manual de procedimientos para el subproceso de aparado.



---

*Manual de  
procedimientos  
para el  
subproceso de  
aparado*

---

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

## OBJETIVO

Garantizar un adecuado proceso de aparado de calzado que asegure una unión de calidad entre todos los cortes y componentes que formaran la capellada del zapato.

## ALCANCE

El proceso de aparado comienza desde que las piezas y componentes que formaran la parte superior del zapato (capellada) ingresan a dicha área para ser unidos mediante pegamento y costuras simples, dobles o en zigzag, y posteriormente ser transportados al proceso de montaje.

## REFERENCIA NORMATIVA O POLÍTICAS

- Norma ISO 20345: Equipo de protección individual - Calzado de seguridad.
- NTE INEN 1926: Calzado de trabajo y de seguridad. Requisitos.
- ISO/TR 20879:2007: Requisitos de rendimiento para componentes para calzado - Parte superior.
- ISO 17704, Calzado: Métodos de ensayo para empeines, forros y plantillas. Resistencia a la abrasión.
- ISO 17699, Calzado: Métodos de ensayo para capelladas y forros. Permeabilidad y absorción del vapor de agua.
- ISO 17706, Calzado: Métodos de ensayo para capelladas. Resistencia a la tracción y alargamiento.
- NTE INEN-ISO 17708, Calzado: Métodos de ensayo para el zapato completo. Resistencia de la unión corte-piso.
- Decreto ejecutivo 2393: Reglamento de seguridad y salud de los trabajadores y mejoramiento del medio ambiente de trabajo.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

## GLOSARIO DE TÉRMINOS Y ABREVIATURAS

Término	Definición
<b>Aparado</b>	Comprende el proceso de unión mediante pegamento y cocido de todas las partes y componentes de la capellada del zapato.
<b>Capellada</b>	Es toda la parte superior que conforma el zapato, puntera, lengüeta, contrafuerte, lados, talón.
<b>Cortado de patrones</b>	Es el proceso de cortar todas las piezas que conformaran el zapato en dependencia del diseño modelado.
<b>Lengüeta</b>	Es la pieza ubicada en la parte superior del zapato, por debajo de los cordones. Puede estar unido a la pala del zapato.
<b>Ojete</b>	Son pequeños agujeros en la parte superior del zapato por donde pasan los cordones y se remachan los ojailillos.
<b>Ojalillo</b>	Son pequeños componentes de aluminio o plástico que se remachan a los ojetes para no dañar el terminado del cuero.
<b>Patrón</b>	Son las partes por separado que componen el modelo del zapato.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

### DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCEDIMIENTO

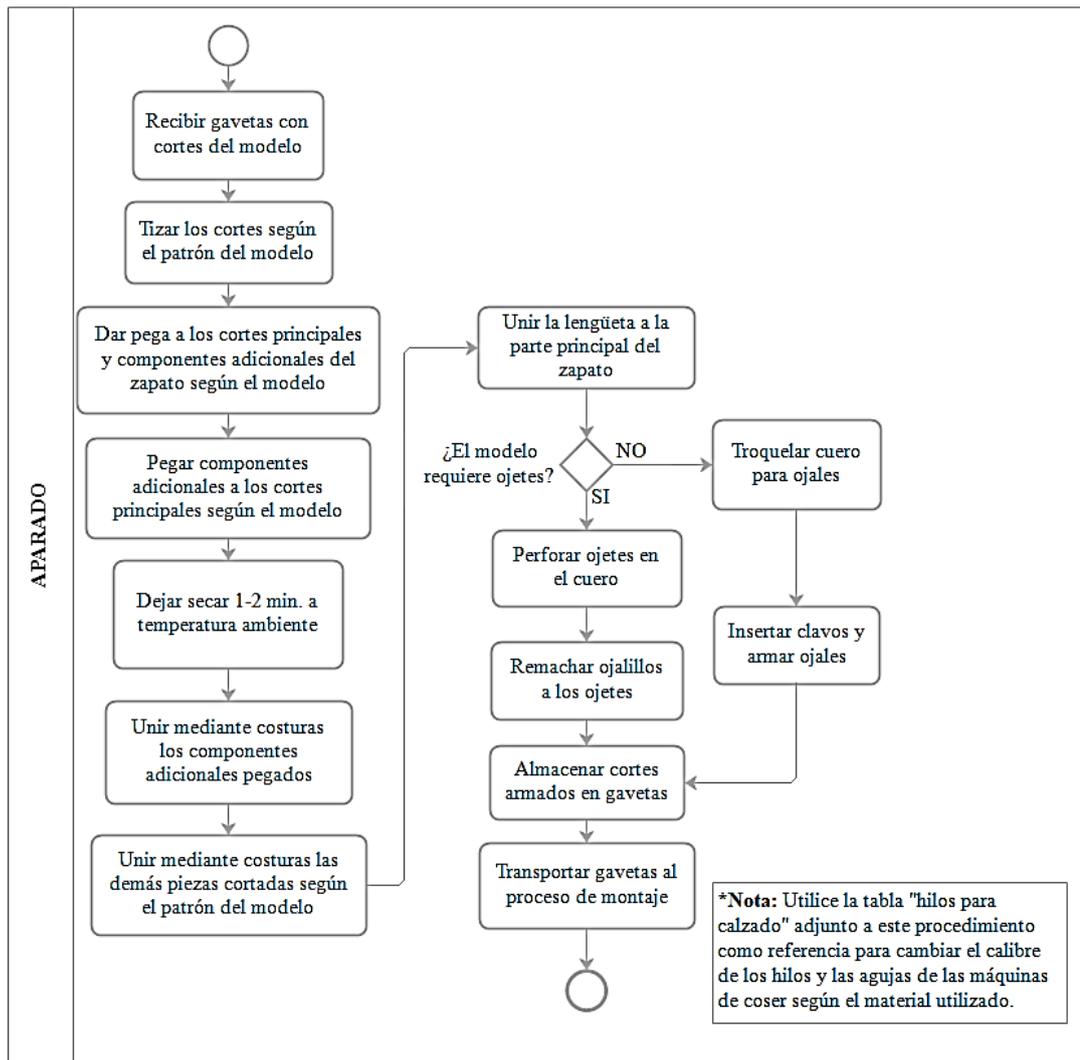


Figura 40: Flujograma para el subproceso de aparado

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------



	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

## RIESGOS Y SEGURIDAD

<b>Código</b>	<b>Nombre del Riesgo</b>	<b>Medida de seguridad a tomar</b>
<b>IFP-RM-001</b>	Cortes, laceraciones o amputaciones	Guantes de seguridad
<b>IFP-RM-002</b>	Atrapamiento	Overol de trabajo
<b>IFP-RM-003</b>	Caídas al mismo nivel	Orden y limpieza en el área de trabajo
<b>IFP-RM-004</b>	Trastornos musculo-esqueléticos	Pausas activas
<b>IFP-RM-005</b>	Pinchazos	Guantes de seguridad
<b>IFP-RM-006</b>	Golpes contra objetos inmóviles	Orden y limpieza en los pasillos y puestos de trabajo
<b>IFP-RM-007</b>	Exposición a fuentes de ruido	Uso de tapones auditivos
<b>IFP-RM-008</b>	Manipulación de cargas excesivas	Capacitaciones de manipulación correcta de cargas

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

### DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL PROCEDIMIENTO

RESPONSABLE DE ENTREGA	INSUMO	ACTIVIDADES	ALTERNATIVAS DE DECISIÓN	PRODUCTO	RESPONSABLE DE RECEPCIÓN
Operarios del proceso de corte	Cortes del modelo	1. Recibir gavetas con cortes del modelo			
Jefe de producción	-Láminas de plata -Tizas -Patrón del modelo de zapato	2. Tizar los cortes según el patrón del modelo		-Cortes con patrones tizados según el modelo	Operadores de pega
	-Brochas - Pegamento	3. Dar pega a los cortes principales y componentes adicionales del zapato según el modelo		-Cortes principales y componentes adicionales con pega untada	
		4. Pegar componentes adicionales a cortes principales según el modelo		-Componentes adicionales pegados a cortes principales	Operadores de costura
		5. Dejar secar el pegamento durante 1 a 2			

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

		min., a temperatura ambiente.			
	-Tubos de hilos -Máquinas de coser de 1 y 2 puntadas, zigzag. -Tijeras	6. Unir mediante costura los componentes adicionales pegados		Componentes adicionales pegados y cocidos a cortes principales	
	- Máquinas de coser de 1 y 2 puntadas, zigzag. -Tijeras	7. Unir las demás piezas cortadas según el patrón del modelo		Parte superior del zapato armada	
	- Máquinas de coser de 1 y 2 puntadas, zigzag. -Tijeras	8. Unir la lengüeta a la parte principal del zapato mediante costuras		Parte superior y lengüeta unidas	Operador de perforación

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

		9. Verificar si el modelo requiere ojetes.	<b>SI</b> -Seguir a la actividad 10 <b>NO</b> -Troquelar cuero para ojales. Insertar clavos y armar ojales.	Parte superior del zapato con ojales armados	
		10. Perforar ojetes en el cuero		Parte superior del zapato con ojetes	
		11. Remachar ojalillos a los ojetes		Parte superior del zapato con ojalillos remachados	
		12. Almacenar cortes armados en gavetas		Gavetas con cortes armados	
		13. Transportar gavetas al proceso de montaje			Operario de colocación de contrafuertes.

<b>Aprobado por:</b>	Ing. Luis Morales	<b>Fecha aprobación:</b>	15/11/2022
----------------------	-------------------	--------------------------	------------

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

## INDICADORES

Código	Nombre de indicador	Descripción	Fórmula	Unidad de medida	Frecuencia	Meta	Herramientas de control	Responsable
IP-CGA-001	Índice de no conformidad	Indica la tasa de cortes aparados no conformes debido a problemas de calidad.	$I_{NC} = \frac{\text{Cantidad de productos no conformes}}{\text{Cantidad producida total}} * 100$	%	Diaria	<5%	Hojas de control	Operarios del subproceso de aparado
IP-CGA-002	Tiempo de entrega	Indica el tiempo real de fabricación de una orden de producción planificada.	$T_E = \frac{\text{Tiempo real de entrega}}{\text{Tiempo de entrega programado}} * 100$	%	Diaria	50%	Hojas de control	Operarios del subproceso de aparado
IP-CGA-003	Participación de defecto "cortes mal armados"	Indica la participación neta de producto defectuoso debido a cortes mal armados dentro del proceso de Aparado.	$P_{CMA} = \frac{\text{Total productos con defectos de "cortes mal armados"}}{\text{Total productos defectuosos}} * 100$	%	Mensual	<1%	Hojas de control	Jefe de producción

	<b>CALZADO GAMOS</b>	
	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	
<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>Macroproceso:</b>	Montaje
	<b>Proceso:</b>	Aparado
	<b>PROCEDIMIENTO: PDT-CG-004</b>	Procedimiento de trabajo para el aparado de calzado.

## ANEXOS

Tabla 41: Tabla de hilos para calzado [91]

Material	Propiedades	Número	Aguja
POLIAMIDA/NYLON	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hidrófugo y oleófugo.</li> <li>- Protección ultravioleta.</li> <li>- Bondeado</li> <li>- Sin silicona añadida</li> <li>- Lubricado</li> <li>- Encerado</li> </ul>	80/3	70-100
		40/2	80-100
		40/3	100-120
		20/2	120-140
		20/3	140-160
		15/3	160-180
		10/3	160-190
		7/3	200-220
POLIESTER	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Resistencia a la abrasión</li> <li>- Lubricado estándar</li> <li>- Protección ultravioleta</li> <li>- Encerado</li> <li>- Sin silicona añadida</li> <li>- Sin impurezas</li> </ul>	5/3	200-220
		50/3	80-100
		15/3	140-160
		10/3	160-180
		10/4	160-190
		10/5	200-220
		10/6	220-240

## FIRMAS DE REVISIÓN Y APROBACIÓN

Acciones	Nombres y Apellidos	Cargo	Firma
Elaborado por:	Juan Gavilanez	Investigador	
Revisado por:	Ing. Luis Morales.	Tutor proyecto de investigación	
Validado por:	Cristian Aguilar	Jefe de producción-Calzado GAMOS	
Validado por:	Ing. Silvana Martínez	Encargada de control de calidad-Calzado GAMOS	

Aprobado por:	Ing. Luis Morales	Fecha aprobación:	15/11/2022
---------------	-------------------	-------------------	------------