

Área de Conocimiento de Ingeniería y Afines

Propuesta de mejora para el proceso de producción de calzado aplicando la metodología DMAIC en el taller de Calzado Levi ubicado en el departamento de Masaya.

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero Industrial

Elaborado por:

Br. Carlos Alexander
Castro Aburto

Carnet: 2019-0714I

Br. Jorge Luis Aburto
Real

Carnet: 2018-0020I

Br. Christopher Alfredo
Torres Ruiz

Carnet: 2019-0120I

Tutor:

MSc. Miguel Ángel
Baltodano Peña

05 de septiembre del 2024

Managua, Nicaragua.

Agradecimiento

En primer lugar, damos gracias a Dios por guiarnos y fortalecernos a lo largo de este proyecto.

Expresamos nuestro sincero agradecimiento al Msc. Miguel Ángel Baltodano Peña, por su orientación y apoyo durante toda la investigación. Su dedicación y conocimiento fueron fundamentales para alcanzar nuestros objetivos.

Agradecemos a Juan Carlos González Gaitán, propietario del Taller de Calzado Levi, por permitirnos llevar a cabo nuestro proyecto en su establecimiento y por su disposición para implementar las mejoras propuestas. Su colaboración fue esencial para el éxito de esta tesis.

Nuestro más profundo agradecimiento a nuestras familias, por su apoyo incondicional, motivación y comprensión durante todo el proceso. Su respaldo ha sido un pilar fundamental.

También queremos reconocer a los trabajadores del Taller de Calzado Levi, quienes participaron activamente en la recolección de datos y la implementación de mejoras.

Finalmente, agradecemos a la Universidad Nacional de Ingeniería por proporcionarnos las herramientas y conocimientos necesarios, así como por el apoyo brindado a lo largo de nuestra formación académica.

Este proyecto es fruto del esfuerzo conjunto de muchas personas. Esperamos que nuestro trabajo contribuya al mejoramiento continuo en la industria del calzado.

Índice de contenido

I.	Introducción.	1
II.	Antecedentes.	2
III.	Justificación.	3
IV.	Objetivos.	4
	1.1 Objetivo General.	4
	1.2 Objetivos Específicos.	4
V.	Marco Teórico.	5
	1. Diagnostico Actual.	5
	1.1 Diagnóstico.	5
	1.2 Modelo de Negocios Canvas.	6
	1.3 Matriz FODA.	7
	1.4 Matriz Impacto/Esfuerzo	8
	1.5 Matriz causa/Efecto	10
	2. Herramientas de análisis y control de calidad.	11
	2.1 Las 7 herramientas de calidad.	11
	3. Proceso productivo	19
	3.1 Modelo SCOR.	19
	3.2 OEE (EGE)	21
	3.3 Value stream map (VSM).	23
	3.3.1 Pasos para elaborar un mapa de flujo de valor	23
	3.4. Diagramas de flujo.	28
	3.5 Tipos de residuos.	29
	3.6 Pronóstico de Demanda.	32
	3.7 AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla	32

4. Planificación de la producción y modelos de gestión	38
4.1. Estrategias PUSH/PULL	38
4.2 Plan Agregado de producción	39
4.3 MPS	40
4.4 Estructura del sistema de planificación de requerimiento de materiales... 41	
4.5. MRP	42
4.6. MRP II	44
4.7 Planificación de Requerimientos de Capacidad (PRC).....	45
5. Evaluación Financiera y estrategias.....	47
5.1 Costo beneficio	47
5.2 Balance Scorecard.....	50
5.3 Lean Six Sigma.....	51
5.4 Balance lineal	53
5.5 TAKT TIME.....	56
5.6 teoría de restricciones	57
5.7 Metodología DMAIC.	58
5.8 Planificación de ventas y operaciones.....	60
6. Muestreo	62
6.1 Intervalo de confianza.....	62
6.2 Desviación estándar	63
6.3 Error de la muestra	64
7. Prueba de Hipótesis.....	64
7.1 Prueba piloto.....	65
7.2 Prueba medias de una muestra.	66
VI. Diseño Metodológico.	70

1. Tipo de Investigación.....	70
2. Diseño de Investigación.	70
3. Herramientas de Diagnóstico.	70
4. Herramientas de Análisis y Control.....	70
5. Evaluación del proceso productivo.	71
1. Diagnóstico de la Situación Actual.....	71
2. Análisis de causas raíces.	71
3. Propuestas de mejoras.	72
4. Evaluación y recomendación de las propuestas más viables.....	72
6. Tipo de Información.	72
7. Fuentes de Información:.....	73
7.1 Fuentes primarias:	73
7.2 Fuentes secundarias:.....	73
8. Población y Muestra.	73
9. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	74
9.1 Trabajo de Campo.	74
9.2 Muestreo.....	74
9.3 Encuesta.....	74
9.4 Entrevista.....	74
10. Sistematización de la Información.....	75
10.1 Técnicas de Procesamiento de la Información.	75
10.2 Herramientas para el Procesamiento de la Información.	75
VII. Cronograma de Ejecución.	76
VIII. Desarrollo.	78
1. Etapa Definir.....	78

1.1 Modelo Canvas.....	78
1.2 Modelo SCOR.....	88
1.3 EGE.....	103
1.4 Análisis PEST.....	105
1.5 Análisis FODA.....	128
2. Etapa Medir.....	134
2.1 Herramientas utilizadas:	134
2.2 Definición de la Muestra	134
2.3 Cálculo de medidas de variabilidad y tendencia de los procesos de producción.	145
2.4 Definir unidades equivalentes.....	146
2.5 Cálculo de la capacidad actual del proceso.....	150
2.6 Mapa de Flujo Valor (VSM).....	151
2.7 Costos de producción.....	153
3. Etapa Analizar	156
3.1 Análisis de capacidad.....	156
3.2 Tasa Takt Time	158
3.3 Diagramas causas y efecto, para los procesos más lentos.	160
4. Etapa Mejorar	166
4.1 Cambio del tipo de pega.....	169
4.2 Compra de un horno multifuncional.....	178
4.3 Apertura de un segundo turno en el taller.....	186
4.4 Matriz impacto-Esfuerzo	197
5. Etapa Controlar.....	200
IX. Conclusiones.....	206

X. Recomendaciones.....	207
XI. Bibliografía.....	209

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Modelo de Negocio Canvas.....	6
Ilustración 2: Matriz DAFO-FODA.....	8
Ilustración 3 Matriz Impacto/Esfuerzo.....	9
Ilustración 4 Matriz Causa Efecto.....	10
Ilustración 5: Diagrama Ishikawa.....	11
Ilustración 6 Diagrama de Pareto.....	12
Ilustración 7. Histograma De Frecuencias.....	15
Ilustración 8: Plantilla Hoja de Verificación.....	16
Ilustración 9: Gráfica de Control.....	17
Ilustración 10: Ejemplo de una Estratificación.....	18
Ilustración 11: Ejemplo de un Diagrama de Dispersión.....	19
Ilustración 12: Diagrama del Modelo SCOR.....	20
Ilustración 13: Mapa Del Flujo De Valor.....	23
Ilustración 14. Pasos para elaborar un VSM.....	24
Ilustración 15. Pasos para elaborar un VSM.....	25
Ilustración 16. Pasos para hacer un VSM.....	26
Ilustración 17. Pasos para elaborar un VSM.....	27
Ilustración 18. Pasos para elaborar un VSM.....	27
Ilustración 19: Elementos de un Diagrama de Flujo.....	28
Ilustración 20: Ejemplo de escala de Severidad AMEF.....	35
Ilustración 21: Ejemplo de probabilidad AMEF.....	36
Ilustración 22: Ejemplo de Detectabilidad AMEF.....	37
Ilustración 23: Escala del NPR.....	38
Ilustración 24 Diagrama Push/Pull.....	39
Ilustración 25: Estructura del MPS.....	42
Ilustración 26 Estructura MRP.....	43

Ilustración 27: Estructura del MRP II.	45
Ilustración 28: Diagrama Costo/Beneficio.	49
Ilustración 29: Diagrama Scorecard.	51
Ilustración 30: Esquema DMAIC.	60
Ilustración 31: planeación de ventas y operaciones (S&OP).....	62
Ilustración 32: Zona Crítica para Prueba a dos colas.....	68
Ilustración 33: Zona Crítica para Prueba con cola hacia la derecha.	68
Ilustración 34: Zona Crítica para Prueba con cola hacia la izquierda.	69
Ilustración 35: Canvas/ Modelo de negocio Calzado Levi.	87
Ilustración 36: Moldes.	90
Ilustración 37: Corte de Plantilla.....	91
Ilustración 38: Montado en Horma.	92
Ilustración 39: Estructura del zapato.	92
Ilustración 40: Pegado en caliente.	93
Ilustración 41: Montado de suela.....	93
Ilustración 42: Prensado.....	94
Ilustración 43: Pasado de suela.	94
Ilustración 44: Emplantillado.....	95
Ilustración 45: Empacado.	95
Ilustración 46: Flujo de procesos.....	96
Ilustración 47: Matriz de Destrezas y Habilidades/ Calzado Levi.	98
Ilustración 48: Escala Matriz de Destrezas y Habilidades/ Calzado Levi.	99
Ilustración 49: Máquina de coser.....	99
Ilustración 50: Horno.	100
Ilustración 51: Prensadora.....	100
Ilustración 52: Pasadora de suela.	101
Ilustración 53: Modelo SCOR/ Calzado Levi.	102
Ilustración 54: Ajuste salario Mínimo 2023.	107
Ilustración 55: Tendencia del PIB en Nicaragua.....	110
Ilustración 56: Inflación, Tasa promedio Prendas de vestir y calzado.	111
Ilustración 57: Exportaciones de Calzado.	113

Ilustración 58: Precio de la Canasta Básica	114
Ilustración 59: Porcentaje por género Población de Nicaragua.....	114
Ilustración 60: Población en edad escolar.	115
Ilustración 61: Matrícula inicial por edades del 2022.....	115
Ilustración 62: Población Estimada Managua, Masaya y Granada 2023.	116
Ilustración 63: Población estudiantil Masaya, Managua y Granada año 2022.	117
Ilustración 64: Tasa de desempleo Nicaragua.....	118
Ilustración 65: Máquina de Impresión 3D.	121
Ilustración 66: Maquina para troquelar calzado.....	121
Ilustración 67: Máquina de corte Láser.....	122
Ilustración 68: Máquina de costura giratoria.....	122
Ilustración 69: Inyectora monocolor para suelas.	123
Ilustración 70: Rueda para pulir calzado.	123
Ilustración 71: Análisis PEST/ Calzado Levi.....	126
Ilustración 72: FODA/ Calzado Levi.	133
Ilustración 73: VSM Proceso de producción Calzado Levi.	152
Ilustración 74. Demanda vs Capacidad actual.	157
Ilustración 75: Gráfico de normalidad de la demanda.	158
Ilustración 76: Takt time por proceso.....	159
Ilustración 77: Diagrama Ishikawa/ Secado del pegamento antes de la reactivación.	160
Ilustración 78: Diagrama Ishikawa/ proceso del montado.	164
Ilustración 79: Árbol de Fallas Utilización de un nuevo pegamento.	171
Ilustración 80: Diagrama de Pareto Cambio del tipo de pega.	173
Ilustración 81: Gráfica de la prueba de igualdad de varianzas.....	176
Ilustración 82: Árbol de fallas Mala utilización del horno.	181
Ilustración 83: Distribución del personal del turno de día.	188
Ilustración 84: Distribución del segundo turno.....	189
Ilustración 85: Árbol de fallas/ turnos.	190
Ilustración 86: Diagrama de Pareto Turno adicional.....	192
Ilustración 87: Matriz Impacto Esfuerzo.	198

Índice de Tablas.

Tabla 1. Ejemplo Diagrama de Pareto.....	12
Tabla 2 Ejemplo Histograma De Frecuencias.....	15
Tabla 3: Horas disponibles por cargo dentro del taller Calzado Levi.	96
Tabla 4: EGE - Disponibilidad Taller Calzado Levi.....	103
Tabla 5:EGE - Rendimiento Taller Calzado Levi.	103
Tabla 6: EGE - Calidad Taller Calzado Levi.....	104
Tabla 7: Población estimada 2023 departamentos Managua, Masaya, Granada.	116
Tabla 8: Población estudiantil Masaya, Managua y Granada 2022.	117
Tabla 9: Población Económicamente Activa 2022.	119
Tabla 10: Muestra de tiempo/ proceso de cortado.....	136
Tabla 11: Muestra de tiempo/ proceso de desbaste.	137
Tabla 12: muestra de tiempo/ proceso de calado.	137
Tabla 13: Muestra de tiempo/ proceso corte de forro.	138
Tabla 14: Muestra de tiempo/ Proceso cosido de molde.	139
Tabla 15: Muestra de tiempo/ proceso de corte plantilla pegado a la suela.	139
Tabla 16: Muestra de tiempo/ proceso montado.....	140
Tabla 17: Muestra de tiempo/ proceso preparar la suela para el pegado.	141
Tabla 18: Muestra de tiempo de espera, secado de pega.....	142
Tabla 19: Muestra de tiempo/ proceso pegado en caliente.	143
Tabla 20: Muestra de tiempo/ proceso de prensado.....	143
Tabla 21: Muestra de tiempo/ enfriamiento del calzado.	144
Tabla 22: Muestra de tiempo/pasado de suela.	144
Tabla 23 muestra de tiempo/ proceso empacado.....	145
Tabla 24: Medidas de tendencia central de los procesos.	145
Tabla 25: Medidas de variabilidad de los procesos.	146
Tabla 26: Factor de conversión.	147
Tabla 27: Resumen de tiempos del proceso productivo.	148
Tabla 28: Tasa de salida de los procesos.	149
Tabla 29: Horas Disponibles por puestos.	150

Tabla 30: Tiempo disponible para los procesos.....	151
Tabla 31: Capacidad del proceso productivo.....	151
Tabla 32: Costos variables.	153
Tabla 33: Costos fijos/Mano de obra.	153
Tabla 34: Costos fijos/CIF.....	154
Tabla 35: Ventas Netas.	154
Tabla 36: Margen de contribución, taller Calzado Levi.....	155
Tabla 37. Demanda vs Capacidad.....	156
Tabla 38: Tasa Takt Time por proceso.	159
Tabla 39: Escala AMEF/ Severidad.	167
Tabla 40: Escala AMEF/Probabilidad.	168
Tabla 41: Escala AMEF/Detectabilidad.....	168
Tabla 42: Escala NPR.	169
Tabla 43: Análisis AMEF cambio del tipo de pega.....	172
Tabla 44: NPR cambio del tipo de pega.	172
Tabla 45: Tiempos de la prueba piloto del secado de la pega.....	175
Tabla 46: Intervalos de confianza de Bonferroni de 95%.	175
Tabla 47: Prueba de igualdad de varianza/Minitab.....	176
Tabla 48: Medias para la prueba T.	177
Tabla 49: Estadísticas de las muestras de tiempos del secado de pega.....	177
Tabla 50: Estimación de la diferencia para las dos muestras.....	177
Tabla 51: Prueba T para 2 muestras/ Secado de la pega.....	178
Tabla 52: Horas disponibles por puesto compra de un horno multifuncional.....	179
Tabla 53: Capacidad del taller Compra de un horno multifuncional.....	179
Tabla 54: Capacidad Anual Compra de un horno multifuncional.	180
Tabla 55: Análisis AMEF Compra de un horno multifuncional.	182
Tabla 56: NPR Compra de un horno multifuncional.....	182
Tabla 57: Depreciación anual del horno.	184
Tabla 58:Costos Mano de Obra, compra de un horno.....	184
Tabla 59: CIF compra de un horno.	184
Tabla 60: Margen de contribución compra de un horno multifuncional.....	185

Tabla 61: Margen de Utilidad/ Compra de un Horno multifuncional.....	185
Tabla 62: Disponibilidad Taller Calzado Levi- 2 turnos.	186
Tabla 63: Rendimiento/Calidad Taller Calzado Levi.	186
Tabla 64: Horas disponible por puesto 2 turnos Taller Calzado Levi.	187
Tabla 65: Producción anual por puesto con 2 turnos.....	188
Tabla 66: Capacidad del taller con dos turnos.....	188
Tabla 67: Tabla AMEF Turno adicional.	191
Tabla 68: NPR Turno adicional.	192
Tabla 69: Costos fijos/ M.O. 2 turnos.....	194
Tabla 70: Costos fijos/ CIF 2 turnos.....	195
Tabla 71: Margen de contribución con 2 turnos en el taller.	196
Tabla 72: Margen de Utilidad/ Apertura de un segundo turno.	196
Tabla 73: Utilidad Adicional de las propuestas.	199
Tabla 74: Cronograma de ejecución/Control de asistencia.	201
Tabla 75: Cronograma de ejecución/ Capacitación del personal.....	203
Tabla 76: Cronograma de ejecución/ Planeación de los turnos.....	205

Índice de Ecuaciones.

Ecuación 1 Calculo para el Rango de datos.....	13
Ecuación 2 Calculo para determinar el número de intervalos	14
Ecuación 3. Cálculo para el valor de cada intervalo.....	14
Ecuación 4. Calculo para límite inferior.....	14
Ecuación 5: Disponibilidad	21
Ecuación 6:Rendimiento	21
Ecuación 7: Rendimiento	22
Ecuación 8: Calidad	22
Ecuación 9: OEE.....	22
Ecuación 10: Cálculo del NPR.	37
Ecuación 11. Calculo para sistema MRP.....	43
Ecuación 12 : cálculo de la desviación estándar de la muestra.	53
Ecuación 13: cálculo del balance lineal.....	55

Ecuación 14: cálculo del tiempo de ciclo.....	55
Ecuación 15: cálculo de la estación de trabajo.....	55
Ecuación 16: Cálculo del Takt time.....	57
Ecuación 17: Desviación Estándar.....	63
Ecuación 18: Ecuación para obtener z para población Infinita.....	66
Ecuación 19: Ecuación para obtener t para población Infinita.....	67
Ecuación 20: Ecuación para obtener z para población finita.....	67
Ecuación 21: Ecuación para obtener t para población finita.....	67
Ecuación 22: Tasa de crecimiento compuesto.....	111
Ecuación 23: Cálculo de la muestra.....	134
Ecuación 24: Error de la muestra.....	134
Ecuación 25: Tiempo Efectivo.....	135
Ecuación 26: Tiempo ocio.....	135
Ecuación 27: Tiempo promedio.....	135
Ecuación 28: Coeficiente de variación.....	135
Ecuación 29: Total Horas Disponibles.....	150
Ecuación 30: Costos fijos.....	154
Ecuación 31: Ventas Netas.....	154
Ecuación 32: Margen de contribución.....	155
Ecuación 33: Margen de contribución unitario.....	155
Ecuación 34: Cálculo NPR.....	168
Ecuación 35: Costo Materia Prima Apertura de un turno adicional.....	195

I. Introducción.

La industria del calzado representa un sector fundamental a nivel global, el portal web statista (Orús, 2023) informa que en 2022 generó 382.000 millones de dólares, creando empleo a lo largo de la cadena de suministro, desde la fabricación hasta la distribución. La industria del calzado en Nicaragua es parte de la actividad económica del país, por su parte, el presidente de la Cámara de Cuero y Calzado de Nicaragua (Camcunic) afirmó que, en 2021, se proyectaba una producción de 8 a 9 millones de pares de zapatos, de los cuales 2 millones se dirigían a la exportación, principalmente hacia mercados como Costa Rica, Panamá, Honduras y Guatemala. Según el Informe Anual publicado por (Banco Central de Nicaragua, 2023) las exportaciones de calzado y prendas de vestir han aumentado de 5 a 42.6 millones de dólares en 2022 respecto al 2017.

Calzado Levi es un taller que se dedica a la producción de calzado de cuero, que opera desde el 2014, en el departamento de Masaya. En su recorrido, ha sobresalido por la confección de calzado de cuero destinado a instituciones como las alcaldías de Managua y Masaya, el taller funciona bajo el sistema productivo Make To Order (MTO), lo que significa que la producción inicia al momento que el cliente realiza un pedido, esto permite personalizar el estilo de calzado a producir a gusto del cliente. Se ha identificado que en el taller existen oportunidades de mejora en relación a los controles de inventarios, planificación de compras, organización del espacio de trabajo, definición de tiempos estándares y consumos estándares de material.

La metodología DMAIC es un enfoque estructurado basado en la metodología Lean Six Sigma para la resolución de problemas que, mediante la definición, medición y análisis de un problema, puede mejorar el rendimiento o eliminar los desperdicios de un proceso. Al aplicar esta metodología en el taller Calzado Levi, se pretende elaborar una propuesta de mejora en el proceso productivo al identificar las restricciones de los procesos y atacar la causa raíz de los mismos.

II. Antecedentes.

Taller de Calzados Levi, fue fundado en el departamento de Masaya, por Juan Carlos Gonzales Gaitán en 2014, como parte de una idea familiar. El taller se especializa en la producción de calzado una de cuero destinado al mercado nacional y tiene como principal objetivo contribuir al crecimiento y desarrollo de la industria del calzado en la región, generando oportunidades de empleo y crecimiento de la economía local, Calzados Levi se dio a conocer en ferias como estrategia para atraer a más clientes.

Calzado Levi ha adoptado un sistema de producción conocido como Make To Order (Producción Bajo Pedidos), que implica que la fabricación de calzado se inicie cuando se recibe un pedido específico de un cliente. Este sistema requiere una coordinación estrecha en la cadena de suministro para garantizar la disponibilidad de materias primas y una capacidad de producción flexible y ágil para satisfacer la demanda en tiempo y forma, lo cual ha sido un reto para el taller.

Dentro de su portafolio de productos, el taller posee diversos estilos de calzado de hombre y mujer, como: botines, zapatos casuales, zapatos escolares, botas de trabajo, mocasines, botines y tenis. La variedad de diseños que posee Calzado Levi, lo obliga a mantener un amplio inventario de materiales esenciales para la fabricación de los mismos, lo cual a medida que ha ido creciendo el portafolio mayor ha sido la dificultad de gestionar el inventario de forma eficiente.

El sistema productivo de Calzado Levi está diseñado bajo la experiencia de sus dueños, por lo cual no poseen una estandarización de tiempos, esto impide que el taller pueda planificar de forma correcta la producción semanal en base a la capacidad que tiene. A Calzado Levi, se le ha dificultado encontrar mano de obra capacitada, por lo cual su personal es un poco reducido, lo que lo ha llevado a tener que acumular inventarios para responder a los periodos de alta demanda.

III. Justificación.

El sistema de producción Make To Order (MTO) implementado por Taller de Calzado Levi ofrece la ventaja de una personalización completa del calzado según las preferencias individuales del cliente. Sin embargo, durante los períodos de alta demanda, particularmente en noviembre, diciembre y enero, esta flexibilidad se convierte en un desafío, los pedidos de los clientes superan la capacidad del proceso productivo del taller y pone en riesgo poder cumplir con todos los pedidos de los clientes.

Desde la fundación de la empresa, las fases o etapas del proceso han sido establecidas principalmente a partir del conocimiento y experiencia del propietario, es decir, no se ha hecho uso de modelos o herramientas de planificación y estudio de trabajo que permitiesen medir, evaluar o mejorar el proceso de manera sistemática, la ausencia de una planificación formal o de herramientas de control ha llevado a una falta de estructura en la supervisión y gestión del proceso de producción de calzado.

El presente estudio monográfico tiene como finalidad dar una propuesta de mejora para la producción buscando incrementar la capacidad de respuesta, ayudando al taller a ser más ágil y adaptable a las demandas del mercado. Así mismo, se propondrán estrategias que permitan la retroalimentación de los datos por parte del proceso, que brinden una base sólida para la toma de decisiones futuras.

Esto implica: optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos de espera y minimizar el desperdicio, mejorando la eficiencia general del proceso de fabricación, que permitirá al taller responder más rápidamente a los pedidos, para garantizar la satisfacción de los clientes. Este cambio también fortalecería la posición competitiva del taller en el mercado, posicionándolo como un referente en cuanto a eficiencia y capacidad de respuesta ante las demandas del mercado.

IV. Objetivos.

1.1 Objetivo General.

Desarrollar una propuesta de mejora para el proceso de producción de calzado aplicando la metodología DMAIC en el taller Calzado Levi, ubicado en el departamento de Masaya para el año 2024.

1.2 Objetivos Específicos.

1. Identificar las trampas de tiempo o actividades que afectan el proceso de producción.
2. Formular iniciativas de mejoras en el proceso productivo del taller Calzado Levi.
3. Seleccionar las iniciativas de mejoras económicamente viables para el negocio.

V. Marco Teórico.

1. Diagnostico Actual.

1.1 Diagnóstico.

Un diagnóstico es un proceso analítico detallado y sistemático que se lleva a cabo para evaluar y comprender la situación actual de una empresa en diferentes áreas de su funcionamiento, con el objetivo de poder identificar sus fortalezas y debilidades en sus procesos y dentro del mercado competitivo.

El Diagnóstico empresarial se compone de una herramienta simple de gran utilidad con el fin de conocer la situación actual de una organización y los problemas que imposibilitan su progreso. Actualmente existen una gran variedad de metodologías para realizar un diagnóstico empresarial, donde algunas se enfocan a algunos aspectos de la empresa. Algunos resultados hacen énfasis a procesos productivos. Tener una visión clara y detallada de la situación actual de la empresa con relación a su sistema de producción. (Portugal, 2017)

1.2 Modelo de Negocios Canvas.

Es una herramienta gráfica que se utiliza para describir qué valor se ofrece a los clientes, cómo se crea, la forma en que se transmite (los canales) y se entrega, el modo en que los clientes entienden el modelo de negocio actual y la manera cómo ese modelo se convierte en otro para alcanzar los objetivos de la empresa en el futuro (Alexander Osterwalder & Pigneur, 2010), en otras palabras, es una herramienta versátil que ayuda a las empresas a comprender, visualizar y ajustar su modelo de negocio de manera más clara y efectiva, permitiéndoles identificar oportunidades de mejora, innovación y crecimiento.



Ilustración 1: Modelo de Negocio Canvas.
Fuente: (Luis Socconini & Carlos Reato, 2019)

Elementos del Modelo Canvas:

- Segmentos de clientes: diferentes grupos de clientes con características y necesidades similares a las que debe cubrir la propuesta de valor.
- Propuesta de valor: el modo en que un producto o un servicio resuelve un problema o satisface una necesidad.
- Canal: la manera en que se comunica la propuesta de valor y se entrega a los clientes.
- Relación con los clientes: la forma en que se establece la relación con cada

- Segmento de clientes y se mantiene.
- Flujos de ingresos: el resultado monetario de cada propuesta de valor.
- Recursos clave: los medios necesarios para ofrecer los elementos descritos anteriormente.
- Actividades clave: procesos o actividades necesarias para generar valor para los clientes

1.3 Matriz FODA.

Según (Sánchez Huerta, 2020), el análisis FODA también conocido como DAFO o DOFA, es una herramienta clave para hacer una evaluación pormenorizada de la situación actual de una organización o persona sobre la base de sus debilidades y fortalezas y en las oportunidades y amenazas que ofrece su entorno.

Fortalezas (F): Se refieren a las ventajas internas de una empresa o proyecto. Estas pueden incluir recursos sólidos como una marca fuerte, tecnología avanzada, un equipo talentoso, buena reputación, patentes, entre otros.

Oportunidades (O): Son factores externos que pueden beneficiar a la organización. Estas oportunidades pueden estar relacionadas con cambios en el mercado, tendencias emergentes, nuevas tecnologías, apertura de nuevos mercados etc.

Debilidades (D): Son aspectos internos que representan desventajas o limitaciones. Estas debilidades pueden incluir falta de recursos financieros, problemas de gestión, productos obsoletos, deficiencias en la cadena de suministro.

Amenazas (A): Son factores externos que pueden representar desafíos o riesgos para la organización. Estas amenazas pueden ser competidores fuertes.



Ilustración 2: Matriz DAFO-FODA
Fuente: (Sánchez Huerta, 2020)

1.4 Matriz Impacto/Esfuerzo

La matriz Impacto esfuerzo es una técnica de toma de decisiones ampliamente utilizada en el pensamiento estratégico. En contextos en los que necesitamos priorizar acciones con respecto a otras, evaluando su impacto y facilidad de implementación. Visualmente es una matriz 2x2, en la que los elementos sometidos a evaluación, están posicionados según su grado de impacto y esfuerzo (Ariza, 2020).

1.4.1 Como crear una matriz impacto/esfuerzo?

Para su creación se establece que en el eje de las X se coloca el **Esfuerzo** y esta se divide en alto y bajo, y en el eje de las Y se coloca el **Impacto** que se divide en alto y bajo, entre ellos se crean 4 cuadrantes:

Cuadrante 1: Ganancia Rápida

Impacto Alto y Esfuerzo Bajo: esta son las actividades, proyectos de ganancia rápida y que tienen que ser atendidas de primera.

Cuadrante 2: Oportunidad

Impacto Alto y Esfuerzo Alto: son aquellas oportunidades grandes que se les debe hacer una planeación detallada; sin embargo, la recomendación es que se ejecuten rápido y con eficiencia. Usar la técnica de Productos Mínimo Viable (MVP).

Cuadrante 3: Menor ganancia

Impacto Bajo y Esfuerzo Bajo: puedes considerarlas con una prioridad muy baja y pueden dar algo de ganancia.

Puedes tenerla a la vista para profundizar y buscar otras oportunidades.

Cuadrante 4: Descartar

Impacto Bajo y Esfuerzo Alto: consumir mucho esfuerzo y obtener poca ganancia, lo cual es recomendable descartar y evitarlas por completo.

Matriz de Impacto y Esfuerzo



Ilustración 3 Matriz Impacto/Esfuerzo
Fuente: (Ariza, 2020)

1.5 Matriz causa/Efecto

Según (Turrent, 2013), Una matriz de causa y efecto ayuda a descubrir qué factores afectan los resultados de su iniciativa de Six Sigma. Proporciona una forma de trazar cómo el valor se transmite de los factores de entrada de su sistema (la X s) a las salidas de proceso o de producto (la Y s). Con estas relaciones visibles y cuantificados, se puede descubrir fácilmente los factores más influyentes que contribuyen al valor.

El método empleado en una matriz de Causa y efecto puede parecer familiar porque es la base de muchas de clasificación familiar y herramientas para la toma de decisiones. El método de comienza haciendo una lista de todos los posibles factores de entrada (la X s) como filas individuales de la matriz.

Este listado de insumos debe provenir de un mapa de flujo del proceso o el valor de mapa de flujo o completado previamente un diagrama de espina de pescado. El uso de estas herramientas antes de hacer una matriz de C & E le permite hacer una lista exhaustiva de factores de entrada posibles sin las limitaciones de sesgo o de opinión.

Ejemplo de matriz causa efecto sobre la fabricación de bolsas:

		Input					Total
		calificación del cliente (1-10)	rollo con defectos	selección de bolsas buenas por parte del operador	eficiencia de máquinas borseadoras	capacitación de los operadores	
Output	buena apariencia	8	10	8	9	10	296
	costo bajo	9	10	1	1	1	117
	resistente	10	10	8	10	10	380

Ilustración 4 Matriz Causa Efecto

Fuente: (Turrent, 2013)

2. Herramientas de análisis y control de calidad.

2.1 Las 7 herramientas de calidad.

2.1.1 Diagrama Ishikawa

El diagrama de Causa-Efecto es una herramienta analítica que nos permite encontrar las posibles causas que generan un problema a través de un análisis sistemático exhaustivo de los factores que pueden influir para causar un efecto o problema. Por su forma también se le conoce como diagrama de espina de pescado (Sánchez & Sánchez, 2005).

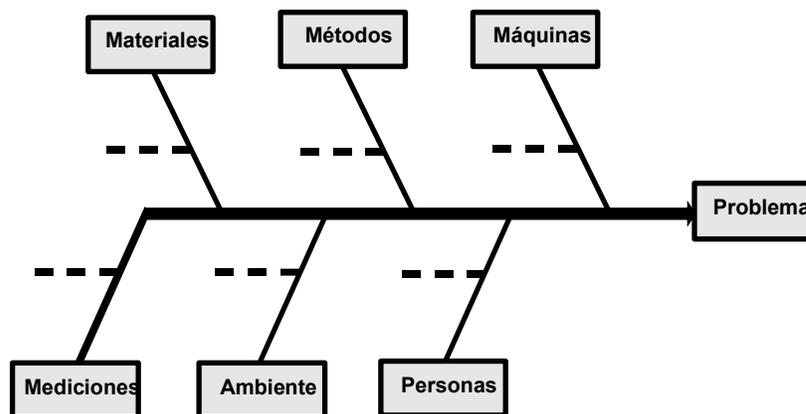


Ilustración 5: Diagrama Ishikawa
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

2.1.2 Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una gráfica de barras que muestra en orden descendente de importancia (magnitud, frecuencia, costo, etc.) una serie de problemas diferentes. Por ejemplo, defectos, daños, reclamaciones de clientes (frecuencia, o costo), accidentes, etc.

El diagrama de Pareto es muy útil cuando se tiene una gran cantidad de problemas y se necesita jerarquizarlos en orden de importancia. Se utiliza también para analizar si ha habido mejora después de la aplicación de alguna acción correctiva a algún problema. (Sánchez & Sánchez, 2005)

Procedimiento

1. Elaborar una lista de los problemas y sus valores en términos de costo, porcentaje, frecuencia o algún otro tipo de valor.
2. Determinar la fecha en la que se elaborará otro diagrama de Pareto para evaluar la mejora.
3. Elaborar una tabla que contenga las columnas siguientes:
 1. Problemas, en orden descendente de acuerdo con su valor.
 2. Valores: costo, porcentaje, frecuencia, etc.
 3. Porcentaje que representa cada tema del valor total.
 4. Porcentaje acumulado.
 5. Suma total de la columna de valores.

	PROBLEMA	VALOR	PORCENTAJE	PORCENTAJE ACUMULADO
I.	GRUMO	50	37.87	37.87
II.	TALLONES	36	27.27	65.14
III.	ESCURRIDAS	15	11.36	76.50
IV.	ABOLLADURAS	10	7.57	84.07
V.	FALTA DE BRILLO	8	6.06	90.13
VI.	DECOLORACION	8	6.06	96.19
VII.	OTROS	5	3.78	99.97
	SUMATORIA	132	99.97	

Tabla 1. Ejemplo Diagrama de Pareto
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

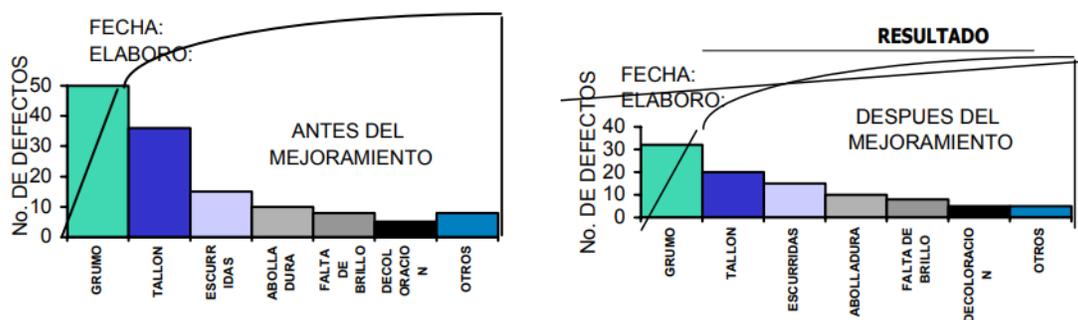


Ilustración 6 Diagrama de Pareto
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

2.1.3 Histograma de Frecuencia

Es una gráfica de barras que muestra la frecuencia con la que han ocurrido o se han presentado una serie de datos o fenómenos, así como su distribución, esto se logra a través de agrupar los datos en intervalos definidos y evaluar cuantos datos están contenidos en dichos intervalos (frecuencia). (Sánchez & Sánchez, 2005)

Expresando los datos en un Histograma de frecuencias se puede conocer y analizar:

- 1) El comportamiento global de los datos (Forma de distribución)
- 2)Cuál es su comportamiento promedio (Posición central)
- 3) La magnitud de la variación de los datos.
- 4) Su comportamiento con respecto a la norma o especificación (índice de capacidad del proceso y/o porcentaje de defecto.

El histograma de frecuencia se elabora a partir de los siguientes datos:

Rango: se refiere a la diferencia entre el valor más alto y el valor más bajo de los datos y es fundamental para determinar la extensión total de los valores representados en el histograma.

$$\text{Rango (R)} = \text{Dato de mayor valor (L)} - \text{Dato de menor valor (S)}$$

Por lo tanto
 $R = L - S$

Donde:
L = Dato máximo
S = Dato mínimo

Ecuación 1 Calculo para el Rango de datos
(Sánchez & Sánchez, 2005)

Numero de intervalos: es la cantidad de divisiones o "bins" que se utilizan para agrupar los datos en rangos específicos con el fin de crear la representación gráfica.

$$K = \sqrt{\text{número de datos } (N)}$$

$$K = 1 + 3.322\log(N)$$

Ecuación 2 Cálculo para determinar el número de intervalos
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

Donde:

K: Numero de intervalos

N: Numero de datos

Valor de cada intervalo: son los límites que definen cada uno de los segmentos o divisiones en los que se agrupan los datos. Estos límites dividen el rango total de los datos en intervalos específicos.

$$\text{Valor del intervalo (H)} = \text{Rango (R)} / \text{Número de intervalos (K)}$$

Ecuación 3. Cálculo para el valor de cada intervalo
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005).

Cada intervalo en un histograma tiene dos valores asociados:

Límite inferior del intervalo: Es el valor más pequeño que delimita un intervalo específico. Es el punto de partida para ese intervalo.

Límite superior del intervalo: Es el valor más grande que delimita ese intervalo y marca su final.

$$\text{Límite inferior (LI)} = \text{Valor mínimo} - (\text{Unidad mínima de medición})/2$$

Ecuación 4. Cálculo para límite inferior
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

Marca de clase	Limites de intervalos	Tabla de conteo	Frecuencia
156.5	155.5 - 157.5	I	1
158.5	157.5 - 159.5	III	3
160.5	159.5 - 161.5	HHH HH IIII	14
162.5	161.5 - 163.5	HHH HH HHH III	18
164.5	163.5 - 165.5	HHH HH HHH HHH III	23
166.5	165.5 - 167.5	HHH HH IIII	14
168.5	167.5 - 169.5	HHH HH II	12
170.5	169.5 - 171.5	HHH III	8
172.5	171.5 - 173.5	III	3
174.5	173.5 - 175.5	II	2
			$\Sigma f = 98$

Tabla 2 Ejemplo Histograma De Frecuencias
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

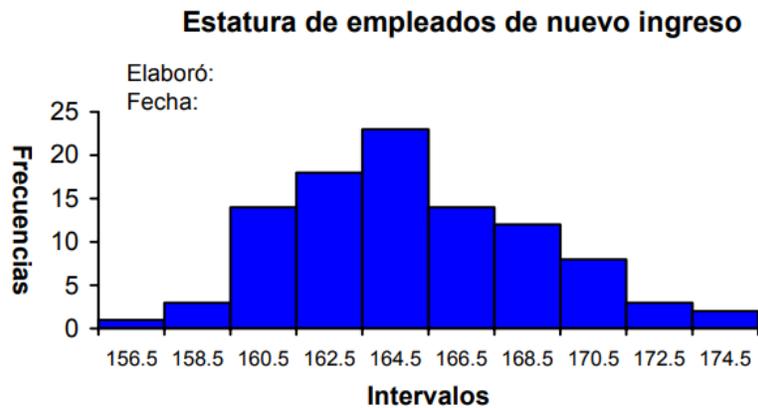


Ilustración 7. Histograma De Frecuencias
Fuente: (Sánchez & Sánchez, 2005)

2.1.4 Hojas de verificación

Según (Sánchez & Sánchez, 2005), es un formato que sirve para registrar, analizar y procesar fácilmente los datos registrados en él. Las condiciones para aplicar eficientemente esta hoja son:

1. Elaborar la hoja de verificación que esté de acuerdo con la finalidad de uso.
2. Debe ser lo más sencilla posible.
3. Los puntos de verificación deben ser estudiados constantemente.
4. Reglamentar el método de verificación.

5. Los puntos de verificación deben coincidir con el orden de la operación.
6. Aclarar la secuencia de datos.
7. Tomar las medidas y contramedidas oportunamente.
8. Debe de estar diseñada de tal manera que se puedan tomar con facilidad las acciones correctivas.

Proyecto/Proceso/Situación		Convención	
Nombre de observador			
Localización			
Fecha			
Hoja #			
Evento/Producto/ Defecto/Item	Frecuencia	Comentarios	Total
Defecto 1			
Defecto 2			
Defecto 3			
Defecto 4			
Defecto 5			
Defecto 6			
Defecto 7			
Defecto 8			
Defecto 9			
Defecto 10			
Total			

Ilustración 8: Plantilla Hoja de Verificación.

Fuente: (Betancourt, 2016)

2.1.5 Graficas de control

Es una herramienta que consiste en observar a través del tiempo una característica predeterminada de un producto a la salida de un proceso, lo que servirá para analizar la estabilidad del proceso y para identificar las causas de variación, de manera que se tomen acciones que permitan evitar la recurrencia de defectos. (Sánchez & Sánchez, 2005)

La gráfica de control es como una película, es decir, es una sucesión de fotografías del proceso a través del tiempo. Las gráficas de control se pueden usar con dos fines:

1) Gráfica de control para el análisis. Se utiliza para investigar si el proceso está en estado estable.

2) Gráfica de control para controlar el proceso: Se usa para mantener estable el proceso.

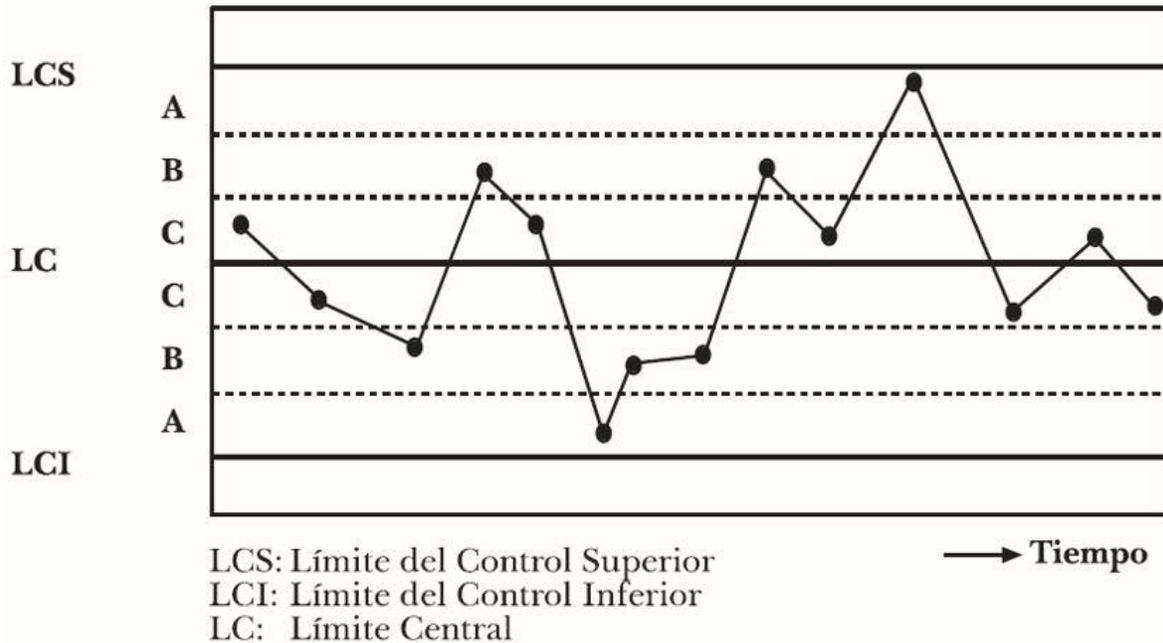


Ilustración 9: Gráfica de Control.

Fuente: (Luis A. González-Rivas, 2016)

2.1.6 Estratificación

Estratificación consiste en clasificar los grupos de datos con características comunes con el fin de simplificar el análisis de datos para la mejora de procesos o la solución de problemas. Las características comunes son referidas a la información histórica de los datos desde su origen (por ejemplo, quién y con qué material, maquinaria y equipo se ha manufacturado y producido, etc.) y la situación de la cual se ha tomado (Sánchez & Sánchez, 2005)

Tipos de estratificación que se usan normalmente en áreas de trabajo:

1. Por material y materia prima. Por proveedor, por lugar de origen, por marca, por fecha de compra, por lote de recibo, por lote de producción.
2. Por equipos y maquinaria. Por tipo de máquinas, por cantidad de máquinas, por modelo de máquina, capacidad, equipos, y herramientas que se utilizan.
3. Por método de operación o condiciones de operación. Por velocidad de línea, método de trabajo, condiciones de operación, condiciones de establecimiento y ajuste. (Número de revoluciones de máquina, presión, temperatura), por lugar de operación, por lote, por método de medición, etc.
4. Por tiempo. En la mañana y en la tarde, día y noche, inmediatamente después del inicio de operación, inmediatamente antes de la terminación, etc.



Ilustración 10: Ejemplo de una Estratificación.

Fuente: (Garraza, s.f.)

2.1.7 Diagrama de Dispersión.

Un diagrama de dispersión es un tipo de diagrama matemático utilizado para mostrar valores de dos variables para un conjunto de datos. Los datos se muestran como una colección de puntos, cada uno con el valor de una variable de control (también llamada variable independiente) que determina la posición en el eje

horizontal, y el valor de la otra variable dependiente que determina la posición en el eje vertical, particularmente útil cuando se buscan patrones y comparaciones. (RCA RT RCA2GO, s.f.)

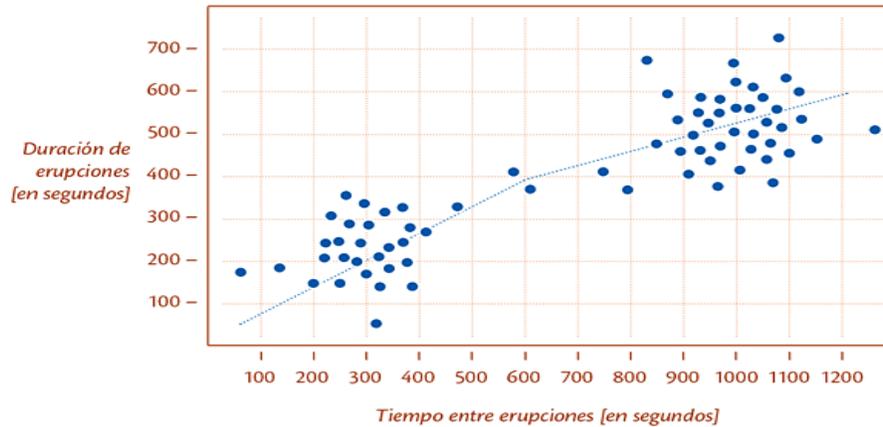


Ilustración 11: Ejemplo de un Diagrama de Dispersión.

Fuente: (RCA RT RCA2GO, s.f.)

3. Proceso productivo

3.1 Modelo SCOR

Es un instrumento que sirve para describir, determinar y establecer cadenas de suministro, con la finalidad de estandarizar los métodos y sus procesos, brindando diferentes estrategias y alternativas de cadenas de suministro mediante los indicadores de rendimiento. Este modelo se basa en 5 procesos claves de todo negocio: planificación, abastecimiento, producción, distribución y logística inversa

(Calderón Lama & Lario Esteban, 2005)

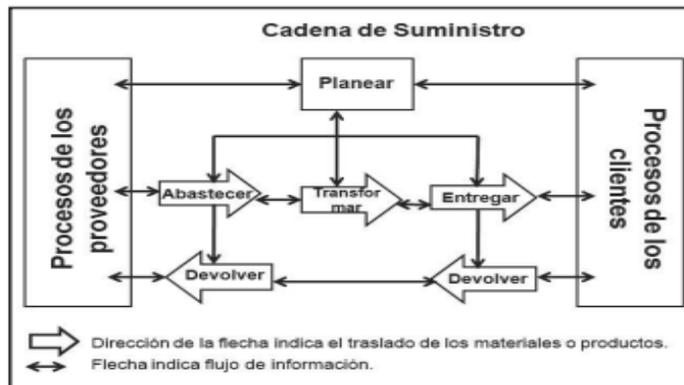


Ilustración 12: Diagrama del Modelo SCOR.
Fuente: (Calderón Lama & Lario Esteban, 2005)

Proceso de negocio:

- Planificar (plan); es el proceso que abarca toda la extensión de la cadena de suministro, tanto en cuanto a la producción de la demanda y del suministro como a la planificación de la infraestructura a lo largo de la cadena de suministro.
- Abastecimiento (source) / Suministro / Compras: es el proceso que cuida de la adquisición de los materiales e infraestructura necesaria para dar soporte a esta actividad.
- Producción (make): Incluye la definición del proceso de transformación y aportación de valor a las mercancías.
- Entregar (deliver) / Despacho: Es el proceso más amplio y se extiende desde la empresa considerada hasta el consumidor final.
- Gestión de los retornos (returns) / Devolución (flujo inverso): se ocupa del retorno de productos desde el consumidor final hasta la empresa considerada y del retorno de materiales desde la empresa hasta el punto de origen de la cadena de suministro.

3.2 OEE (EGE)

OEE es una forma de "mejores prácticas" para monitorear y mejorar la efectividad de sus procesos de fabricación (es decir, máquinas, células de fabricación, líneas de montaje).

OEE es simple y práctico. Toma las fuentes más comunes e importantes de pérdida de productividad en la fabricación, las ubica en tres categorías principales y las resume en métricas que proporcionan un indicador excelente para medir dónde se encuentra y cómo puede mejorar.

OEE se utiliza con frecuencia como métrica clave en TPM (Mantenimiento Productivo Total) y Lean. Programas de fabricación y le brinda una manera consistente de medir la efectividad de TPM y otras iniciativas al proporcionar un marco general para medir la producción. (Industrias Vorne, 2008)

Calculando OEE

Las fórmulas Como se describe en World Class OEE, el cálculo de OEE se basa en los tres factores de OEE: disponibilidad, rendimiento y calidad. Así es como se calcula cada uno de estos factores.

Disponibilidad

La disponibilidad tiene en cuenta la pérdida de tiempo de inactividad y se calcula como:

$$\text{Disponibilidad} = \text{Tiempo de operación} / \text{Tiempo de producción planificado}$$

Ecuación 5: Disponibilidad
Fuente: (Industrias Vorne, 2008)

Rendimiento

El rendimiento tiene en cuenta la pérdida de velocidad y se calcula como:

$$\text{Rendimiento} = \text{Tiempo de ciclo ideal} / (\text{Tiempo de operación} / \text{Total de piezas})$$

Ecuación 6:Rendimiento

Fuente: (Industrias Vorne, 2008)

El tiempo de ciclo ideal es el tiempo de ciclo mínimo que se puede esperar que alcance su proceso en circunstancias óptimas. A veces se le llama tiempo de ciclo de diseño, tiempo de ciclo teórico o capacidad nominal.

Dado que la tasa de ejecución es el recíproco del tiempo del ciclo, el rendimiento también se puede calcular como:

$$\text{Rendimiento} = (\text{Total de piezas} / \text{Tiempo de operación}) / \text{Tasa de ejecución ideal}$$

Ecuación 7: Rendimiento

Fuente: (Industrias Vorne, 2008)

El rendimiento tiene un límite del 100 %, para garantizar que, si se comete un error al especificar el tiempo de ciclo ideal o la velocidad de ejecución ideal, el efecto en la OEE será limitado.

Calidad

La calidad tiene en cuenta la pérdida de calidad y se calcula como:

$$\text{Calidad} = \text{Buenas Piezas} / \text{Total de Piezas}$$

Ecuación 8: Calidad

Fuente: (Industrias Vorne, 2008)

OEE

La OEE tiene en cuenta los tres factores OEE y se calcula como:

$$\text{OEE} = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$$

Ecuación 9: OEE

Fuente: (Industrias Vorne, 2008)

3.3 Value stream map (VSM)

Los flujos de valor (value streams) son unidades de negocios integradas por equipos multidisciplinares que se encargan de crear valor para el cliente desde el momento en que se realiza el pedido hasta que se hace efectivo el pago de este. El diagrama de flujo de valor permite seguir todo el proceso de principio a fin y demuestra cómo pueden satisfacerse las necesidades de los clientes a la hora de brindar una gama de servicios y productos sin que deba recurrirse a un entramado burocrático complejo. (Luis Socconini & Carlos Reato, 2019)

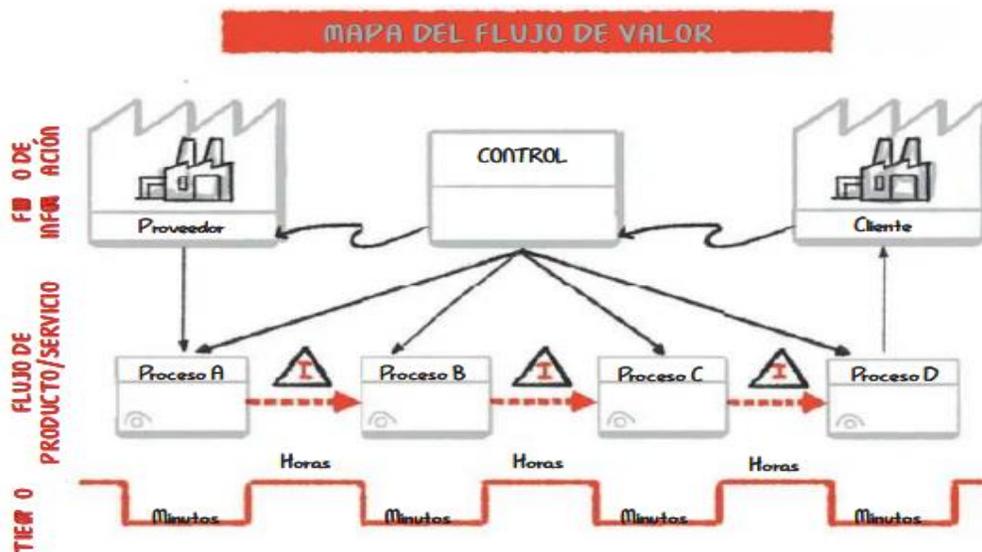


Ilustración 13: Mapa Del Flujo De Valor.
Fuente: (Luis Socconini & Carlos Reato, 2019)

3.3.1 Pasos para elaborar un mapa de flujo de valor

Defina su mapa de flujo de valor mediante la colocación de puntos de inicio y fin en las esquinas del documento. Si cubrir toda la cadena de suministro, comenzar con el proveedor/ materias primas y terminar con el cliente

Además del cliente, tenga en cuenta el tiempo takt, la tasa de producción necesaria para satisfacer la demanda del cliente. Calcule dividiendo los minutos de producción disponibles por las unidades de producción requeridas



Ilustración 14. Pasos para elaborar un VSM

Fuente: (Learn Fast, 2023)

Paso 2: Mapear los pasos de su proceso

Insertar para mostrar todos los pasos. En cada esquina de la caja, use un círculo pequeño para denotar el número de operadores.

- CT (tiempo de ciclo): el tiempo para completar un paso de proceso
 - CO (tiempo de cambio): el tiempo necesario para cambiar el tipo de producto
- Tiempo de actividad: el porcentaje de tiempo que la máquina está funcionando

- Rendimiento: el porcentaje de piezas que pasan la inspección



Ilustración 15. Pasos para elaborar un VSM

Fuente: (Learn Fast, 2023)

Paso 3: Agregar inventario y tiempos de espera

Conecte puntos de inicio/ fin y procese cajas con flechas gruesas. Las flechas punteadas indican el material y movimiento entre procesos.

Utilice un triángulo de inventario para marcar WIP entre etapas.



Ilustración 16. Pasos para hacer un VSM
Fuente: (Learn Fast, 2023)

Paso 4: Diseñe la dirección de los flujos de información

Agregue una caja de control de producción entre los puntos de inicio y final, detallando las responsabilidades del grupo. Utilice líneas dentadas para la comunicación electrónica y líneas rectas para la comunicación manual.

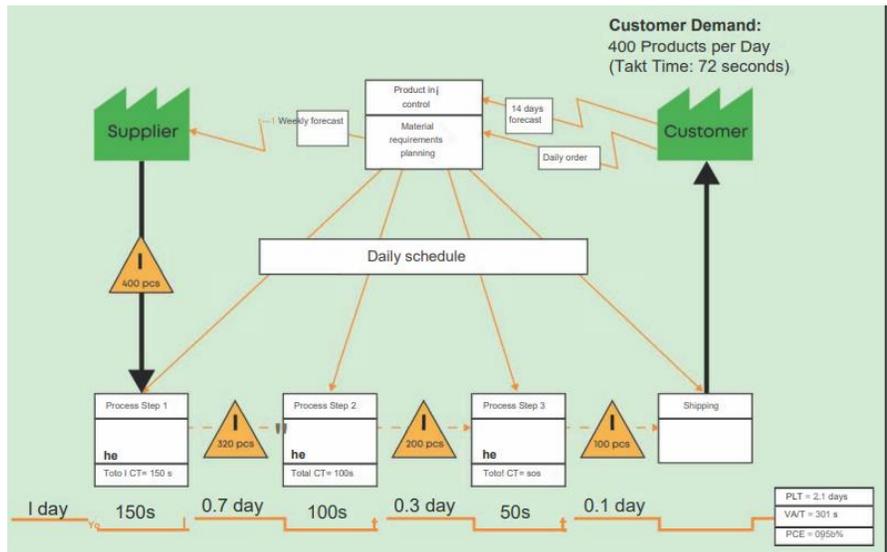


Ilustración 17. Pasos para elaborar un VSM
Fuente: (Learn Fast, 2023)

Paso 5: Crear una línea de tiempo

Cree una línea de tiempo en la parte inferior de su mapa de flujo de valor para identificar actividades derrochadoras.

- PLT (Production Lead Time): Tiempo total no añadido desde arriba.
- VA/ T (Value-Added Time): Tiempo total de valor añadido desde abajo.
- PCE (Eficiencia del Ciclo de Proceso): Porcentaje del tiempo de valor agregado fuera del tiempo total del proceso.

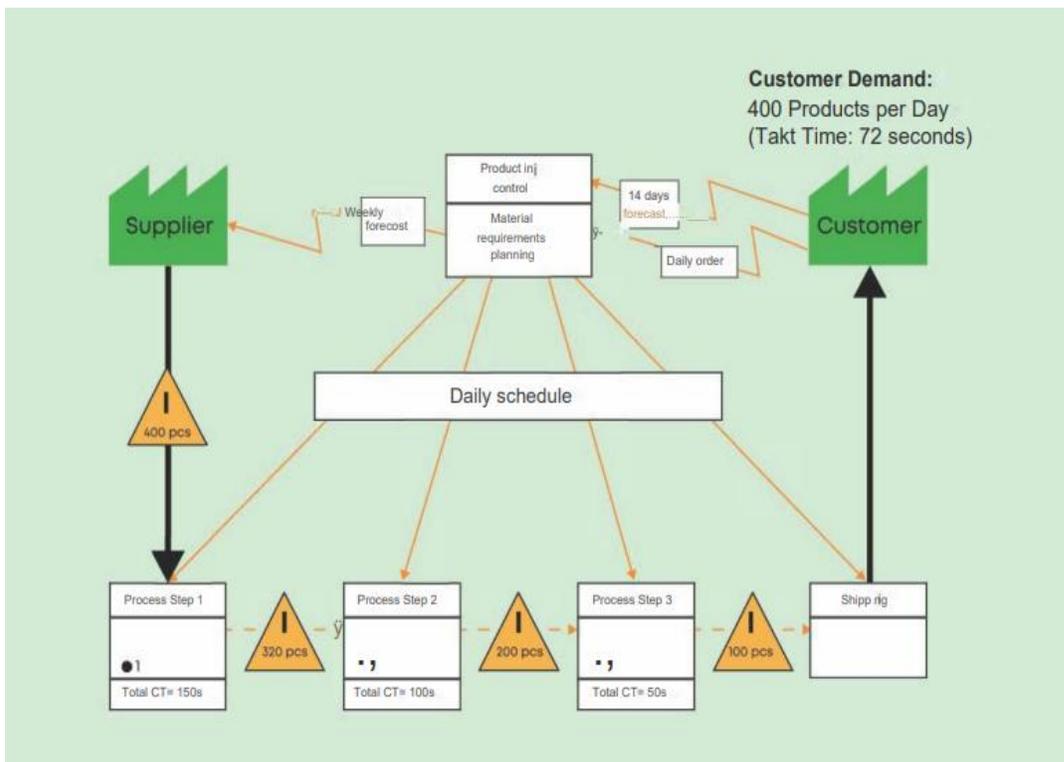


Ilustración 18. Pasos para elaborar un VSM
Fuente: (Learn Fast, 2023)

3.4. Diagramas de flujo

El diagrama de flujo es una representación gráfica que indica las actividades que constituyen un proceso dado y en el cual se da la ordenación de los elementos. De esta manera se puede representar la sucesión de acontecimientos que ocurren para la realización de un producto (desde los materiales hasta los productos finales).

Este tipo de esquema es de gran utilidad en la planificación, realización, seguimiento y control de cualquier proceso. El beneficio más importante del uso de diagramas de flujo para procesos es que quienes operan los mismos lo captan en los mismos términos y permiten crear climas laborales más adecuados entre sectores. (Zen Flouchart, s.f.)

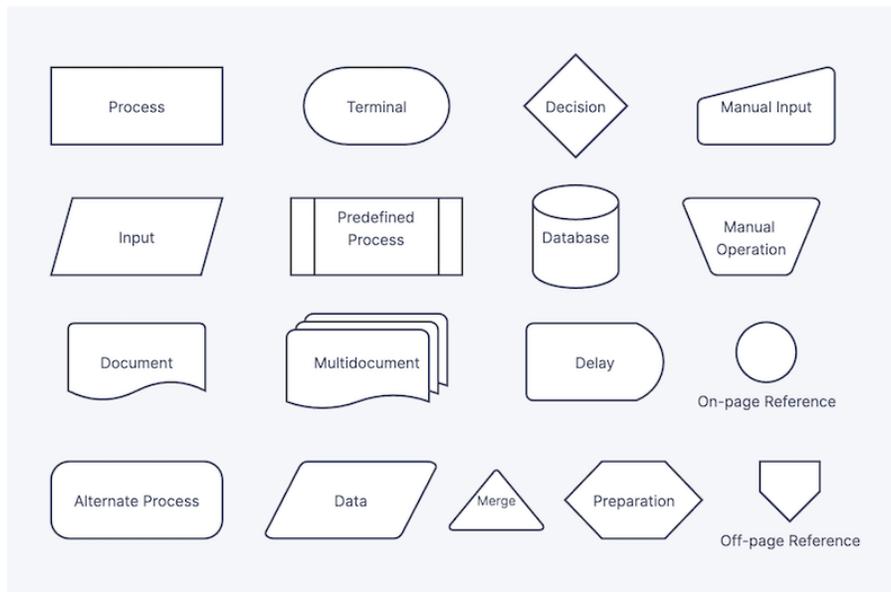


Ilustración 19: Elementos de un Diagrama de Flujo.

Fuente: (Zen Flouchart, s.f.)

Los 18 símbolos principales de diagramas de flujo:

1. Flowline / Línea de flujo: muestra la dirección del proceso. Cada línea de flujo conecta dos bloques.
2. Terminal: Indica el comienzo o el final de un diagrama de flujo.
3. Process / Proceso: Representa un paso en un proceso. Este es el componente más común de un diagrama de flujo.

4. Decision / Decisión: Muestra un paso que decide el próximo paso en un proceso. Esta es comúnmente una pregunta de sí/no o verdadero/falso.
5. Input / Output (Entrada/Salida): Indica el proceso de entrada o salida de datos externos. Esto se indica por la forma de un paralelogramo.
6. Annotation / Comment (Anotación/Comentario): Indica información adicional sobre un paso en un proceso.
7. Predefined Process / Proceso predefinido: muestra el proceso con nombre que se define en otro lugar.
8. On-page Connector / Conector en la página: se utilizan pares de conectores en la página para reemplazar líneas largas en una página de diagrama de flujo.
9. Off-page Connector / Conector fuera de página: se utiliza un conector fuera de página cuando el objetivo está en otra página. Lea nuestra guía de conectores de diagrama de flujo para obtener más información sobre cómo funcionan los conectores dentro y fuera de la página.
10. Delay / Demora: Cualquier período de demora que sea parte de un proceso
11. Alternate Process / Proceso alternativo: un paso alternativo al proceso normal. Las líneas de flujo a un bloque de proceso alternativo generalmente están discontinuas.
12. Data / Datos: entrada o salida de datos.
13. Document / Documento: Un documento.
14. Multi-document / Multi-documento: Múltiples documentos.
15. Preparation / Preparación: un paso de preparación.
16. Display / Pantalla: una pantalla de máquina.
17. Manual Input / Entrada manual: datos o información en un sistema.
18. Manual Operation: Operación manual: un paso del proceso que no está automatizado. (Zen Flouchart, s.f.)

3.5 Tipos de residuos.

(Luis Socconini & Carlos Reato, 2019) Utilizan el Término japonés “Muda” para hacer referencia a los «desperdicios» o cosas «sin valor» y lo relacionan con

aquellos procesos que consumen más recursos de los necesarios y algo por lo que nadie quiere pagar.

Los Diez Principales Tipos de residuos

Superproducción

Básicamente la superproducción significa:

- Producir un activo o un servicio más de lo que se necesita o antes de que sea necesario.
- Producir un activo o un servicio con mayor rapidez de lo que se requiere.

Exceso de inventario

Todos los materiales, tareas o productos terminados que exceden a cuanto se considera necesario para satisfacer la demanda del cliente.

- El exceso de inventario se utiliza para cubrir algunas ineficiencias de la empresa.

Defectos y repetición de tareas

- La pérdida de recursos cuando se produce un artículo o un servicio defectuosos.
- Demasiada gente que inspecciona, trabaja o repara.
- Acumulación de inventario con vistas a una futura reelaboración.
- Calidad cuestionable del producto o del servicio.
- Poca interacción entre clientes y proveedores.

Movimientos innecesarios

Personas que se mueven de un punto a otro en el lugar de trabajo o en toda la empresa más allá de lo necesario para aportar valor al producto (a menos que este movimiento contribuya a la transformación o el beneficio para el cliente).

- Gente que va de un lado a otro en busca de materiales.
- Persona que va de un lado a otro en busca de otra persona.
- Gente que va de un lado a otro en busca de herramientas.

- Persona que va de un lado a otro en busca de documentos o información necesaria.

Actividades innecesarias

Trabajo superfluo, pues no proporciona valor ni las normas lo prescriben.

- Existencia aparente de varios cuellos de botella en el proceso.
- Falta de especificaciones claras por parte del cliente.
- Exceso de inspecciones o verificaciones.

Esperas y búsquedas

Tiempo que se pierde mientras se esperan instrucciones, documentos, materiales, herramientas, etc., o cuando una tarea obliga a buscar algo.

- Quien se encarga de la máquina aguarda a que esta termine su ciclo de procesamiento.
- La máquina espera a que la persona a su cargo finalice su ciclo.
- Hora de iniciar un servicio o una tarea de producción.

Transporte de materiales y herramientas

Todos los movimientos de materiales que no contribuyen directamente a un servicio o una tarea de producción.

- Exceso de manejo de equipo o material en carretillas elevadoras.
- Cintas transportadoras largas, rampas o tuberías.
- Demasiados lugares de almacenamiento.

Talento desperdiciado

Conocimiento, experiencia, creatividad e ideas innovadoras que no se comparten ni se utilizan.

- El personal no se siente valorado.
- Inseguridad a la hora de proponer nuevas ideas.
- Pocas o ninguna sugerencia de mejora por persona al año.

Energía desperdiciada

Con frecuencia, las empresas desperdician energía y ni siquiera se dan cuenta. La energía es a menudo un fluido que se transforma en trabajo como el gas, el combustible o la electricidad.

- Muchas fugas de aire en la planta.
- Instalación incorrecta de las máquinas (cableado, redes, etc.).
- Inicio incorrecto de cada equipo.

Contaminación

Generación de residuos peligrosos sin control adecuado.

- Emisiones que contaminan el aire.
- Contaminación del agua (con tratamiento inadecuado o sin tratamiento).
- Emisión de polvo contaminante.

3.6 Pronóstico de Demanda.

Los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia. El pronóstico es la base de la planificación corporativa de largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos representan el fundamento para realizar presupuestos y controlar costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planificar productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. Con los pronósticos, el personal de producción y operaciones toma decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, planificación de capacidades y distribución de instalaciones, además de decisiones continuas acerca de la planificación de la producción, programación e inventario. (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

3.7 AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla

¿Qué es AMEF?

Tomado de los sectores que apuestan alto como la industria aeroespacial y defensa, el Análisis de Modo y Efecto de Fallos (AMEF) es un conjunto de directrices, un

método y una forma de identificar problemas potenciales (errores) y sus posibles efectos en un proceso/producto o sistema con el fin de priorizarlos y concentrar los recursos en planes de prevención, supervisión y respuesta.

Los AMEF fueron formalmente introducidos a finales de los 40's mediante el estándar militar 1629. Utilizados por la industria aeroespacial en el desarrollo de cohetes, los AMEF y el todavía más detallado Análisis Crítico del Modo y Efecto de Falla (ACMEF) fueron de mucha ayuda en evitar errores sobre tamaños de muestra pequeños en costosa tecnología.

El principal empuje para la prevención de fallas vino durante los 60's, mientras se desarrollaba la tecnología para enviar un hombre a la luna en la misión Apolo, en este momento la Ford Motor Company estaba siendo presionada por los altos costos de demandas de responsabilidad civil derivados de los problemas de calidad en sus vehículos, por tal motivo introdujo los AMEF.

En 1993 Chrysler, Ford y GM crearon el documento «Potencial Failure Mode And Effects Analysis» que cubría los tipos vigentes de AMEF. El documento formó parte de la norma QS 9000 (Hoy conocida como ISO 16949).

¿Que se logra al implementar AMEF?

- Identifica fallas o defectos antes de que estos ocurran (principal función).
- Reducir los costos de garantías.
- Incrementar la confiabilidad de los productos/servicios (reduce los tiempos de desperdicios y re-trabajos).
- Acorta el tiempo de desarrollo de nuevos productos o procesos.
- Documenta los conocimientos sobre los procesos.
- Incrementa la satisfacción del cliente.
- Mantiene el Know-How en la compañía.

Tipos:

- **AMEF de Sistema (S-AMEF).**

Asegura la compatibilidad de los componentes del sistema

- **AMEF de Diseño/producto (D-AMEF).**

Se usa para analizar componentes de diseños. Se enfoca hacia los Modos de Falla asociados con la funcionalidad de un componente, causados por el diseño

Evalúa subsistemas del producto o servicio

Se realiza cuando el Diseño aún está en planos

- **AMEF de proceso (P-AMEF)**

Se usa para analizar los procesos de manufactura o servicios, se enfoca en hallar los riesgos o la incapacidad de cumplir con las expectativas del cliente.

Los Modos de Falla pueden derivar de causas identificadas en el AMEF de Diseño

Asume que el producto según el diseño cumplirá su intención final

Evalúa cada paso del proceso (producción o servicio)

Usado en el análisis de proceso y transiciones

Pasos para hacer un AMEF

- 1- Determine el producto o proceso a analizar
- 2- Liste los pasos del proceso o las partes del sistema a analizar
- 3- Describa la función del paso o el componente
- 4- Determinar los posibles modos de falla de cada paso o componente
- 5- Listar los efectos de cada potencial modo de falla
- 6- Asignar el grado de severidad de cada efecto Severidad es la consecuencia de que la falla ocurra

Para estimar el grado de severidad, se debe de tomar en cuenta el efecto de la falla en el cliente. Se utiliza una escala del 1 al 10: el '1' indica una consecuencia sin efecto. El 10 indica una consecuencia grave.

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	Critico Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	Critico Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	Muy Alto	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	Alto	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	Moderado	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	Muy Bajo	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	Muy Pequeño	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	Ninguno	Ningún efecto.

Ilustración 20: Ejemplo de escala de Severidad AMEF.
Fuente: (Lean Solutions)

7- Asignar el grado de ocurrencia de cada modo de falla Ocurrencia a la probabilidad de que la falla ocurra.

Ocurrencia (Probabilidad de que pase)				
ASQ (American Society for Quality)				
Clasificación	Ocurrencia	Descripción	Frecuencia	Cpk (índice de capacidad real)
10	Muy Alta	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2	0.33
9			1 en 3	0.51
8	Alta	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8	0.67
7			1 en 20	
6	Moderada	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80	0.83
5			1 en 400	1.00
4			1 en 2,000	1.17
3	Baja	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	1.33
2			1 en 150,000	1.5
1	Remota	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Ilustración 21: Ejemplo de probabilidad AMEF.
Fuente: (Lean Solutions)

8- Describa si hay controles actuales de prevención

9-Describa si hay controles actuales de detección

10- Asignar el grado de detección de cada modo de falla Detección es la probabilidad de que la falla sea detectada antes de que llegue al cliente.

Detección			
ASQ (American Society for Quality)			
Clasificación	Probabilidad de detección	Oportunidad de detección	Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Ilustración 22: Ejemplo de Detectabilidad AMEF.

Fuente: (Lean Solutions)

11- Calcular el NPR (Número Prioritario de Riesgo) de cada efecto.

$$\text{NPR} = \text{Severidad} * \text{Ocurrencia} * \text{Detección}$$

Ecuación 10: Cálculo del NPR.

Fuente: (Lean Solutions).

Es un valor que establece una jerarquización de los problemas a través de la multiplicación del grado de ocurrencia, severidad y detección, éste provee la prioridad con la que debe de atacarse cada modo de falla identificado.

NPR = Ocurrencia * Severidad * Detección	
500 – 1000	Alto riesgo de falla
125 – 499	Riesgo de falla medio
1 – 124	Riesgo de falla bajo
0	No existe riesgo de falla

Ilustración 23: Escala del NPR.
Fuente: (Lean Solutions).

12- Priorizar los modos de falla con el NPR de mayor a menor.

13- Tomar acciones (acciones recomendadas) para eliminar o reducir el riesgo del modo de falla, en este paso debe establecerse un plan de acción para mitigar el riesgo, a estas acciones se les llama acciones recomendadas. (Lean Solutions)

4. Planificación de la producción y modelos de gestión

4.1. Estrategias PUSH/PULL

Según (Zerega & Delgado, 2010), Los sistemas de producción pueden clasificarse basándose en su forma de administrar el flujo de producción en dos grandes categorías como son:

Modelo *PUSH*: es la metodología de producción tradicional aplicada hoy en día en casi todas las empresas. Cada proceso produce todo cuanto le permite su productividad y, luego, lo «empuja» (push) hacia el proceso siguiente y, éste, opera con el lote recibido para luego empujarlo hacia el siguiente proceso y así sucesivamente hasta llegar al cliente final, el cual deberá elegir entre lo que se le ofrece o esperar a que lleguen productos que se ajusten más a sus necesidades. Un ejemplo de este tipo de sistemas PUSH son los conocidos sistemas de MRP y MRP II.

Modelo *PULL*: es una metodología que se ajusta en todo momento a la demanda de los clientes, produciendo únicamente los productos específicos que el cliente necesita en el tiempo y cantidad en que se los requiere, eliminando así los desperdicios de stock en caso de excesos y las pérdidas de venta en caso de que falte producto

•**Fabricación por almacenamiento (Make to Stock / MTS):** Consiste en un modelo puramente Push, donde se fabrica para garantizar abastecimiento. Una industria típica de estos modelos son los productos de consumo masivo.

•**Armado bajo pedido (Assemble to Order / ATO):** En este sistema el cliente tiene mayor influencia sobre el diseño del producto, toda vez que pueda seleccionar varias opciones a partir de subarmados predefinidos, por consiguiente, el productor ensamblara esas opciones para formar el producto final que desea el cliente. Un ejemplo de esto, son los negocios de comida rápida como Subway o restaurantes.

•**Fabricación bajo pedido (Make to Order / MTO):** Consiste en un modelo puramente Pull, donde los materiales, las órdenes de producción y las entregas se ejecutan únicamente con una orden de compra. Un ejemplo de estos modelos, son las industrias de ensamblado de vehículos. (Fast Moving, Consumer Goods, FMCG).

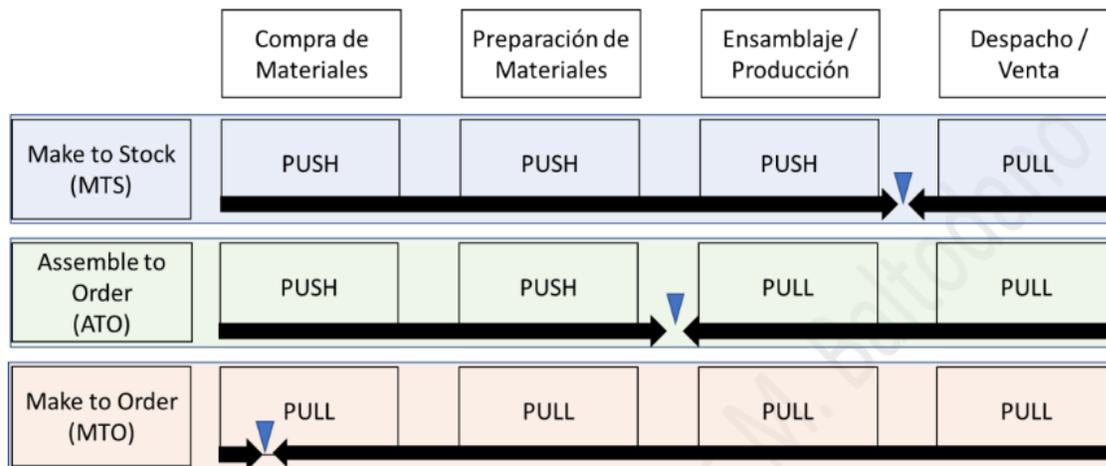


Ilustración 24 Diagrama Push/Pull.
Fuente: (Baltodano, 2022)

4.2 Plan Agregado de producción

Según (Heizer & Render, Principios de administracion de operaciones, 2004) el Plan Agregado de Producción es el conjunto de estrategias que una planta de fabricación lleva a cabo para la elaboración del producto manufacturado. Tiene como misión y principal objetivo organizar todos los recursos de producción para hacer frente a la

demanda de los clientes y para cumplir con las fechas de plazo de entrega de los pedidos.

El plan agregado de producción contempla las familias o categorías de producto, es decir un grupo de productos que poseen unas características en común como por ejemplo artículos del mismo color, tamaño, funcionalidad etc. Esta planificación es a medio plazo, normalmente en torno a periodos entre seis y 18 meses.

4.3 MPS

Según (Gaither & Frazier, 2000) los planes maestros de producción son planes a corto plazo para la producción de bienes y servicios, que se utilizan para guiar los sistemas de: Planeación y control de la producción de piezas y ensamblés, Programas de adquisición de materiales, Programas de piso de taller y Programas de fuerza de trabajo

El programa maestro de la producción indica lo que se requiere para satisfacer la demanda y cumplir con el plan de producción. El programa establece que artículos hacer y cuando hacerlos: desagrega el plan agregado de la producción. Si bien el plan agregado de producción se establece en términos de unidades comunes, el programa maestro debe establecer en unidades de productos específicos. El Programa Maestro de Producción es un postulado de lo que debe producirse y no un pronóstico de la demanda. (Heizer & Render, Principios de administración de operaciones, 2004)

El Programa Maestro se puede expresar en:

1. Un pedido del cliente en un taller intermitente (Fabricar por pedido)
2. Módulos en una compañía de producción repetitiva (ensamble para inventario).
3. Un artículo terminado en una compañía de producción continua (fabricar para inventario).

Para Realizar un plan maestro de producción se deben tener en cuenta los siguientes factores:

Inventario Inicial (II): Cantidad de inventario al comienzo del período de planificación

Demanda Pronosticada (DP): Cantidad estimada de demanda para un período

4.4 Estructura del sistema de planificación de requerimiento de materiales.

El aspecto de planificación de requerimiento de materiales de las actividades de manufactura guarda una relación estrecha con el programa maestro, el archivo con la lista de los materiales y los informes de producción según se aprecia en la ilustración , en esta se detalla el funcionamiento del MRP: el programa maestro de producción señala el número de piezas que se van a producir en tiempos específicos, en un archivo con la lista de materiales se especifican los materiales de que consta cada pieza y las cantidades correctas de cada uno, el archivo con el registro de inventarios contiene datos como el número de unidades disponibles y pedidas.

Estas tres fuentes (programa maestro de producción, archivo con la lista de materiales y archivo de registros de inventarios) se convierten en las fuentes de datos para el programa de requerimiento de materiales, que despliega el programa de producción en un plan detallado de programación de pedidos para toda la secuencia de la producción. (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

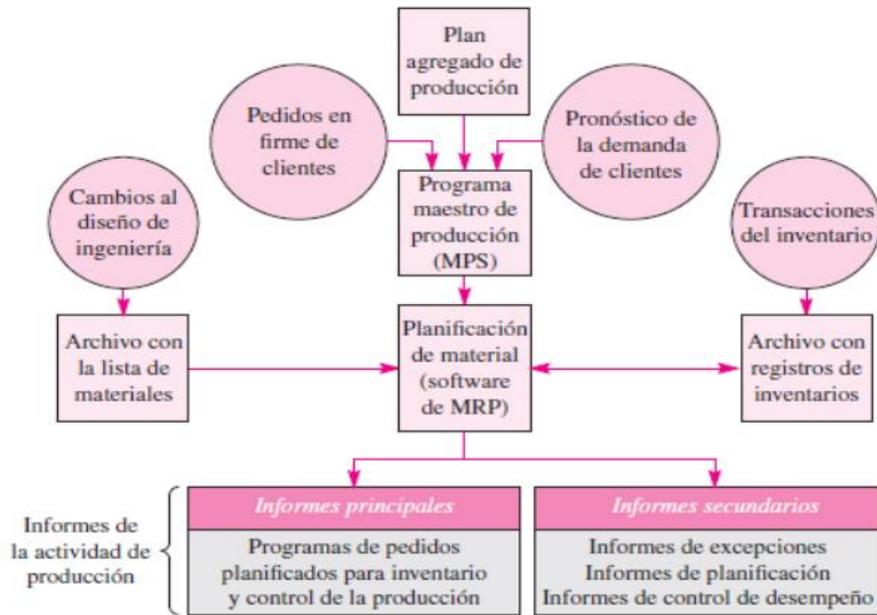


Ilustración 25: Estructura del MPS.
Fuente: (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

4.5. MRP

la MRP es un método lógico, que se entiende fácilmente, para el problema de determinar el número de piezas, componentes y materiales necesarios para producir todo artículo final. La MRP también da el programa que especifica cuándo debe pedirse o producirse cada uno de estos artículos.

La MRP se basa en la demanda dependiente, resultado de la demanda de artículos de nivel superior. Por ejemplo, llantas, volantes y motores son piezas de demanda dependiente, basada en la demanda de automóviles. (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

Para realizar un MRP se deben tener en cuenta los siguientes factores:

necesidad neta: es el monto que se requiere cuando el saldo disponible proyectado más las entradas programadas en un periodo no bastan para cubrir las necesidades brutas.

necesidades brutas: son el volumen total necesario para una pieza en particular. Estos requisitos provienen de la demanda de clientes externos y también de la demanda calculada por las necesidades de manufactura.

Entradas programadas: representan pedidos que ya se hicieron y que está previsto que lleguen a comienzos del periodo.

El saldo disponible proyectado: es el monto del inventario que se espera tener a finales del periodo.

$$\text{Saldo disponible proyectado}_t = \text{Saldo disponible proyectado}_{t-1} - \text{Necesidades brutas}_t + \text{Entradas planificadas}_t + \text{Entradas de pedidos planeados}_t - \text{Inventario de seguridad}$$

Ecuación 11. Calculo para sistema MRP
Fuente: (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

Producto	Semana										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X	Necesidades brutas										100
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	40	40	40	40	40	40	40	40	40	0
	Necesidades netas										60
	Entradas de pedidos planeadas										60
	Expedición de pedidos planeados								60		
A	Necesidades brutas							120			
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	60	60	60	60	60	60	60	0	0	0
	Necesidades netas								60		
	Entradas de pedidos planeadas								60		
	Expedición de pedidos planeados					60					
B	Necesidades brutas							60			
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	20	20	20	20	20	20	20	0	0	0
	Necesidades netas								40		
	Entradas de pedidos planeadas								40		
	Expedición de pedidos planeados							40			
C	Necesidades brutas					180		80			
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	10	10	10	10	0	0	0	0	0	0
	Necesidades netas					170		80			
	Entradas de pedidos planeadas					170		80			
	Expedición de pedidos planeados			170		80					
D	Necesidades brutas							160			
	Entradas programadas										
	Saldo disponible proyectado	20	20	20	20	20	20	0	0	0	0
	Necesidades netas								140		
	Entradas de pedidos planeadas								140		
	Expedición de pedidos planeados					140					

Ilustración 26 Estructura MRP
Fuente: (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

4.6. MRP II

El MRP II es un método efectivo para llevar el control de los recursos de una compañía a través de la planificación que nos ofrece. En efecto, a través de la integración de distintas funciones como los planes de venta, el área comercial, las operaciones financieras, el plan de producción, de capacidad o el de suministro entre otros puede optimizar toda la cadena de valor de una compañía para ofrecer el máximo rendimiento para ella (Jacobs F. & B. Chase, 2013)

Al mismo tiempo, puede ofrecer funciones específicas para hacer una estimación financiera de las mismas a través del departamento de ventas y suministros. Se implanta en empresas que cuentan con clientes y proveedores y con una relación crucial para/con ellos, empresas que cuenten con horas extra de elevado coste, órdenes de trabajo perdidas o retrasadas o en general con elevado stock de materia prima o productos terminados o, en su defecto, carencia de ellos. Es así que la forma de funcionar de un MRP II es planificar la producción de la mejor forma posible atendiendo a las características propias de la empresa y a sus propios requerimientos.

Diagrama de Flujo del MRP II

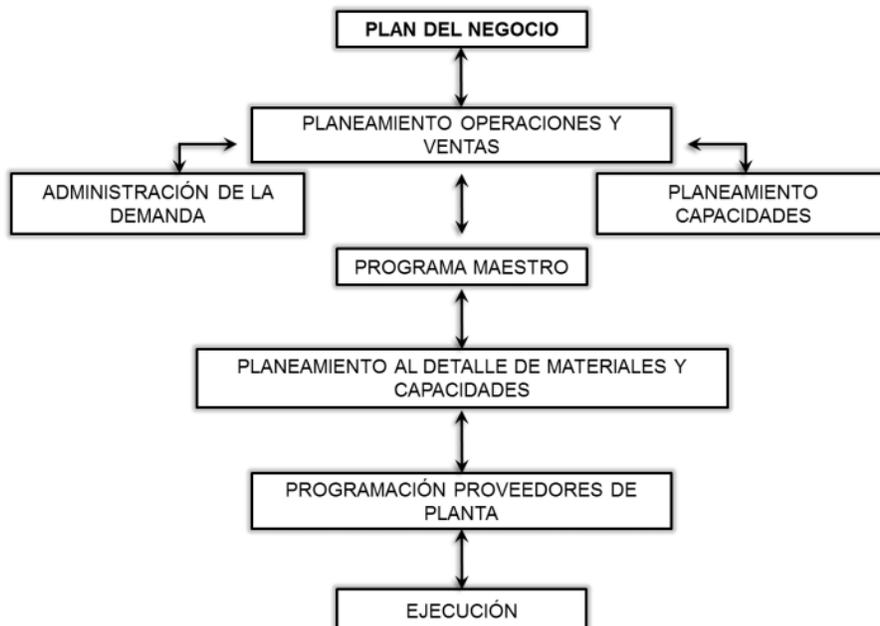


Ilustración 27: Estructura del MRP II.

Fuente: (tamychacon, 2017)

4.7 Planificación de Requerimientos de Capacidad (PRC).

Los insumos de información de la PRC en cuanto a requerimientos de producción no provienen del programa maestro, sino directamente del MRP. Por supuesto, el MRP ya toma en cuenta la lista de materiales, la información de ruteo (hasta cierto grado), y los ajustes por tiempos de espera. La PCR toma en cuenta, además, el trabajo en proceso y los ajustes para el inventario inicial, así como otras demandas como inventarios de servicio y desechos anticipados. En consecuencia, es la más detallada de todas las técnicas de planificación de capacidad.

Además de las liberaciones planificadas de pedidos indicadas en el sistema MRP, una planificación detallada de la capacidad requerirá información de otras fuentes; de manera específica, se necesita:

- **El archivo de pedidos abiertos.** Éstas son las tareas que se liberaron a producción y que ahora se encuentran en proceso. Aparecen en los archivos MRP como una recepción programada. El motivo por el que la planificación detallada de la capacidad requiere la información de pedidos abiertos —además de la información de recepciones programadas del MRP—, radica en que el archivo de MRP no indica las operaciones sobre el pedido abierto que ya se han finalizado. El archivo de pedidos abiertos por lo general contiene información respecto de qué tanto falta para que se complete el pedido o, desde una perspectiva de capacidad, respecto de qué capacidad específica se requiere todavía para completar el resto del pedido.
- **El archivo de información de ruteo.** Contiene información sobre la trayectoria que seguirá el trabajo a lo largo de los centros de trabajo de la instalación, incluyendo las operaciones que se ejecutarán en cada uno de ellos.

• **El archivo del centro de trabajo.** Por lo general contiene datos sobre los distintos elementos del tiempo de espera asociado con el tipo de equipo con que cuenta el centro. Esto elementos de tiempo incluyen:

- **Tiempo de desplazamiento.** El tiempo que suele necesitarse para que el material se desplace de un centro de trabajo a otro.
- **Tiempo de espera.** El tiempo que el material debe esperar para desplazarse una vez que se ha finalizado una operación.
- **Tiempo en fila de espera.** El tiempo que debe esperar el material antes de poder ser procesado por una operación. En muchas operaciones el tiempo en fila de espera tiende a ser el elemento más significativo del tiempo total de espera.

El tiempo de espera de producción casi siempre se define como el total del tiempo de desplazamiento, el tiempo de espera, el tiempo de configuración y el tiempo de ejecución para el tamaño de lote dado del material producido.

El “inconveniente” de utilizar una PRC detallada estriba en que, mientras que casi todos los métodos gruesos o aproximados pueden configurarse en una hoja de cálculo utilizando solamente información estándar a partir del programa maestro, la PRC requiere que se ejecute el sistema MRP. De hecho, la mayoría de los sistemas modernos incluye un módulo PRC detallado, vinculado directamente con la ejecución del MRP. La PRC tiende a ser muy compleja, y requiere demasiada información de otras fuentes como para ser ejecutada en una aplicación “independiente” de hoja de cálculo.

Un factor importante que empaña el uso efectivo de una PRC detallada es el hecho de que el MRP se modificando constantemente a medida que el material se produce, se recibe o se utiliza en producción. Por este motivo, la PRC asociada estará cambiando de forma ininterrumpida, lo que la hace más difícil de manejar con efectividad.

Un problema adicional que podría presentarse al implementar la PRC radica en que ésta se basa en estándares de tiempo (lo cual también es válido en el caso de los

métodos “gruesos” más detallados) cuyo desarrollo es un tanto subjetivo, y que pueden cambiar sustancialmente a lo largo del tiempo debido a las curvas de aprendizaje y a las modificaciones en los procesos. Incluso si fuera posible administrar toda la información generada por la PRC, en muchas operaciones la precisión de buena parte de los datos será dudosa. Por ello, es recomendable efectuar con regularidad una revisión de los estándares de trabajo, seguida por una actualización de los archivos de trabajo estándar, según se requiera.

Aun cuando la PRC sea difícil de manejar debido a la naturaleza cambiante de la información y a la variabilidad de su precisión, puede resultar un insumo bastante útil para tomar decisiones gerenciales, sobre todo si el administrador comprende cómo se desarrolla la información y cuáles son los métodos más apropiados para manejarla. (Chapman, 2006)

5. Evaluación Financiera y estrategias

5.1 Costo beneficio

Según (Tarquin, 2000), el análisis de costo-beneficio, también denominado análisis de beneficio-costos, emerge como una herramienta estratégica para la toma de decisiones, guiándote en la selección de acciones que realmente valga la pena emprender. Ofrece una perspectiva cuantitativa del problema, permitiendo la toma de decisiones fundamentadas en evidencia en lugar de depender de opiniones subjetivas o prejuicios.

Durante el análisis, asignas valores monetarios a los costos y beneficios de la decisión. Después, restas los costos de los beneficios para determinar las ganancias netas. Te ayuda a estimar el beneficio económico total (o la falta de este) de la elección, para que puedas decidir si es una buena idea como para avanzar.

Este método puede aplicarse no solo al mundo empresarial, sino también a obras sociales, proyectos colectivos o individuales, entre otros, para lo cual se debe prestar atención a la importancia y cuantificación de las consecuencias económicas y sociales. La clave es encontrar o tomar la decisión adecuada, la que aportará mayor rentabilidad, de un conjunto de posibles soluciones o propuestas.

Es importante señalar que tomar una decisión implica elegir entre dos o más cursos de acción alternativos. Siguiendo esta lógica, uno de los preceptos que propone el análisis costo-beneficio consiste en que no importa que tan adecuada sea la solución otorgada a un problema, la alternativa, o la propuesta, pues no dejará de tener un costo. (Aguilera, 2017)

La fórmula de la relación costo-beneficio es:

$$B/C = VAI / VAC$$

En donde:

B/C: relación costo-beneficio.

VAI: valor actual de los ingresos totales netos o beneficios netos.

VAC: valor actual de los costos de inversión o costos totales.

Según el análisis costo-beneficio un proyecto de inversión será rentable cuando la relación costo-beneficio sea mayor que la unidad (ya que los beneficios serán mayores que los costos de inversión), y no será rentable cuando la relación costo-beneficio sea igual o menor que la unidad (ya que los beneficios serán iguales o menores que los costos de inversión):

un B/C mayor que 1 significa que el proyecto es rentable.

un B/C igual o menor que 1 significa que el proyecto no es rentable.



Ilustración 28: Diagrama Costo/Beneficio.

Fuente: (coggle, s.f.)

5.2 Balance Scorecard

El Balance Scorecard o Cuadro de Mando Integral es un modelo que se convierte en una herramienta muy útil para la gestión estratégica. Se basa en la definición de objetivos estratégicos, indicadores e iniciativas estratégicas, estableciendo las relaciones causa efecto a través del mapa estratégico en cuatro perspectivas base; financiera, clientes, procesos internos y aprendizaje-crecimiento, es decir traduce la estrategia en objetivos directamente relacionados y que serán medidos a través de indicadores, alineados a iniciativas. El éxito en la implementación del BSC es la participación de personas de diferentes niveles y áreas de la organización. (S. Kaplan & P. Norton, 2000)

El Cuadro de Mando Integral proporciona a los ejecutivos un amplio marco que traduce la visión y estrategia de una empresa, en un conjunto coherente de indicadores de actuación. Muchas empresas han adoptado declaraciones de misión, para comunicar valores y creencias fundamentales a todos los empleados. La declaración de misión trata creencias fundamentales e identifica mercados objetivos y productos fundamentales.

El Cuadro de Mando Integral es un nuevo marco o estructura creado para integrar indicadores derivados de la estrategia, introduce los inductores de la actuación financiera futura, los inductores, que incluyen los clientes, los procesos y las perspectivas de aprendizaje y crecimiento, derivan de una traducción explícita y rigurosa de la estrategia de la organización en objetivos e indicadores tangibles.

El Cuadro de Mando Integral, sin embargo, es algo más que un nuevo sistema de medición. Las empresas innovadoras utilizan el Cuadro de Mando Integral como el marco y estructura central y organizativa para sus procesos. Las empresas pueden desarrollar un Cuadro de Mando Integral inicial, con unos objetivos bastante limitados: conseguir clarificar, obtener el consenso y centrarse en su estrategia, y luego comunicar esa estrategia a toda la organización. Sin embargo, el verdadero poder del Cuadro de Mando Integral aparece cuando se transforma de un sistema de indicadores en un sistema de gestión. A medida que más y más empresas

trabajan con el Cuadro de Mando Integral, se dan cuenta de que puede utilizarse para:

- clarificar la estrategia y conseguir el consenso sobre ella.
- comunicar la estrategia a toda la organización.
- alinear los objetivos personales y departamentales con la estrategia.
- vincular los objetivos estratégicos con los objetivos a largo plazo y los presupuestos anuales.
- identificar y alinear las iniciativas estratégicas.
- Realizar revisiones estratégicas periódicas y sistemáticas.



Ilustración 29: Diagrama Scorecard.
Fuente: (S. Kaplan & P. Norton, 2000)

5.3 Lean Six Sigma.

En (Luis Socconini & Carlos Reato, 2019) se define la metodología Six sigma de tres formas:

1. Como un método de medición con el que evaluar cualquier proceso y compararlo con otro.
2. Como un método de mejora con el que reducir la variación de manera drástica.
3. Como un sistema de gestión con el que lograr el liderazgo empresarial y el máximo rendimiento.

Six Sigma se usa cuando queremos reducir la variabilidad en los procesos, cuando se desea mejorar el nivel de cumplimiento con las especificaciones del cliente, cuando muestran una variación que se ha salido de control o cuando los niveles de calidad no cumplen con las expectativas del cliente y la variación existente podría redundar en una mejora notable de todo el proceso.

El sistema de gestión Lean Six Sigma puede proporcionar una ventaja competitiva significativa. Por eso se ha convertido en una de las iniciativas y de las estrategias más importantes para las empresas que están logrando avances. La filosofía Lean Six Sigma puede aplicarse prácticamente a cualquier sector, tanto si se trata de una empresa vinculada a la agricultura, la automoción, la construcción, la hostelería, la minería, la sanidad, las nuevas tecnologías, la educación, la banca, la consultoría o la Administración Pública (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera , 2011).

Implementar Seis Sigma, tiene como objeto mejorar y optimizar la organización, por medio de proyectos plausibles y medibles en el tiempo. La propuesta de Seis Sigma consiste en cinco pasos:

1. Definir el proyecto o problema de calidad, tomando la información suficiente que permita obtener las necesidades del cliente.
2. Medir las condiciones del problema, evaluando la capacidad SPC, según la información suministrada por el proceso.
3. Analizar las causas del problema, aplicando técnicas estadísticas consistentes, tales como el Diseño Experimental, Contraste de hipótesis, Modelos Lineales.
4. Mejorar las condiciones del proceso, identificando y cuantificando las variables críticas del proceso. Implementando soluciones adecuadas a cada una de las causas encontradas y valorando los resultados.

5. Controlar las variables críticas del proceso, para que el problema de calidad no sea recurrente.

La letra sigma es utilizada en estadística para el cálculo de la desviación estándar de la muestra en la siguiente ecuación:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ecuación 12 : cálculo de la desviación estándar de la muestra.

Fuente: (Herrera Acosta & Fontalvo Herrera , 2011)

Donde las variables son:

s= Desviación estándar de la muestra

X_i = datos de la muestra para $i= 1, 2, 3$.

\bar{X} = Promedio de la muestra (media)

n= Número de datos de la muestra

5.4 Balance lineal

(Suñé Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004) señalan que el aspecto más interesante en el diseño de una línea de producción o montaje consiste en repartir las tareas de modo que los recursos productivos estén utilizados de la forma más ajustada posible, a lo largo de todo el proceso. El problema del equilibrado de líneas de producción consiste en subdividir todo el proceso en estaciones de producción o puestos de trabajo donde se realizarán un conjunto de tareas, de modo que la carga de trabajo de cada puesto se encuentre lo más ajustada y equilibrada posible a un

tiempo de ciclo. Se dirá que una cadena está bien equilibrada cuando no hay tiempos de espera entre una estación y otra.

Los pasos para iniciar el estudio de equilibrado o balanceo de líneas es el mismo que en cualquier

otro tipo de proceso productivo que consiste en:

1. Definir e identificar las tareas que componen al proceso productivo.
2. Tiempo necesario para desarrollar cada tarea.
3. Los recursos necesarios.
4. El orden lógico de ejecución.

los propósitos de la técnica de balanceo de líneas de ensamble son las siguientes:

- Igualar la carga de trabajo entre los ensambladores.
- Identificar la operación cuello de botella.
- Determinar el número de estaciones de trabajo.
- Reducir el costo de producción.

Dos aspectos importantes en el balanceo de línea de ensamble, son la tasa de producción y la eficiencia. Por definición se tiene que la tasa de producción es la cantidad de artículos o servicios que se realizan en cierta cantidad de tiempo, y la eficiencia está vinculada a utilizar los medios disponibles de manera racional para alcanzar un objetivo fijado con anterioridad en el menor tiempo posible y con el mínimo uso posible de los recursos, lo que supone una optimización. Para calcular la eficiencia del balanceo de una línea se divide el tiempo total de las tareas entre el producto del número de estaciones de trabajo requeridas, por el tiempo de ciclo asignado (Heizer & Render , Principios de Administración de Operaciones séptima edición, 2009).

$$E = \frac{\sum t_{tareas}}{(No. real ET) * (TC_{asignado})}$$

Ecuación 13: cálculo del balance lineal

Fuente: (Heizer & Render , Principios de Administración de Operaciones septima edicion, 2009)

Donde:

Tiempos de tareas (t_{tareas}): es el tiempo que lleva hacer el producto.

Tiempo de ciclo (TC): es el intervalo que transcurre para que los productos terminados dejen la línea operativa o de producción. Si el tiempo requerido en cualquier estación excede el disponible para un trabajador, tienen que agregarse trabajadores.

$$tc = \frac{t_{produ. disponible por dia}}{unid. requeridas por dia}$$

Ecuación 14: cálculo del tiempo de ciclo.

Fuente: (Heizer & Render , Principios de Administración de Operaciones septima edicion, 2009)

El número mínimo teórico de trabajo (ET = estación de trabajo): es el tiempo total de duración de las tareas, dividido entre el tiempo del ciclo.

$$No. minimo ET = \sum_{i=1}^n \frac{t_{para tarea i}}{TC}$$

Ecuación 15: cálculo de la estación de trabajo.

Fuente: (Heizer & Render , Principios de Administración de Operaciones septima edicion, 2009)

5.5 TAKT TIME

El takt time relaciona la demanda de los clientes con la disponibilidad de tiempo productivo. El takt time mide la cadencia (el ritmo) al cual deberíamos producir para satisfacer la demanda del cliente de forma exacta, de modo que representa un umbral de ritmo de producción. Si se produce a un ritmo mayor (más rápidamente, con un tiempo de ciclo inferior al takt time) tendremos una capacidad superior a la demanda y el sistema deberá estar detenido parte de la jornada laboral. Si se produce a un ritmo menor (más lentamente, con un tiempo de ciclo superior al takt timen) lo que ocurrirá es que nunca alcanzaremos la cantidad demandada y como resultado parte de la demanda quedará insatisfecha. (Suñé Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004)

El takt time se mide en unidades de tiempo, por ejemplo, segundos (s), minutos (min.) o diezmilésimas de hora ($^{\circ}$). A continuación, vamos a desarrollar un ejemplo para ilustrar el cálculo del takt time:

Una empresa nos ofrece los siguientes datos para calcular el takt time:

Demanda: 30.000 unidades/mes (se considera un mes de 20días laborables).

- Trabajan a 1 turno de 8 horas.
- Reservas: 15% de la jornada. No hay descansos adicionales.
- Demanda diaria = $30.000 \text{ Ud. /mes} \cdot 1 \text{ mes}/20 \text{ días} = 1.500\text{ud./día}$.
- Tiempo productivo = $8\text{h./día} \cdot 3.600\text{s./ h.} \cdot (1-0.15) = 24.480 \text{ s. Productivos /día}$.

$$takttime = \frac{24.480 \text{ s/dia}}{1.500 \text{ ud/dia}} = 16;32 \text{ s/ud}$$

$$Takttime = \frac{\textit{Tiempo Productivo}}{\textit{Demanda Diaria}}$$

Ecuación 16: Cálculo del Takt time.

Fuente: (Suñé Torrents, Gil Vilda, & Arcusa Postils, 2004)

5.6 teoría de restricciones

Según (Luis Socconini & Carlos Reato, 2019) a la hora de implementar el sistema Lean Six Sigma, hay que atender a las principales limitaciones. La teoría de las restricciones es uno de los elementos clave a la hora de obtener grandes resultados en un tiempo récord.

Muchas empresas han implementado sistemas de mejora, pero solo algunas han tenido éxito gracias a su visión clara, su enfoque, su dedicación y su persistencia. La teoría de las restricciones ayuda a lograr resultados a largo plazo en la medida en que se centra en la limitación principal y ayuda a las empresas a determinar en qué punto deben concentrar sus esfuerzos de mejora desde un punto de vista sistémico.

En la década de 1980, el Dr. Eliyahu M. Goldratt presentó en su libro *Te goal* (La meta: un proceso de mejora continua) la theory of constraints (TOC), conocida en español como teoría de las restricciones o de las limitaciones. En su obra, el Dr. Goldratt explica cómo desarrollar una filosofía de gestión que establezca prioridades

y se centre en aquellas áreas o actividades con las que una empresa puede alcanzar su máximo potencial. Las empresas eficientes pueden conseguirlo si saben determinar qué limita su crecimiento y aplican la solución adecuada. Las restricciones, pues, serán todos aquellos aspectos que limiten a un sistema a lograr un mejor desempeño con respecto a su objetivo. Por eso la teoría de las restricciones es tan importante a la hora de transformar la cultura de una empresa.

Las empresas son más productivas solo cuando:

- Aumentan las ventas o el rendimiento.
- Reducen su inventario.
- Disminuyen los gastos operativos.

Puntos clave para la teoría de las restricciones:

- Una restricción determina el ritmo de los procesos.
- Una hora perdida a causa de una restricción es una hora perdida en todo el sistema.
- Ningún recurso debe estar inactivo, pues de lo contrario generará una gran cantidad de residuos.
- Tipos de restricciones:
 - Físicas: personas, máquinas, tamaño de almacén, etc.
 - No físicas: demanda del mercado, procedimientos, políticas, modo de pensar.

5.7 Metodología DMAIC.

En la actualidad existen diversas metodologías de mejoras entre las que se encuentra Seis Sigma que propone aplicar un método de investigación para los procesos que agregan valor para el cliente y desarrollar acciones o proyectos que permitan elevar la satisfacción de este, utilizando para ello métodos estadísticos que garantizan fundamentar las decisiones basadas en datos convirtiéndose así en

una plataforma que permite mejorar la competitividad de las organizaciones. (Gutiérrez pulido & Salazar, 2008).

Para ello, propone desarrollar 5 etapas:

1. Definición del proyecto.
2. Medición de la información suministrada por el proceso y los clientes de la organización.
3. Análisis de la información, en donde se aplica algunas herramientas estadísticas descriptivas e inferenciales.
4. Mejoramiento, etapa en la cual se proponen las soluciones de los problemas de calidad planteados.
5. Control, el cual incluye los métodos estadísticos de seguimiento a las variables del proceso.

La clave para conseguir que el DMAMC se aplique en forma adecuada en la organización es la siguiente:

1. El enfoque centrado en las necesidades y los requerimientos de los clientes.
2. La identificación de las causas de los problemas que atentan contra la calidad del producto final o del servicio prestado, evitando las soluciones apresuradas que generen decisiones erradas y sin fundamento estadístico.
3. La realización de las mediciones de todas las variables críticas del proceso, lo que implica el conocimiento profundo de cada una de las etapas o fases que conforman las actividades de la organización.
4. La utilización de las herramientas estadísticas apropiadas que conduzcan a soluciones válidas y efectivas.
5. El control mediante un seguimiento constante que evalúe las diferentes actividades que se encaminen a la solución de un problema de calidad.



Ilustración 30: Esquema DMAIC.

Fuente: (Pierce, 2022).

5.8 Planificación de ventas y operaciones.

Según (Andres, 2017) Es el proceso formal que tiene como objetivo analizar regularmente la demanda y su suministro, y se coordinan las áreas de ventas, operaciones y finanzas, permitiendo a la compañía disponer de una revisión estructurada de su carga de trabajo.

El S&OP es uno de los procesos estratégicos de la empresa y suele estar integrado en el plan de negocio de la compañía, en la medida que tiene como objetivo equilibrar el plan de suministro (compras/producción) y conciliarlo con el plan de ventas.

Su fin último es evitar que una desalineación excesiva entre los planes de suministro y ventas produzca una de estas dos situaciones:

La empresa produce mucho más de lo que vende:

- Aumenta el volumen de existencias almacenadas, lo que obliga a la búsqueda de áreas de almacenaje adicionales.
- El volumen de producto almacenado es, además, un activo que pone en riesgo la tesorería de la compañía.
- Esta situación supone un costo de oportunidad.

La empresa vende mucho más de lo que produce:

- No se atienden, a tiempo todos los pedidos confirmados, con la consecuente insatisfacción de los clientes y la posible erosión de las relaciones comerciales.
- Se puede incurrir en penalizaciones o costos adicionales, asociados a una tasa de servicio deficiente.

El S&OP es el plan agrupado de suministro y ventas que alinea todas las áreas de una empresa, al configurar una única realidad transparente para todas ellas.

Su gran aportación es que proporciona los mismos datos a todas las funciones de la empresa, de manera que cada área puede desarrollar sus propias estrategias, pero siempre dentro de una misma visión de la actividad de la organización.

Es especialmente útil y muy necesario en grupos multinacionales /que disponen de diferentes oficinas de ventas y distintas plantas industriales o centros de distribución. No obstante, se puede aplicar a múltiples

En pequeñas empresas también ofrece buenos resultados, ya que estas tienen la misma necesidad de establecer una relación directa entre lo que se proyecta vender y lo que se planifica poner a disposición, bien por vía del stock o a través de la fabricación.

Por supuesto, es un proceso que se puede aplicar en empresas de muy diferentes sectores, en los que existen necesidades y condiciones específicas distintas, y es extensible igualmente a empresas de servicios.



Ilustración 31: planeación de ventas y operaciones (S&OP)

Fuente: (Andres, 2017)

6.Muestreo

El diseño de muestreo a través de encuestas es el método de selección de la muestra dirigido a controlar la variación de los datos que pudiera afectar la inferencia.

El diseño de la encuesta y el tamaño de la muestra determinan la cantidad de información pertinente a un parámetro poblacional, siempre y cuando se obtengan mediciones exactas en cada elemento muestreado. Como siempre estaremos sujetos a errores, la manera de controlar la exactitud de las mediciones sería mediante métodos adecuados de recolección de datos y por una buena elaboración del instrumento de muestreo (o cuestionario o plan de muestreo). (Palacio & Carmona , 2011)

6.1Intervalo de confianza

Un intervalo de confianza es un rango de valores que se utiliza para estimar un parámetro poblacional desconocido (como una media o una proporción) basado en

datos muestrales. Este intervalo tiene un nivel de confianza asociado, que indica la probabilidad de que el intervalo contenga el verdadero valor del parámetro poblacional. Por ejemplo, un intervalo de confianza del 95% sugiere que, si se repitiera el muestreo muchas veces, aproximadamente el 95% de los intervalos calculados contendrían el verdadero valor del parámetro. (Palacio & Carmona , 2011)

6.2 Desviación estándar

La desviación estándar es una medida de extensión o variabilidad en la estadística descriptiva. Se utiliza para calcular la variación o dispersión en la que los puntos de datos individuales difieren de la media. (Palacio & Carmona , 2011)

Una desviación baja indica que los puntos de datos están muy cerca de la media, mientras que una desviación alta muestra que los datos están dispersos en un rango mayor de valores.

La desviación estándar de los valores que representan a toda una población, también conocida como desviación estándar poblacional, se calcula con la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}}$$

Ecuación 17: Desviación Estándar
Fuente: (Palacio & Carmona , 2011)

- s: es el símbolo que corresponde a la desviación estándar de una muestra. Se utilizan las mismas unidades que las de los valores observados.
- xi: corresponde a los valores observados de los elementos de la muestra.

- \bar{x} : es la media aritmética obtenida a partir de los valores u observaciones de la muestra.
- Σ : es el símbolo de la sumatoria. La sumatoria engloba el cálculo de $(x_i - \bar{x})^2$ para cada valor observado de la muestra.
- N: es la cantidad total de valores u observaciones de la muestra. En este caso, el término -1 es debido a que es una muestra incompleta que no define a toda una población.

6.3 Error de la muestra

El error de la muestra es la diferencia entre un estimador calculado a partir de una muestra y el verdadero valor del parámetro poblacional. Este error ocurre debido a que se estudia solo una parte de la población y no toda ella. El error muestral puede reducirse aumentando el tamaño de la muestra. (Palacio & Carmona , 2011)

7.Prueba de Hipótesis.

Procedimiento (o experiencia) que conduce a una toma de decisión en cuanto a optar por una u otra hipótesis, en base a la información proporcionada por una muestra aleatoria extraída de la población bajo estudio.

La Hipótesis Nula (H_0) y la Hipótesis Alternativa (H_1).

H_0 : Hipótesis estadística que se somete a prueba

H_1 : Hipótesis estadística que postula lo que el investigador está interesado en probar.

Procedimiento general para una prueba de hipótesis:

- Del contexto del problema identificar el parámetro de interés.
- Plantear H_0 y H_1 .
- Planificar una experiencia para la extracción de la muestra.
- Establecer el nivel de significación de la prueba.
- Seleccionar un estadístico de prueba e identificar su distribución bajo H_0 .
- Establecer regiones de rechazo y no rechazo para el estadístico de prueba.

- Calcular de la muestra el valor del estadístico.
- Decidir si debe o no rechazarse H_0 e interpretar esto en el contexto del problema. (Universidad Nacional de La Plata, 2020)

7.1 Prueba piloto

Tiene como objeto poner a prueba el diseño metodológico, facilitando la realización de los ajustes necesarios para abordar el estudio con garantías de rigor. Por ello el esquema que proponemos ha de entenderse en relación con la prueba piloto y no con la investigación en su conjunto, aunque es posible que los datos obtenidos puedan incorporarse posteriormente a la misma. (Amezcuca, Gomeres, 2015)

7.1.1 Selección de sujetos

. Generalmente un número muy reducido de sujetos con un discreto nivel de representatividad sería suficiente (15-20, 5 en diseños cualitativos).

7.1.2 Aplicación del método.

Describir de forma detallada cada una de las etapas, incidiendo de forma especial en los instrumentos de recogida de datos y su análisis. Al describirlos hay que exponer, si los hubiere, los ajustes metodológicos concretos que conllevan su mejoramiento.

7.1.3 Resultados.

Aunque son escasos, los resultados serán suficientes para determinar la potencia de los instrumentos para generarlos una vez se realice la investigación. No hay que despreciar su valor, ya que en la mayoría de los casos nos informan sobre las principales tendencias o dimensiones tentativas, que podrán incorporarse al diseño definitivo. En la mayoría de los casos se trata de comprobar si los aspectos estudiados aparecen testificados en los resultados, con independencia de la proporción o frecuentación en que aparezcan.

7.1.4 Discusión.

Una comparación previa de los resultados con otros estudios, puede ayudarnos a determinar el grado de novedad que podremos atribuirles.

7.1.5 Conclusiones.

Tal vez solo podamos realizar afirmaciones de carácter especulativo, pero podremos realizar una valoración general sobre la capacidad del diseño para responder a nuestra pregunta de investigación.

7.1.6 Planificación operativa.

Se trata de clarificar en qué condiciones vamos a realizar el PI, sus responsables y con qué recursos. Hay que tener en cuenta que el PI tiene que ser factible, o sea, que sea viable en el entorno y con los medios disponibles, así como en el tiempo establecido. Puede que este apartado no se exija total o parcialmente en algunas modalidades de trabajos académicos. (Amezcuca, Gomeres, 2015)

7.2 Prueba medias de una muestra.

Se utiliza una prueba de una muestra para probar una afirmación con respecto a una media de una población única. (Suárez, 2012)

Si se conoce la desviación estándar la Población (σ), la distribución de muestreo adecuada es la distribución normal. Si la población que se muestra es normal, la distribución de muestreo será normal en el caso de todos los tamaños de la muestra, y el valor estadístico de prueba a utilizar es:

$$Z_{prueba} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

Ecuación 18: Ecuación para obtener z para población Infinita.

Fuente: (Suárez, 2012)

Si la población no es normal o si se desconoce su forma, se emplea la ecuación anterior solamente para tamaños de muestras iguales o mayores 30, es decir, para $n \geq 30$.

Si no se conoce la desviación estándar de la población (σ), el valor estadístico de prueba es:

$$t_{prueba} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$$

Ecuación 19: Ecuación para obtener t para población Infinita.
Fuente: (Suárez, 2012)

Las anteriores ecuaciones se aplican para poblaciones infinitas, pero cuando la población es finita y el tamaño de la muestra n constituye más del 5% del tamaño de la población N , es decir:

En este caso se debe usar el factor finito de corrección para modificar las desviaciones estándar, por lo tanto se aplican las siguientes ecuaciones para (σ) conocida y desconocida, respectivamente:

$$Z_{prueba} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}}$$

Ecuación 20: Ecuación para obtener z para población finita.
Fuente: (Suárez, 2012)

$$t_{prueba} = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}}}$$

Ecuación 21: Ecuación para obtener t para población finita.
Fuente: (Suárez, 2012)

En toda prueba de hipótesis se presentan 3 casos de zonas críticas o llamadas también zonas de rechazo de la hipótesis nula, estos casos son los siguientes:

1) Prueba Bilateral o a dos colas: $H_0: \mu = X; H_1 \neq X$

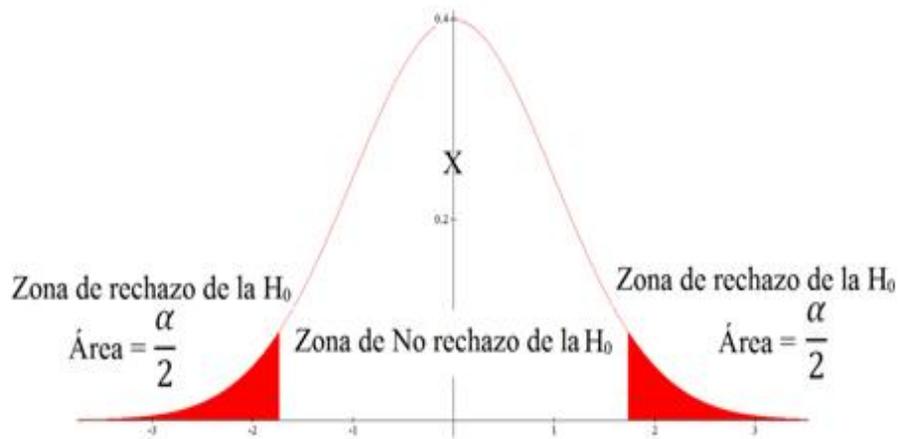


Ilustración 32: Zona Crítica para Prueba a dos colas.
Fuente: (Suárez, 2012)

2) Prueba Unilateral con cola hacia la derecha: $H_0: \mu \leq X; H_1 > X$

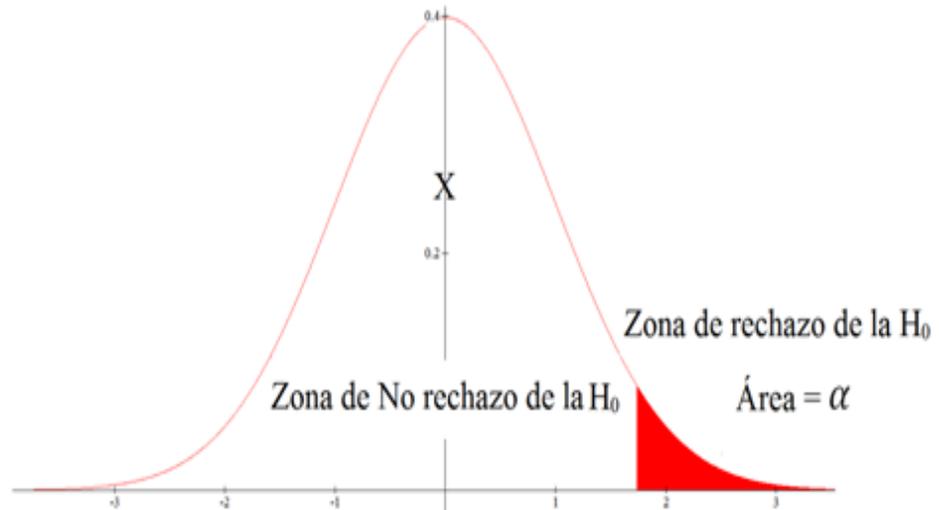


Ilustración 33: Zona Crítica para Prueba con cola hacia la derecha.
Fuente: (Suárez, 2012)

3) Prueba Unilateral con cola hacia la izquierda: $H_0: \mu \geq X; H_1 < X$

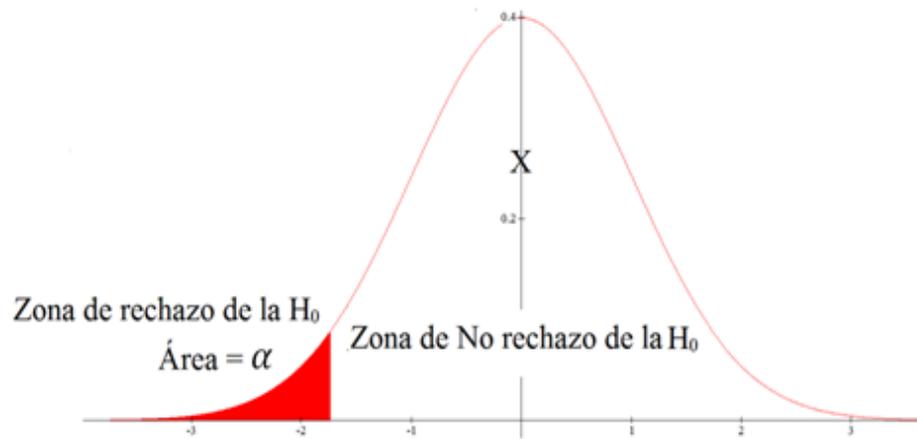


Ilustración 34: Zona Crítica para Prueba con cola hacia la izquierda.

Fuente: (Suárez, 2012)

VI. Diseño Metodológico.

1. Tipo de Investigación.

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo Cuasi-experimental, con el objetivo de identificar las razones o causas internas que impactan el proceso productivo de calzado. Su finalidad es proporcionar datos concretos que faciliten la toma de decisiones. Los objetivos se centran en la implementación de herramientas de evaluación con el propósito de formular estrategias pertinentes que conduzcan a una mejora sustancial en el proceso productivo de calzado.

2. Diseño de Investigación.

La investigación toma un alcance descriptivo, puesto que, según Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2014), este describe fenómenos, situaciones, contextos y sucesos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Con los estudios descriptivos se busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

3. Herramientas de Diagnóstico.

- Modelo Canvas.
- Modelo SCOR.
- Matriz FODA.

4. Herramientas de Análisis y Control.

- 7 herramientas básicas de Calidad:
 - Diagrama Ishikawa.
 - Diagrama Pareto.
 - Histograma de frecuencia.
 - Hoja de Verificación.
 - Gráficos de control.
 - Diagrama de Dispersión.
 - Estratificación.
- Balance Scorecard.
- Estadística Descriptiva.

5. Evaluación del proceso productivo.

- Diagrama de Flujo.
- Value Stream Map.

Las fases del proceso para desarrollar la propuesta serán las siguientes:

1. Diagnóstico de la Situación Actual.

Durante esta fase, se determinará el estado actual del proceso de producción de calzado en el taller Calzado Levi mediante la aplicación de una matriz FODA. Enfocada a identificar las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas presentes en el taller. Además, se emplearán herramientas adicionales, como el modelo SCOR, reconocido como estándar para analizar, evaluar y optimizar, para obtener una comprensión detallada del proceso. Se realizarán visitas al taller como parte del trabajo de campo, permitiendo identificar factores clave que influyen en dicho proceso. Añadido a esto se llevarán a cabo entrevistas con el personal involucrado para obtener información fundamental sobre el estado actual de la empresa e identificar procesos que presenten oportunidades de mejoras. Así mismo, se utilizará el modelo Canvas, con la finalidad de comprender las acciones claves del negocio de forma más directa y estructurada.

2. Análisis de causas raíces.

En la segunda fase se plantearán modelos estadísticos que permitan el análisis de la información recolectada en la fase del diagnóstico, con el fin de idear posibles soluciones o mejoras para el proceso. Se utilizarán las 7 herramientas de la calidad para analizar y comprender los datos del diagnóstico, como lo son; el diagrama de Ishikawa para plantear las posibles causas de la situación, el diagrama de Pareto para identificar las acciones más significativas que afectan el resultado del proceso, diagramas de flujos para describir el proceso de forma visual y determinar cuáles son los procesos que requieren mayor tiempo, hojas de verificación en las cuales se recolectará y registrarán los datos de manera sistemática y estructurada para llevar el seguimiento de las observaciones, gráficos de control para monitorear el control de los procesos, que permitirán identificar variaciones inusuales o

tendencias que podrían indicar problemas en el proceso de producción del taller . Así mismo se elaborará el Value Stream Map que representará de forma visual como fluye el valor a través del proceso de fabricación del calzado, para formular las estrategias dirigidas al mejoramiento del proceso productivo del taller.

3. Propuestas de mejoras.

En esta fase, con los resultados arrojados por los modelos estadísticos, y la información analizada en la fase anterior, se idearán nuevas soluciones con el fin de mejorar el proceso de producción de calzado, estas serán aplicadas a una pequeña escala del proceso, al momento de aplicarse, se registrarán y analizarán los datos relevantes, para evaluar el impacto de las soluciones implementadas, identificando los cambios que fueron beneficiosos y aquellos que aun necesitan ajustes adicionales. Una vez realizado lo mencionado anteriormente, se ajustarán y mejorarán las soluciones propuestas alineándolas a las necesidades del taller Calzado Levi, para aplicar mejoras en su proceso de producción.

4. Evaluación y recomendación de las propuestas más viables.

En la última fase, se llevará a cabo una evaluación financiera de las estrategias formuladas. Para ello, es necesario determinar los costos en los que la empresa incurrirá al implementar dichas propuestas. Para determinar la viabilidad financiera, se emplearán herramientas financieras como lo es la evaluación Costo/Beneficio. Esta herramienta permitirá comparar los costos totales con los beneficios esperados de las inversiones propuestas. Estas herramientas se utilizarán para verificar la factibilidad de las inversiones que se propone realizar con el fin de seleccionar la mejor propuesta de mejora que se ajuste al taller Calzado Levi.

6. Tipo de Información.

La información recolectada durante la realización del presente estudio es de carácter interno, ya que estará conformada por los factores internos de la producción. Por otro lado, se utilizará bibliografía externa con la finalidad de

sustentar la metodología empleada en las diferentes etapas del proceso mencionadas anteriormente.

7. Fuentes de Información:

7.1 Fuentes primarias:

Encargado del taller Calzado Levi: se considera una fuente esencial de información primaria para la propuesta de mejora, ya que posee un conocimiento directo y profundo del negocio, abarcando desde la operación diaria hasta la estructura organizativa.

Colaboradores del taller Calzado Levi: Su conocimiento técnico especializado en la fabricación de calzado, la capacidad para identificar problemas en la producción, la perspectiva práctica respecto a procedimientos y equipos, junto con la retroalimentación en tiempo real, constituyen elementos esenciales para proponer mejoras realistas.

7.2 Fuentes secundarias:

- Páginas Web relacionadas con el tema de investigación.
- Libros asociados a la metodología Lean Six Sigma.
- Libros asociados a Planificación y Control de la producción.

8. Población y Muestra.

El tipo de muestra para el presente estudio será de tipo probabilístico, ya que la selección de los subgrupos se basará en la aplicación de un método que asegura que cada elemento de la población tenga una probabilidad conocida y no nula de ser incluido en la muestra. Esto permite que los resultados obtenidos sean generalizables y representativos de la población total, facilitando inferencias válidas sobre el fenómeno en investigación (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014).

9. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

9.1 Trabajo de Campo.

El tipo de trabajo de campo que se llevará a cabo es la visita al taller Calzado Levi, ya que se desea recolectar información a través de la observación directa y mediciones de tiempo del proceso productivo Cabe agregar que, toda la información que se precisa obtener será mediante la aplicación de una de las herramientas de evaluación como el Modelo SCOR y el Value Stream Map.

9.2 Muestreo

En el taller Calzado Levi, se llevó a cabo un proceso de muestreo presencial con el objetivo específico de recolectar muestras de tiempo relacionadas con los distintos pasos del proceso de fabricación de calzado. Se enfocó en obtener mediciones directas y precisas de los tiempos requeridos para cada etapa del proceso, desde el corte y montaje de los materiales hasta el acabado final del producto

9.3 Encuesta.

Se llevará a cabo una encuesta presencial de tipo longitudinal de cohorte en el taller Calzado Levi. Este enfoque se selecciona debido a que los participantes comparten criterios específicos requeridos, en este caso, los colaboradores del taller. Es cerrada, por cuestiones de practicidad y tiempo ya que deberán seleccionar alguna o algunas de las posibles opciones. Además, se diseñará de manera objetiva, abarcando diversos aspectos clave del proceso de producción de calzado. Este enfoque integral asegurará la recopilación exhaustiva de información relevante para la evaluación del proceso.

9.4 Entrevista.

Se realizará una entrevista estructurada en el taller de Calzado Levi, con el propósito de recolectar datos clave para la propuesta de mejora en el proceso de producción de calzado. Esta entrevista se llevará a cabo con el fin de obtener información detallada y específica de los colaboradores involucrados, permitiendo identificar

áreas de oportunidad, desafíos actuales y posibles soluciones para mejorar eficientemente el proceso de producción de calzado en el taller.

10. Sistematización de la Información.

10.1 Técnicas de Procesamiento de la Información.

El procesamiento de la información se realizará utilizando métodos estadísticos, los cuales están diseñados para recolectar, organizar, analizar e interpretar datos con el fin de facilitar la toma de decisiones fundamentadas. Se empleará específicamente la estadística descriptiva, una técnica que busca presentar y resumir los datos de manera organizada y visual. Su enfoque se centra en la creación de gráficos, tablas y medidas resumidas que permitan una interpretación adecuada y clara de la información recolectada. Esta técnica es esencial para generar una comprensión detallada y precisa de los datos, proporcionando el contexto necesario para tomar decisiones informadas en el contexto del proceso de producción de calzado.

10.2 Herramientas para el Procesamiento de la Información.

Se utilizará Microsoft Excel como la herramienta principal para el procesamiento de la información.

Las herramientas que se emplearán son:

- Tablas de Datos.
- Gráficos.
- Cuadros Comparativos.

Se empleará el software de Minitab para generar informes que permita visualizar de forma gráfica, el sesgo de los datos recolectados para identificar las posibles causas de los mismos, permitiendo tomar decisiones basadas en la evidencia y mejorar los procesos en diferentes áreas del taller Calzado Levi.

VII. Cronograma de Ejecución.

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Gantt Chart											
					tri 4, 2023	oct	nov	dic	tri 1, 2024	ene	feb	mar	tri 2, 2024	abr	may	jun
0	Proyecto1	189,4 días	mar 07/11/23	mar 02/07/24												
1	Elaboracion de protocolo	46,4 días	mar 07/11/23	vie 05/01/24												
2	Redaccion de introduccion	7 días	mar 07/11/23	mié 15/11/23												
3	Redaccion de objetivos	3 días	mié 15/11/23	dom 19/11/23												
4	Redaccion de antecedentes	6 días	dom 19/11/23	dom 26/11/23												
5	Redaccion de justificacion	6 días	lun 27/11/23	lun 04/12/23												
6	Elaboracion del diseño metodologico	5 días	lun 04/12/23	dom 10/12/23												
7	Elaboracion del marco teorico	16,8 días	lun 11/12/23	mar 02/01/24												
8	Elaboracion del diagrama de gantt	2 días	mié 03/01/24	vie 05/01/24												
9	Entrega del protocolo a FTI	30 días	sáb 06/01/24	lun 12/02/24												
10	Revision del protocolo por el tutor	1 día	sáb 06/01/24	dom 07/01/24												
11	Entrega de protocolo impreso a FTI	1 día	dom 07/01/24	lun 08/01/24												
12	Aprobacion de protocolo por parte de la FTI	28 días	lun 08/01/24	lun 12/02/24												
13	Desarrollo de monografia en calzado levi	108 días	lun 12/02/24	mié 26/06/24												
14	Diagnostico actual de la empresa	32 días	lun 12/02/24	sáb 23/03/24												
15	Validacion y revision del diagnostico por parte del tutor	2 días	sáb 23/03/24	lun 25/03/24												
16	Analisis de la situacion de la empresa	30 días	mar 26/03/24	jue 02/05/24												
17	Desarrollar propuestas de mejora	7 días	jue 02/05/24	sáb 11/05/24												
18	Revision de propuestas por el tutor	2 días	sáb 11/05/24	lun 13/05/24												
19	seleccionar e implementar la propuesta de mejora mas viable	3 días	lun 13/05/24	vie 17/05/24												
20	Realizar un plan de control	32 días	vie 17/05/24	mié 26/06/24												
21	entrega de monografia	5 días	mié 26/06/24	mar 02/07/24												
22	Revision de monografia por el tutor	3 días	mié 26/06/24	dom 30/06/24												
23	Entrega de monografia a la FTI	2 días	dom 30/06/24	mar 02/07/24												

Proyecto: Proyecto1 Fecha: mié 03/01/24	Tarea		Resumen del proyecto		Tarea manual		solo el comienzo		Fecha límite	
	División		Tarea inactiva		solo duración		solo fin		Progreso	
	Hito		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Tareas externas		Progreso manual	
	Resumen		Resumen inactivo		Resumen manual		Hito externo			

VIII. Desarrollo.

1. Etapa Definir.

En esta etapa de la metodología DMAIC se necesitó inicialmente evaluar la situación actual del negocio a través de herramientas que permitieron recabar la mayor información posible, entre ellas están:

1.1 Modelo Canvas.

✓ Socios Clave

Proveedores de cuero.

Los proveedores de calzado de cuero con los que colabora el Taller de Calzado Levi desempeñan un papel fundamental en su proceso de producción. Estos proveedores ofrecen una amplia variedad de materia prima, proporcionando al taller una selección diversa de cueros vacunos en diferentes colores y características. Esto permite al taller elegir el cuero que mejor se adapte a las necesidades específicas de cada diseño de calzado, teniendo en cuenta aspectos como el grosor, la flexibilidad, la textura y la ausencia de imperfecciones en cada pliego de cuero. Aunque no dependen exclusivamente de un proveedor en particular, la ausencia de estos socios clave afectaría negativamente sus operaciones al dejarles sin los suministros necesarios para llevar a cabo su producción. La dependencia de estos proveedores resalta su importancia estratégica en la cadena de suministro del taller.

Peleterías.

El Taller de Calzado de Cuero trabaja con peleterías, socios clave que garantizan un suministro de materiales esenciales para su producción. Entre estos materiales se encuentra el papel de plantilla para la suela de zapatos, utilizada como forro antes de colocar la suela; el EVA es un término que se usa como abreviatura de su nombre original el Etileno-Vinil-Acetato, un polímero termoplástico empleado en la fabricación de suelas; el textil, utilizado para la plantilla y otros accesorios. Estos suministros proporcionados por las peleterías aseguran que el taller disponga de las herramientas adecuadas para llevar a cabo su producción y cumplir con los plazos

de entrega establecidos.

Comerciantes de calzado.

Trabajar en colaboración con comerciantes de calzado ofrece al Taller Calzado Levi la oportunidad de incrementar las ventas en volumen. Estos clientes, que suelen realizar pedidos considerablemente grandes para abastecer sus tiendas, permiten al taller ganar un mayor reconocimiento y prestigio en el mercado. Esto se debe a que estos comerciantes ya cuentan con una red establecida de clientes a quienes venden calzado. Al proveerles con productos, el taller logra expandir su alcance de manera significativa sin necesidad de invertir tanto en esfuerzos de marketing. Además, al vender al por mayor a comerciantes, el taller puede asegurar mayores márgenes de ganancia y ventas más consistentes en comparación con la venta directa al consumidor final.

Socios comerciales de marcas maquiladas.

El Taller Calzado Levi colabora con marcas reconocidas, desempeñando un papel fundamental como socios claves. Estas alianzas estratégicas permiten al taller maquilar productos exclusivos para estas marcas, aprovechando su experiencia y capacidad para cumplir con los pedidos y diseño exigidos. Esta asociación fortalece la reputación del taller en el mercado y amplía su alcance a través de la comercialización de calzado bajo el prestigio de marcas reconocidas.

Distribuidores internacionales.

Al trabajar con clientes internacionales, el Taller Calzado Levi aprovecha la oportunidad de expandir su alcance más allá del mercado nacional y dar a conocer su trabajo a nivel global. Esta incursión en territorios internacionales abre un abanico de posibilidades para el crecimiento comercial, al brindar acceso a una amplia audiencia.

Tiendas de calzado a nivel nacional.

El Taller Calzado Levi al trabajar con tiendas de calzado nacional, a las cuales taller Calzado Levi les provee productos bajo pedido. Estas tiendas ofrecen una amplia gama de calzado, y el taller de Calzado Levi abastece a estas tiendas con productos

diseñados para atraer a diversos grupos de clientes, incluyendo hombres, mujeres, jóvenes y niños. Con los calzados que son atractiva para todos los públicos atendidos por estas tiendas de calzado.

✓ **Actividades Clave**

Diseño.

El diseño de los calzados es una de las actividades fundamentales para el taller Calzado Levi, ya que es una de las propuestas de valor que les ofrecen a sus clientes. Enfrentándose a la tarea de materializar diversos diseños, ya que ha colaborado con algunas marcas de calzado maquilando sus diseños e innovándolos, así mismo ofrecen al cliente la oportunidad de personalizar sus diseños.

Corte cuero.

El corte preciso del cuero permite obtener las piezas necesarias para cada componente del calzado como la parte superior, la plantilla, los birretes y los refuerzos. Esto garantiza que cada pieza se ajuste correctamente al diseño y las especificaciones del calzado.

Un corte cuidadoso del cuero maximiza el aprovechamiento del material, minimizando los desperdicios y reduciendo los costos de producción. Esto es importante en la fabricación de calzado de cuero artesanal, donde el cuero puede ser costoso y se busca optimizar cada pieza.

Pegado en caliente.

El pegado en caliente es una actividad esencial en el taller de Calzado Levi. Esta técnica proporciona una unión sólida entre la suela y la parte superior del calzado, lo que disminuye el riesgo de desprendimiento o separación durante el uso prolongado. Además, permite unir las piezas del calzado de manera precisa y uniforme, lo que resulta en un acabado estético que mejora la apariencia general del calzado, garantiza la durabilidad, resistencia y calidad estética del calzado producido en el taller de Calzado Levi.

✓ Recursos Clave

Asesor de venta.

El asesor de ventas del Taller Calzado Levi desempeña un papel en la gestión de recursos clave, especialmente en la adquisición de clientes tanto internacionales como nacionales. Aprovechando una red de contactos, el asesor trabaja para asegurar una cartera diversificada de clientes, atendiendo a sus necesidades específicas y gestionando solicitudes de estilos de zapatos estándar y personalizados. Además, se encarga de documentar visualmente la variedad de calzado disponible en el taller, tomando fotografías para exhibirlas y promoverlas entre los clientes potenciales.

Diseñador del calzado.

El diseñador aporta nuevas ideas y creatividad al diseño lo que ayuda a mantener la innovación, diseños estéticamente atractivos y funcionales teniendo en cuenta la tendencia y las preferencias del cliente en la línea de calzado, tiene un conocimiento amplio de los materiales, las técnicas de fabricación, lo que ayuda a garantizar que los diseños sean factibles y viables desde el punto de vista técnico, garantizar que los diseños se ejecuten según lo planeado.

Herramientas de corte.

Las herramientas de corte son fundamentales como la cuchilla, tijeras y cúter, permite cortar con precisión el cuero para crear los moldes de cuero para cada parte del zapato esto garantiza que tenga la forma correcta para un ensamblaje adecuado. Las herramientas de corte bien afiladas aseguran los cortes más precisos y limpios, minimizando errores y desperdicios de material.

Máquina de coser.

Permiten coser de manera rápida y uniforme las diferentes partes del calzado, están diseñadas para proporcionar costuras precisas y consistentes, realizan una variedad de puntadas y funciones que permiten adaptarse a diferentes estilos de costura y necesidades de diseño el uso de la máquina de coser le permite hacer

menos esfuerzo y tiempo, liberando a los colaboradores para concentrarse en otras tareas críticas del proceso.

Horno.

Los adhesivos utilizados en la fabricación de calzados requieren calor para activarse y lograr una unión fuerte y duradera, un horno produce la temperatura adecuada para activar los adhesivos de manera efectiva, asegurando una unión sólida entre las diferentes partes del calzado.

✓ **Propuesta de Valor**

Producir calzados con diseños innovadores para los clientes más exigentes.

El taller Calzado Levi se compromete con la innovación en la producción de calzado, ofreciendo diseños vanguardistas para satisfacer a los clientes más exigentes. Su enfoque en la innovación impulsa la constante creación de nuevos estilos y tendencias en la moda del calzado. Esto asegura que los clientes siempre tengan acceso a productos únicos que se distingan en el mercado, brindándoles una propuesta de valor incomparable en términos de originalidad.

Maquilar calzados de marca reconocidas a nivel nacional.

El Taller Calzado Levi maquila calzados de marcas reconocidas a nivel nacional. Gracias a su excelente artesanía, atención meticulosa a los detalles y uso de materiales en buen estado, el taller ha ganado una reputación sólida en la industria del calzado. Colaborando con marcas de renombre, el taller se ha consolidado como un socio confiable y competente en la producción de calzado que cumple con los estándares exigentes y diseño lo que le ha permitido ganarse la confianza de sus clientes.

✓ **Relación Clientes**

WhatsApp.

El Taller de Calzado Levi. Mediante el uso de WhatsApp, ofrece un servicio personalizado, permitiendo conocer las preferencias de los clientes, responder a preguntas específicas y proporcionar comodidad en el proceso de compra a través

de dispositivos móviles. Esto incluye la posibilidad de realizar pedidos y transacciones desde la comodidad del hogar, sin necesidad de salir. Además, se mantiene a los clientes informados sobre el estado de sus pedidos, brindando actualizaciones de estatus sobre el proceso de producción, el envío y la entrega de los productos adquiridos. Esta atención directa y eficiente fortalece la relación con los clientes y mejora su experiencia de compra con el Taller de Calzado Levi.

Llamadas telefónicas.

Las llamadas telefónicas ofrecen al Taller Calzado Levi una vía directa de comunicación con sus clientes, facilitando tanto la atención a los clientes existentes como la captación de nuevos clientes potenciales interesados en sus productos y servicios. Lo que simplifica el proceso de realización de pedidos para el cliente. Además, brinda la oportunidad a los clientes de hacer preguntas sobre los precios, solicitar información adicional sobre los detalles del calzado y obtener asistencia personalizada. Asimismo, el taller utiliza las llamadas telefónicas para informar a los clientes cuando sus pedidos están listos para ser recogidos o para consultar sobre detalles específicos de lo que el cliente.

Visita de los clientes al taller.

Los clientes tienen la opción de visitar personalmente el Taller de Calzado Levi para realizar sus pedidos, lo que facilita una negociación más efectiva al tener la oportunidad de examinar físicamente el catálogo de productos y los materiales utilizados. Esta interacción directa también les permite discutir detalles específicos que deseen incluir en su pedido, lo que conduce a una mejor comprensión mutua entre ambas partes. Además, el taller ofrece la conveniencia de que los clientes puedan retirar sus pedidos en persona una vez que estén listos, agilizando el proceso.

✓ Canales

Ferias de calzados.

Las ferias ofrecen al Taller de Calzado Levi una valiosa oportunidad para establecer relaciones directas con sus clientes en un ambiente personalizado. Esta interacción

cara a cara fomenta vínculos más estrechos que fortalecer la confianza en los productos. Además, permite exhibir los diseños de calzado de cuero de manera tangible, facilitando que los clientes los examinen y prueben personalmente. Esta experiencia directa no solo promueve y despierta interés en los productos, sino que también contribuye a consolidar la reputación del taller en el mercado. Además, en estas ferias establecen contactos con distribuidores, minorista y diseñadores.

Entregas en el taller.

Uno de los servicios de entrega que ofrece el Taller Calzado Levi es la posibilidad para los clientes de retirar personalmente sus pedidos en el taller en fechas previamente acordadas, ya que les brinda un mayor control sobre el proceso de entrega. Al recoger el calzado en persona, los clientes pueden verificar personalmente que el producto cumpla con lo acordado, lo que ayuda a evitar malentendidos o descontentos posteriores, contribuye que la compra sea transparente.

Encomienda a través de Interlocales.

Otra opción de entrega que ofrece el taller de calzado de Levi es a través de Inter local, este servicio está disponible para clientes que encuentra difícil recoger sus productos en persona. Cuando el producto está listo, se notifica al cliente y se coordina la entrega en una estación de autobuses cercana donde el cliente puede recogerlo fácilmente, brinda a los clientes una flexibilidad de elegir un lugar de entrega que resulte conveniente y cercano, lo que ahorra tiempo y esfuerzo, permite llegar a clientes que están fuera de su área de servicio habitual, ya que las estaciones de autobuses suelen estar en áreas más amplia y accesibles.

✓ Segmento de Clientes

Tiendas de calzado a nivel nacional.

El Taller Calzado Levi tiene como clientes las tiendas de calzado a nivel nacional, un segmento crucial para su negocio, el taller Calzado Levi les provee una variedad de estilos de calzados y les suministra calzados según sus pedidos específicos.

Dado que estas tiendas ofrecen una amplia variedad de calzado dirigido a diferentes grupos de clientes, incluyendo hombres, mujeres, jóvenes y niños, al ser un proveedor de estas tiendas asegura de satisfacer las diversas necesidades y preferencias de los consumidores que frecuentan estos establecimientos.

Comerciantes de calzado.

Para el Taller Calzado Levi los comerciantes de calzado representan un segmento esencial en su cartera. Estos comerciantes, al realizar grandes pedidos de estilos estandarizados como zapatos escolares o botas, se enfocan en un mercado específico de clientes. Levi cuenta con una amplia variedad de calzado diseñado para atraer a diferentes grupos de clientes, lo que les permite suministrar productos a estos comerciantes que se centran en un solo mercado, ofreciendo opciones como botas, tenis, zapatos escolares, entre otros.

Clientes internacionales.

Estos clientes realizan compras de una amplia gama de estilos de zapatos, que van desde botas hasta tenis, pasando por zapatos escolares y botines, entre otros productos ofrecidos por el taller. Esta relación se fortalece gracias a los esfuerzos del asesor de ventas, quienes mantienen relaciones cercanas con los clientes internacionales, facilitando así la realización de pedidos de grandes cantidades y variedad de calzados para satisfacer las necesidades de este mercado específico.

Población estudiantil.

El Taller Calzado Levi también se dirige al mercado estudiantil, considerado uno de sus segmentos de clientes clave. Esto se debe a que el calzado escolar es una necesidad básica para los estudiantes, lo que genera una demanda constante y elevada a lo largo de todo el año escolar. Las temporadas de venta de calzado escolar coinciden generalmente con el inicio del año lectivo.

Gobierno.

El Taller Calzado Levi, siendo un proveedor de calzado, de programas gubernamentales, los cuales representan una parte importante de su cartera de clientes. Entre los productos ofrecidos se encuentran los zapatos escolares y los

zapatos infantiles, que son demandados por estos programas para cubrir las necesidades de diversos sectores de la población.

✓ **Estructura de Costos**

El taller Calzado Levi opera con una estructura de costo como:

- Salarios de los empleados.
- Mantenimiento de las máquinas e instalaciones.
- Pagos de servicios básicos (agua, luz).
- Gastos administrativos.
- Materiales (cuero, pega, textil, hilo, cordones, entre otros).
- Obligaciones tributarias al pagar sus impuestos.

✓ **Fuentes de Ingreso**

El taller Calzado Levi genera ingresos a través:

- Ventas al crédito: las ventas al crédito brindan a los clientes la flexibilidad de adquirir productos y pagar en cuotas.
- Ventas al contado: por su parte, ofrecen la conveniencia de realizar pagos inmediatos en efectivo.
- Transferencias bancarias: los clientes pueden efectuar pagos de manera rápida y segura desde sus cuentas bancarias.
- Venta de Calzado: calzado fabricado por el taller, incluyendo botas, zapatos escolares, botines, tenis y otros estilos disponibles en el catálogo.
- Productos Derivados de Cuero: venta de productos adicionales fabricados con cuero, como fajas de cuero u otros accesorios.
- Alquiler de Máquinas: el alquiler de maquinaria y equipos del taller a otros negocios o zapateros independientes que requieran este tipo de servicios.
- Venta al por Mayor a Comerciantes: venta de calzado al por mayor a comerciantes de calzado que adquieren grandes cantidades para su posterior distribución en tiendas minoristas.

Esquema mode

lo CANVAS.

<p>Partners</p> <ul style="list-style-type: none"> - Proveedores de cuero (nacionales). - Peleterías. - Comerciantes de calzado - Distribuidore internacionales - tiendas de calzado a nivel nacional - Socios comerciales de marcas maquiladas. 	<p>Actividades clave</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseño. - Corte de cuero - pegado en caliente X 	<p>Propuesta de valor</p> <ul style="list-style-type: none"> - Producir calzados con diseños innovadores para los clientes más exigentes. - Maquilar calzado de marcas reconocidas a nivel nacional. 	<p>Relación cliente</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ferias de Calzado. - WhatsApp. - Llamada Telefónicas. - Visita de los clientes al taller. 	<p>Segmentos clientes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tiendas de calzado a nivel nacional. - Comerciantes de calzado. - Clientes internacionales.. - Población estudiantil. - Gobierno.
<p>Recursos clave</p> <ul style="list-style-type: none"> - Diseñador del calzado. - herramientas de corte. - Máquinas de coser. - Horno. - Asesor de venta 	<p>Canales</p> <ul style="list-style-type: none"> - Entregas en el taller. - Ferias de Calzado. - Encomienda a través de interlocales. 	<p>Fuentes de ingresos</p> <ul style="list-style-type: none"> - Venta de calzado de cuero. - Ventas de otros productos (fajas de cuero, guantes de cuero, etc.) - Alquiler de máquinas para zapateros. - Pagos en efectivo, contado, crédito y deposito a cuenta. 	<p>Estructura de costes</p> <ul style="list-style-type: none"> - Costos fijos (salarios, energía eléctrica, mantenimiento). - Costos Variables (materiales). - Impuestos. 	

Ilustración 35: Canvas/ Modelo de negocio Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

1.2 Modelo SCOR.

Es de vital importancia conocer la cadena de suministro del negocio y el proceso de producción para fabricar el calzado, para ello se desarrolló el modelo SCOR.

Planeación

Calzado Levi se caracteriza por tener una planificación de sus operaciones en función de su experiencia a lo largo de los años, en temporadas de alta demanda como son las fechas escolares y en meses de septiembre y diciembre. Para asegurar una capacidad de producción suficiente durante estos picos de demanda, el taller mantiene un inventario de materia prima, especialmente de cuero, el cual permite anticipar cualquier pedido entrante y así poder empezar el trabajo de forma inmediata. Entre los principales cueros que almacenan están el cuero negro para zapatillas escolares y cuero nubock para botas, mantienen al menos 2 pliegos de 14 pies cuadrado cada uno para tenerlos listos al entrar un pedido. A pesar de tener esta estrategia Calzado Levi no tiene un proceso formal para pronosticar la demanda en determinados periodos y ninguno enfocado en la planificación de requerimientos de material (MRP) que les permita gestionar adecuadamente los recursos y tenerlos en el momento adecuado.

Abastecimiento

Calzado Levi tiene acceso a varios proveedores tanto en su localidad Masaya y fuera de la ciudad en Managua, sin embargo, no tiene alianza o un contrato estratégico a largo plazo con ellos para la adquisición de materia prima, teniendo en cuenta que los tiempos de entregas pueden ser más prolongados y exista dificultad de encontrar algún material.

Cuando el taller necesita satisfacer un pedido de 70 pares e incluso pedidos de mayor cantidad de zapatos se contacta con peleterías de Managua ya que algunas de ellas cuentan variedad en los estilos de cuero, así como la capacidad para transportar grandes cantidades de materia prima. Es importante detallar que este

envió de materia prima al ser desde otro departamento tienen un tiempo de entrega de **4 a 5 horas**, de las cuales están las siguientes:

✓ **Cuero**

Es el material principal para producir el calzado, para pedidos de 70 pares compran alrededor de 210 pies de cuero y varían los tipos de acuerdo a la necesidad del cliente, entre los más utilizados están:

- Cuero nobuck
- Cuero pastor.
- Cuero negro.

✓ **Papel insole para plantillas:**

Este material lo utilizan para hacer entresuelos lo que da mayor soporte a la estructura del zapato, se compran alrededor de 4 yardas para los 70 pares

✓ **Forros a base de EVA:**

Se utiliza para el revestimiento interno del calzado y le da mayor comodidad, se compran alrededor de 4 yardas igualmente para 70 pares de zapatos

✓ **Suelas**

Se compra una suela por cada zapato a producirse en un pedido y pueden variar tanto para hombre como para mujer.

✓ **Pegamento especial:**

Compran un pegamento especial de marca pegaucho el cual es esencial para el pegado en caliente de suelas proporcionando una unión fuerte y duradera, adquieren por barril la cantidad de 55 galones. Cabe mencionar que en una producción de 70 pares ocupan 5 galones de este pegamento por lo que siguiendo este estándar de producción el barril es capaz de dar abasto durante 3 meses.

✓ **Hilos para coser y cordones**

Compran carretes de hilo y en diferentes tonos para las máquinas de coser y la pasadora de suela. Además de cordones para aquellos estilos de zapatos que lo necesiten.

✓ **Colorantes**

Adquieren anilina de color café y negro para teñir las piezas obtenidas del proceso de corte para tener un mejor acabado.

Transformar

Actualmente el taller funciona en total con 7 operarios (alistadores, montadores y pasador), los cuales están distribuidos en tres áreas específicas: 3 en corte, 2 en montado, 1 en el pasado de suela y 1 en embalaje. Es importante mencionar que el taller tiene una capacidad de planta para producir 14 pares de zapatos al día, cada par ocupa de 3 a 4 pies de cuero dependiendo el estilo y tamaño. El proceso de fabricación o flujo de proceso se basa en las siguientes fases:

✓ **Seleccionar el diseño**

En esta etapa los alistadores se encargan de elegir los moldes del zapato por estilo y talla que requiera el pedido, estos moldes están numerados en función de la talla que vaya a necesitar el zapato, además preparan el tipo de cuero que será utilizado para realizar el corte. Es importante mencionar que estos diseños los realizan a mano y no utilizan programas de diseño por computadora que les faciliten el trabajo.



Ilustración 36: Moldes.
Fuente: Elaboración Propia

✓ Cortar cuero

Una vez teniendo los moldes el alistador acomoda cada una de las piezas sobre la base del cuero y con una cuchilla empieza a cortar cada una de las piezas, según el alistador que lleva a cabo este procedimiento le toma **6 minutos** en sacar las piezas para un solo par de zapatos.

✓ Armar y coser los moldes de cuero

Antes de coser las piezas del zapato, estas pasan por un proceso de desbastado para que el grosor del cuero sea lo más uniforme posible y encajen de forma adecuada durante el proceso de costura garantizando así un producto final de calidad, realizar esto les toma **1 minutos** como máximo.

Posteriormente se toman estas piezas y se llevan a las máquinas de coser para armar la parte superior del calzado además utilizan pegamento para fijar bien la estructura, cada par de moldes les toma **3 minutos** para coser en maquina teniendo en cuenta que son 6 moldes para obtener una unidad de zapato y según el alistador a cargo se debe dejar un tiempo de espera de **5 minutos** para el secado de la pega en cada estructura.

✓ Cortar plantillas en papel insole



Ilustración 37: Corte de Plantilla.
Fuente: Elaboración propia.

En esta fase el proceso pasa a manos del montador quien inspecciona principalmente que no haya piezas mal cosidas del proceso anterior para así devolverlas al área de cosido y corregir los defectos, luego el montador sobre una base de papel insole coloca un molde para cortar una capa llamada entresuela la cual se coloca entre la plantilla y suela del zapato para dar. Más confort al zapato, este proceso **toma 1 minuto** por cada par.

✓ Montado en horma

En este proceso los 2 montadores que están a cargo, utilizan una horma para montar las piezas cocidas del zapato para empezar a darle forma al calzado, utilizan una horma de acuerdo a la talla del zapato, las cuales están enumerados desde el 27 el más pequeño hasta el 43 el más grande, además cuentan con varios estilos en el inventario.



Ilustración 38: Montado en Horma.
Fuente: Elaboración propia.



Ilustración 39: Estructura del zapato.
Fuente: Elaboración propia.

A lo largo de esta fase utilizan herramientas como martillos y pinzas para ajustar el calzado y darle la forma deseada, además utilizan cutters para quitar excesos de cuero. Cada par se toma **15 minutos** en este procedimiento.

✓ Colocar suelas en el horno

Una vez obtenida la forma adecuada del calzado el montador toma algunos pares de suela y de zapato y empieza a untar pegamento sobre la base de ambas piezas el cual en base a su experiencia deja un tiempo de espera de **30 minutos** para el secado de la pega, en ese tiempo se da la tarea de encender el horno y dejar que caliente durante ese tiempo, posteriormente se colocan las suelas en el horno durante **4 minutos** para luego unirlos a la parte superior del calzado a base de presión.



Ilustración 40: Pegado en caliente.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Ajustar las suelas al calzado



Ilustración 41: Montado de suela.
Fuente: Elaboración propia.

En esta fase el montador primeramente une la suela a la parte superior del zapato a base de presión manual, obteniendo así su estructura final, cada unidad de zapato le toma **1 minuto** en unir.

✓ Colocar zapatos en la prensadora

Posteriormente coloca el par de zapatos dentro de una prensadora para ajustar todos los componentes del calzado a base de presión y calor controlada. Este proceso dura máximo **24 segundos** debido a que la maquina ya viene programada con ese tiempo. Según el montador cada par debe tener una espera de **30 minutos** para que enfríe toda la estructura del calzado antes de quitar la horma y realizar el pasado de suela.



Ilustración 42: Prensado.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Pasado de suela



Ilustración 43: Pasado de suela.
Fuente: Elaboración propia.

Este proceso se basa en coser la suela del zapato y se utiliza una máquina que es la pasadora de suela, esto con la finalidad de proporcionar una unión más sólida y duradera al zapato para que pueda aguantar condiciones de uso intenso, es decir evita que la estructura del zapato se despegue con facilidad. Esta actividad suele realizarse rápido en un lapso de **30 a 40 segundos por par**.

✓ Inspección final

En este proceso el encargado del empaclado revisa el producto terminado en busca de algún defecto, entre los más comunes, restos de pegamento, de material textil y de otros residuos de material.

✓ Cortar las plantillas de EVA y textil

Luego de realizar el proceso de inspección final se lleva a cabo el corte de plantillas EVA, la cual tienen un estilo semejante a la goma espuma y garantiza mayor comodidad en el zapato, luego del corte se adhiere a la entre-suela del zapato con algo de pegamento, esta fase toma un tiempo **medio minuto** por cada unidad de zapato.



Ilustración 44: Emplantillado.
Fuente: Elaboración propia.

✓ Empacar zapatos



Ilustración 45: Empacado.
Fuente: Elaboración propia.

Durante este proceso cada par de zapatos se rellenan con un forro de papel en la parte del empeine y se guardan dentro de bolsas de plásticos. Se toma un tiempo de **más de 1 minuto** para empacar un par de zapatos.

✓ Flujo de proceso para un par de zapatos

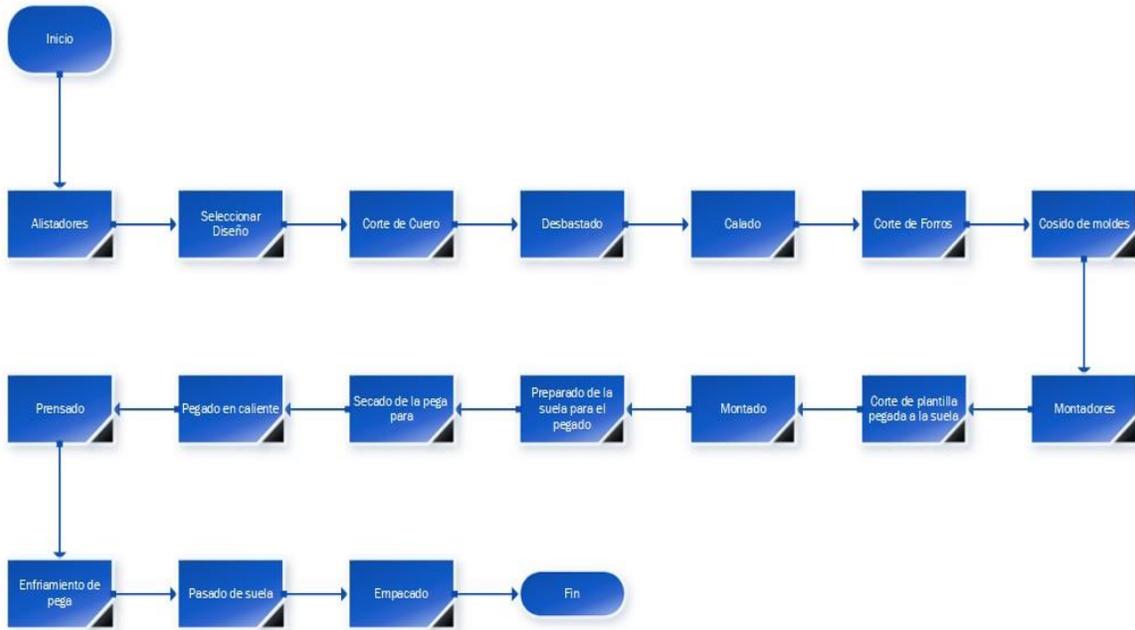


Ilustración 46: Flujo de procesos.

Fuente: Elaboración propia.

El siguiente esquema refleja detalladamente la cantidad de horas que trabajan en Calzado Levi durante una jornada efectiva, así como el número de trabajadores del que se dispone en cada área, además se muestra el cálculo total de horas que dedican dichas áreas de trabajo en sus actividades diarias a lo largo de la semana.

N° colaboradores	Cargo	N° horas x día	Días a la semana	N° semanas	Total, Horas Disponibles
3	Alistadores	8	6	1	144
2	Montadores	8	6	1	96
1	Pasador	8	6	1	48
1	Empacador	8	6	1	48

Tabla 3: Horas disponibles por cargo dentro del taller Calzado Levi.

Fuente: (Levi, 2024)

Matriz de Destrezas y Habilidades

Se llevó a cabo una matriz de destrezas y habilidades para evaluar la flexibilidad de los trabajadores dentro del proceso productivo, identificando tanto sus fortalezas como debilidades. A excepción de los dueños del taller, designados como alistadores 1 y 2, el resto del personal posee habilidad limitada y sola puede realizar una parte específica del proceso productivo debido a la falta de personal.

Alistador 1.

El colaborador designado como "allistador uno" posee habilidades en múltiples áreas del proceso de fabricación de calzado, incluyendo diseño, corte, el cosido, pasado, inspección y empaquetado eso significa que puede hacer el proceso y capacitar a otro trabajador. Sin embargo, su especialidad no se encuentra en el proceso de pegado de suela, donde su conocimiento es más básico en comparación con otras áreas del taller.

Alistador 2

El empleado dos cuenta con habilidades destacadas en áreas clave como el corte, el cosido, la inspección y el empaquetado que se refiere a que puede hacer el proceso y capacitar a otro trabajador. Su dominio es de un 50 % que significa que puede realizar el proceso con ayuda. En procesos como el diseño y el pasado. Sin embargo, su conocimiento en el proceso de pegado de suela se limita a lo básico.

Alistador 3

El empleado tres demuestra dominio en los procesos de corte y costura, alcanzando un nivel del 100% puede hacer el proceso y capacitar a otro trabajador. Sin embargo, en el diseño posee conocimientos básicos. En cuanto a los procesos de pegado de suela, pasado, inspección y empaquetado, no domina completamente estas áreas.

Montador 1

El montador uno demuestra un dominio completo del proceso de pegado de suela, alcanzando un nivel del 100% puede hacer el proceso y capacitar a otro trabajador.

Además, posee un dominio del 85% que se traduce a que puede realizar el proceso de inspección. Sin embargo, en el resto de los procesos, no alcanza un nivel de dominio completo.

Montador 2

El montador dos exhibe un dominio completo del proceso de pegado de suela, alcanzando un nivel del 100%. Asimismo, demuestra un sólido dominio del 85% que significa que puede realizar el proceso de inspección. Sin embargo, muestra debilidad en el dominio de otros procesos, ya que no los domina por completo.

Pasador

El pasador demuestra un dominio completo del proceso de pasado, mientras que posee un nivel del 50% del conocimiento del proceso de inspección que se refiere a que puede realizar el proceso con ayuda. Sin embargo, aún no ha sido habilitado para desempeñarse en los otros procesos de fabricación de calzado.

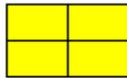
Empacador

El empacador demuestra un dominio completo en el proceso de inspección y empacado. Sin embargo, carece de conocimiento y habilidades en los demás procesos de fabricación de calzado, lo que limita su capacidad para capacitar a otros trabajadores en esas áreas.

Puesto \ Proceso	Diseño	Cortado	Cosido	Pegado suela	Pasado	Inspección	Empacado
Alistador 1	2/2	2/2	2/2	1/2	1/2	2/2	2/2
Alistador 2	1/2	2/2	2/2	1/2	1/2	2/2	2/2
Alistador 3	1/2	2/2	2/2	0/2	0/2	0/2	0/2
Montador 1	0/2	0/2	0/2	2/2	0/2	1/2	0/2
Montador 2	0/2	0/2	0/2	2/2	0/2	1/2	0/2
Pasador	0/2	0/2	0/2	0/2	2/2	1/2	0/2
Empacador	0/2	0/2	0/2	0/2	0/2	2/2	2/2

Ilustración 47: Matriz de Destrezas y Habilidades/ Calzado Levi.
Fuente: Elaboración propia.

Escala:



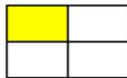
Puede hacer el proceso y capacitar a otro trabajador.



Puede realizar el proceso.



Puede realizar el proceso con ayuda.



Sabe como es el proceso pero no puede hacerlo.



No sabe como es ni puede realizar el proceso.

Ilustración 48: Escala Matriz de Destrezas y Habilidades/ Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

Máquinas.

Calzado Levi ha invertido a lo largo del tiempo en maquinaria necesaria para garantizar un calzado de calidad debido a la exigencia de los clientes y competencia en este sector. Es importante mencionar que para mantener una correcta funcionabilidad de sus máquinas les realizan mantenimiento preventivo cada cierto tiempo y así evitar imprevistos en la producción.

✓ Máquina de coser



El taller cuenta con 3 máquinas para coser, con una capacidad para trabajar de 2 piezas la vez las cuales utilizan de agujas e hilos especiales para realizar la costura adecuada dependiendo el estilo del zapato.

Ilustración 49: Máquina de coser.

Fuente: Elaboración propia.

✓ **Horno Activador**

Calzado Levi posee un horno para el trabajo de pegado en caliente de las suelas, el cual activa esta máquina tiene capacidad 7 pares de zapatos.



Ilustración 50: Horno.
Fuente: Elaboración propia.

✓ **prensadora**



Ilustración 51: Prensadora.
Fuente: Elaboración propia.

Hay una prensadora en el taller la cual tiene capacidad para un par de zapatos y su función es dar una unión más sólida a cada componente del zapato aplicando presión y calor.

✓ Pasadora de suela



Ilustración 52: Pasadora de suela.

Fuente: Elaboración propia.

Calzado Levi cuenta con una máquina de coser suela, la cual funciona con material textil y tiene una fuerte capacidad para atravesar los componentes del zapato y dar una estructura más resistente, dicha maquina solo puede trabajar una unidad a la vez pero que trabaja a un ritmo alto.

Entrega

En cuanto a sus métodos de entrega no tienen un sistema formal y propio que permita llevar los pedidos de clientes que se encuentran en diferentes sectores del país, el método de retiro es en el taller o usando transportes de terceros si el cliente lo solicita.

Devoluciones

Ante cualquier defecto en el pedido Calzado Levi ofrece garantía y devoluciones en caso de que el problema sea de fábrica. Realizan las correcciones del zapato en cuestión de no ser grave y de lo contrario lo cambian a un zapato nuevo.

Esquema Modelo SCOR



Ilustración 53: Modelo SCOR/ Calzado Levi.

Fuente: Elaboración Propia.

1.3 EGE.

El taller Calzado Levi opera con un turno de 8 horas 6 días a la semana con este dato se procedió a estimar el EGE calcular el EGE (Eficiencia General de Equipo) del taller obteniendo los siguientes resultados:

Jornada laboral Calzado Levi	
A anual	Horas
Semana	48
Mes	208
A anual	2496
Total Horas laboradas anuales	2496
Total Horas Disponibles anuales	8760
Disponibilidad	28%

Tabla 4: EGE - Disponibilidad Taller Calzado Levi.

Fuente: Elaboración Propia

- **Disponibilidad Baja (28%):**

Esto indica que el equipo del taller está operando bajo el 28% del tiempo planificado en contraste del total del tiempo disponible durante el año. La baja disponibilidad es una señal de que el taller podría mejorar significativamente su tiempo de actividad operativa.

Rendimiento	Tiempo	UM
Teórico	12.63	Min
Real	17.14	Min
Rendimiento	74%	

Tabla 5: EGE - Rendimiento Taller Calzado Levi.

Fuente: Elaboración Propia

- **Rendimiento Medio (74%):**

Cuando el equipo está funcionando, lo hace al 74% de su velocidad máxima posible. Este nivel de rendimiento sugiere que hay margen de mejora en la eficiencia operativa del equipo. Si bien el rendimiento no es extremadamente bajo, un 74% indica que existen algunas pérdidas de velocidad, probablemente debido a ineficiencias, pequeños paros o ajustes necesarios durante la operación.

Este nivel de rendimiento es aceptable, pero podría mejorar para optimizar la producción del taller. Sin embargo, incluso si se incrementa el rendimiento, es crucial que también se trabaje en mejorar la disponibilidad del equipo. De lo contrario, el taller podría no estar aprovechando al máximo su capacidad de producción, ya que el tiempo de operación efectiva también juega un papel fundamental en el resultado final.

Calidad	Cantidad	UM
Muestreadas	168	Pares
PNC	0	Pares
Calidad	100%	

Tabla 6: EGE - Calidad Taller Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

- **Calidad Excelente (100%):**

En base a los datos muestreados, toda la producción sale sin unidades defectuosas.

EGE	Disponibilidad*Rendimiento* Calidad
EGE real de la planta Calzado Levi	21%

Para el taller de Calzado Levi, un EGE del 21% indica una eficiencia general muy baja. Este bajo EGE generalmente es un reflejo de una disponibilidad extremadamente baja del equipo, incluso si el rendimiento y la calidad del trabajo son buenos.

En este caso, el taller podría estar experimentando tiempos de inactividad significativos, lo que reduce drásticamente la productividad. Una disponibilidad baja del equipo significa que, aunque el rendimiento cuando el equipo está en funcionamiento es adecuado y la calidad del producto final es alta, el equipo simplemente no está operando durante el tiempo suficiente para mantener una eficiencia general aceptable.

1.4 Análisis PEST.

Este análisis tuvo como finalidad conocer todos los agentes externos que puedan afectar directa e indirectamente en los intereses de Calzado Levi.

Político-Legales.

Incentivos gubernamentales.

Los incentivos gubernamentales como lo son los programas “Adelante” y “50/50”, son sistemas que otorgan créditos a productores, emprendedores y pequeños negocios, se presenta como un factor político-legal relevante así mismo. En paralelo, el compromiso del Gobierno de Nicaragua, a través del Ministerio de Economía Familiar Comunitaria Cooperativa y Asociativa (MEFCCA), con la transformación de la industria de marroquinería y calzado, han organizado el Congreso Internacional de Marroquinería y Cuero, respaldado por instituciones estatales, que promueve el desarrollo, la formalización y el potencial exportador de esta industria a través de acciones como la entrega de kits de insumos y la capacitación de emprendedores, abasteciendo de paquetes de hilo para pasadoras y cuero a talleres.

Acceso a financiamientos.

El Programa ADELANTE se presenta como una iniciativa destinada a proveer financiamientos a diversos sectores de la economía, incluyendo el agropecuario, la agroindustria, emprendimientos en el campo, economía creativa, PYMES y otros sectores agrícolas en Nicaragua. Con una cartera proyectada de \$80 millones de dólares en un período de tres años, se espera beneficiar a aproximadamente 181,500 emprendedores en todo el país. El programa, comenzó a entregar financiamientos en agosto del año 2022. Cobrando una tasa de interés anual del 10% sobre saldo, más un 5% para cubrir gastos operativos y seguro, con montos de crédito que variaban entre C\$10,000 y C\$60,000 y plazos de pago de 6 a 24 meses, con una modalidad de pago mensual.

El Programa 50/50 es una iniciativa del gobierno que ofrecerá créditos entre los 2000 y 5000 dólares a pequeños negocios que estén al corriente con sus

impuestos. Los beneficiarios solo deberán pagar la mitad del préstamo recibido y aún no se ha determinado la tasa de interés ni el plazo de pago.

Código del trabajo:

El Código del Trabajo de Nicaragua es el conjunto de leyes y normativas que regulan las relaciones laborales en el país. En Nicaragua, el Código del Trabajo está establecido en la Ley No. 185, conocida como "Código del Trabajo y su Reglamento", esta ley protege a los trabajadores mediante la regulación de aspectos como el salario mínimo, la jornada laboral, la seguridad y salud en el trabajo, la protección contra la discriminación, el derecho a la sindicalización y el pago de prestaciones. En un taller de calzado, esto se traduce en garantías para los empleados, como un salario mínimo digno, límites en las horas de trabajo y compensación por horas extras, condiciones de trabajo seguras, protección contra discriminación, derecho a sindicalizarse y recibir prestaciones como aguinaldo y vacaciones pagadas. El cumplimiento de estas disposiciones puede mejorar la calidad de vida de los trabajadores y contribuir a un ambiente laboral más justo y equitativo en el taller de calzado.

Ley del salario Mínimo.

La ley 265 aprobada el 31 de mayo del 2007 publicada en la Gaceta Oficial N° 120, establece que el salario mínimo en Nicaragua se determina con el propósito de garantizar que los trabajadores y sus familias puedan cubrir sus necesidades esenciales y vitales, esta disposición se fundamenta con el artículo 82, de la Constitución Política de la República de Nicaragua, subrayando la importancia de asegurar las condiciones laborales justas y adecuadas.

El salario mínimo desempeña un papel fundamental en el poder adquisitivo de la población, al establecer el nivel más bajo de remuneración que un empleador puede legalmente pagar a sus empleados por su trabajo. Un aumento en el salario mínimo significa que los trabajadores que ganan ese salario o menos tendrán más ingresos disponibles, lo que les permite comprar más bienes y servicios, aumentando así su capacidad de compra y mejorando su calidad de vida.

El en Informe Anual 2023 publicado por el BCN detalla el ajuste al salario mínimo por actividad:

Ajuste de salario mínimo en 2023
(córdobas y porcentaje)

Actividad	2022	2023		2023-2022
	Salario (C\$)	Ajuste (%)	Salario (C\$)	absoluta (C\$)
Agropecuario	4,724.0	10.0	5,196.3	472.4
Pesca	7,182.9	10.0	7,901.2	718.3
Minas y canteras	8,484.0	10.0	9,332.4	848.4
Industria manufacturera	6,351.9	10.0	6,987.1	635.2
Industria sujeta a régimen especial	7,498.5	8.0	8,098.3	599.9
Micro y pequeña industria artesanal y turística	4,977.1	10.0	5,474.8	497.7
Electricidad, gas y agua	8,664.7	10.0	9,531.1	866.5
Comercio, restaurantes y hoteles	8,664.7	10.0	9,531.1	866.5
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	8,664.7	10.0	9,531.1	866.5
Construcción	10,571.8	10.0	11,629.0	1,057.2
Establecimientos financieros y seguros	10,571.8	10.0	11,629.0	1,057.2
Servicios comunales, sociales y personales	6,622.5	10.0	7,284.7	662.2
Gobierno central y municipal	5,891.0	10.0	6,480.0	589.1

Fuente: MITRAB.

Ilustración 54: Ajuste salario Mínimo 2023.
Fuente: (BCN, 2024)

Tratado de Libre Comercio con China.

Nicaragua firmó un Tratado de Libre Comercio con China el 30 de agosto de 2023, el cual entró en vigor el 1 de enero de 2024. Este acuerdo tiene como objetivo principal la eliminación de barreras comerciales, estableciendo una lista de productos con aranceles del 0%, entre los cuales se incluyen textiles, carne bovina, pescado, camarones, cuero, candelas, maní, entre otros. Estos productos representan el 91.4% de las exportaciones de Nicaragua, de los cuales el 71% tendrán acceso inmediato al mercado chino con aranceles preferenciales del 0% a partir de enero de este año.

En tanto a las exportaciones de Nicaragua a China, otros productos que van a desgravarse dentro de un periodo de 5 a 15 años desde que entra en vigencia el TLC encontramos: filete de pescado, preparaciones de pescados, harina en polvo, alcohol, materiales colorantes de origen vegetal, sacos, calzado de cuero, entre otros.

Cámara de cuero y calzado.

La Cámara Nicaragüense de Cuero y Calzado (CAMCUNIC) es una organización fundada en Nicaragua que se dedica a promover y desarrollar la industria del cuero y calzado en el país. Fue fundada el 20 de octubre de 1995 con el objetivo de

representar y apoyar a las empresas dedicadas a la producción y comercialización de productos relacionados con el cuero y el calzado.

La CAMCUNIC trabaja para fortalecer el sector mediante la promoción de la calidad, la innovación y la competitividad en la producción de calzado y productos de cuero. Además, la cámara busca facilitar el acceso a recursos y tecnología, brindar capacitación y asistencia técnica, así como promover la exportación de productos nicaragüenses de cuero y calzado a mercados internacionales.

Regulaciones ambientales.

La Ley General del Medio Ambiente y los Recursos Naturales (Ley No. 217), establece el marco legal para la protección, conservación y gestión del medio ambiente y los recursos naturales en Nicaragua, definiendo los principios y objetivos de la política ambiental nacional y estableciendo las bases para la coordinación interinstitucional en materia ambiental. En congruencia con esta ley, el taller de Calzado Levi estaría sujeto a las regulaciones ambientales establecidas por el Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA) en Nicaragua, institución encargada de formular y coordinar las políticas ambientales del país, supervisando y controlando el cumplimiento de las leyes y regulaciones ambientales. Por ende, MARENA tiene la responsabilidad de evaluar y monitorear el impacto ambiental de proyectos industriales, promover la conservación de los recursos naturales y prevenir la contaminación ambiental, asegurando que las operaciones del taller de Calzado Levi cumplan con los estándares ambientales para evitar impactos negativos en el medio ambiente.

Las regulaciones ambientales impuestas a los productos de cuero por entidades como MARENA (Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales), IPSA (Instituto de Protección y Sanidad Agropecuaria), y CETREX (Centro de Trámites de Exportaciones) son medidas destinadas a controlar y monitorear el comercio de productos elaborados a partir de especies de fauna silvestre como lo es el calzado de cuero. Estas regulaciones incluyen la necesidad de obtener permisos para exportar productos elaborados de fauna silvestre, como cueros, asegurando así que provienen de fuentes legales y sostenibles. Además, se exige documentación

que respalde el cumplimiento de normativas ambientales y sanitarias, como la licencia vigente de procesamiento y elaboración de productos, inspecciones de los productos para verificar su origen y estado sanitario, y certificados de origen y manejo adecuado de los recursos naturales utilizados en la fabricación de los productos de cuero. Estas medidas tienen como objetivo principal proteger la biodiversidad, prevenir la explotación ilegal de especies en peligro de extinción y promover prácticas comerciales responsables en la industria del cuero.

Económicos.

Tendencias de consumo.

En 2022, la economía nicaragüense mostró una recuperación sostenida, creciendo por segundo año consecutivo y estableciendo bases para un crecimiento estable a mediano plazo, gracias a políticas macroeconómicas adecuadas. A pesar de enfrentar desafíos externos como la alta inflación y la desaceleración económica global, las políticas públicas equilibradas se centraron en impulsar el crecimiento y apoyar a los sectores vulnerables. El crecimiento del PIB fue del 3.8%, liderado por el sector de servicios, especialmente hoteles y restaurantes, transporte, comunicaciones y comercio, mientras que la manufactura y las actividades primarias también contribuyeron positivamente, impulsadas por una demanda externa favorable y precios internacionales en alza.

Durante el año 2023 el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB) alcanzó el 4.6%, mostrando una mejora respecto al 3.8% registrado en el 2022. Este crecimiento estuvo impulsado por la dinámica positiva de la mayoría de las actividades económicas, principalmente por el sector terciario, entre las actividades destacadas en este sector se encuentran hoteles y restaurantes (23.3%), electricidad (12.7%), comercio (7.2%), intermediación financiera (4.6%) y transporte y comunicaciones (4.6%). En el sector secundario, la construcción mostró el mejor rendimiento con un crecimiento del 8.1%, mientras que la industria experimentó un crecimiento más moderado del 2.2%. Así mismo, en el sector primario, el crecimiento fue liderado por la explotación de minas y canteras (12.8%) y el sector pecuario (1.5%), aunque se observaron reducciones en agricultura (-3.8%) y pesca

(-15.5%). Desde la perspectiva del gasto, el crecimiento del PIB fue impulsado por la demanda interna. Los componentes de la demanda interna que más contribuyeron al dinamismo económico fueron el consumo privado, beneficiado en parte por el aumento de flujos externos como transferencias e ingresos de exportaciones, los salarios y el crédito, que mejoraron la capacidad de compra de las familias.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento del PIB del periodo 2012 al 2023, (tomar en cuenta que la proyección del PIB para el año 2024 fue fijada por el BCN por 3.5-4.5%):

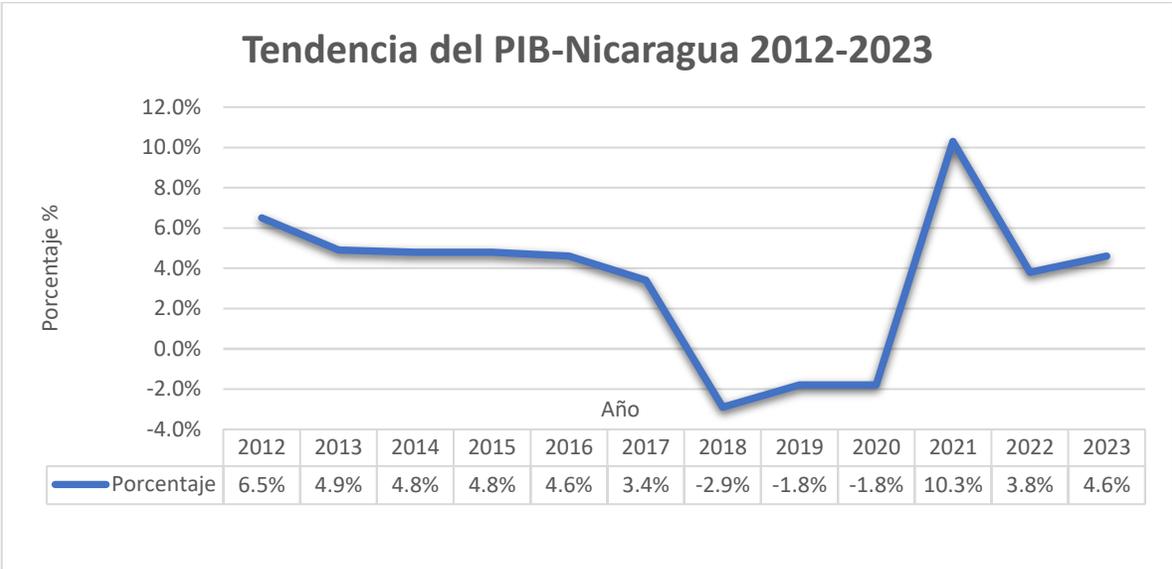


Ilustración 55: Tendencia del PIB en Nicaragua
Fuente: Elaboración propia con datos del BCN.

Inflación y Tasas de interés.

La inflación en el sector del calzado puede ser influenciada por varios factores, entre ellos se incluyen el costo de los materiales como el cuero, el caucho, la tela, entre otros, así como los costos de fabricación, que abarcan la mano de obra, la maquinaria y la energía. Además, los impuestos, los costos de transporte y distribución también juegan un papel crucial. Factores externos como cambios en la oferta y la demanda, fluctuaciones en los precios internacionales de los

materiales y modificaciones en las políticas económicas pueden tener un impacto significativo en la inflación de este sector.

La inflación para las prendas de vestir y el calzado ha tomado la siguiente tendencia:



Ilustración 56: Inflación, Tasa promedio Prendas de vestir y calzado.
Fuente: Elaboración propia con datos del BCN.

Utilizando la ecuación de la tasa de crecimiento compuesto:

$$TCAC = \left(\frac{V_{final}}{V_{inicial}}\right)^{\frac{1}{t}} - 1$$

Ecuación 22: Tasa de crecimiento compuesto.
Fuente: Elaboración propia.

Donde:

Vinicial = valor inicial.

Vfinal = valor final.

t = tiempo.

Se determinó que la inflación promedio para las prendas de vestir y el calzado es del -0.045%.

El IPC (Índice de Precios al Consumidor) para el calzado en Nicaragua es la métrica que muestra cómo han variado los precios de los zapatos y otros tipos de calzado en un período específico en relación con un período base y es crucial para medir la inflación en el sector del calzado. Cuando el IPC para el calzado aumenta, indica un alza generalizada en los precios de los zapatos, lo que puede afectar el poder adquisitivo de los consumidores, la competitividad de los fabricantes y minoristas de calzado, así como la rentabilidad y los costos de producción en la industria del calzado.

Tasa de deslizamiento tipo de cambio.

En agosto de 2023, el Banco Central de Nicaragua (BCN) anunció que su Consejo Directivo decidió establecer la tasa de deslizamiento del tipo de cambio del córdoba con respecto al dólar de los Estados Unidos de América en cero por ciento (0%) anual, a partir del primero de enero del año 2024. Esta medida se tomó con cuatro meses de anticipación para proporcionar mayor previsibilidad cambiaria y facilitar la formulación presupuestaria del Estado, la programación monetaria del BCN y la planificación de los negocios. La decisión se basó en políticas macroeconómicas e indicadores macrofinancieros adecuados, considerando que la evolución económica reciente mostraba resultados positivos, como el crecimiento de la actividad económica, finanzas públicas consolidadas, una balanza de pagos financiada, estabilidad en el sistema financiero, aumento de las reservas internacionales y estabilidad monetaria y cambiaria.

Impuesto a las importaciones y exportaciones.

Los impuestos a las importaciones y exportaciones son gravámenes aplicados por los gobiernos sobre los bienes y servicios que entran o salen de un país, estos impuestos tienen diversos propósitos, como regular el comercio internacional, proteger la industria nacional, generar ingresos fiscales o influir en el comportamiento de los agentes económicos. Las tarifas arancelarias son un tipo común de impuesto a las importaciones, en el caso de las exportaciones, los impuestos pueden aplicarse para desincentivar la venta de ciertos productos en el extranjero o para obtener ingresos adicionales para el gobierno. La política de

impuestos a las importaciones y exportaciones es parte integral de la política comercial de un país y puede tener un impacto significativo en el comercio internacional y en la economía nacional en general.

El cuero de bovino es la opción más común en la fabricación de calzado debido a su resistencia y adaptabilidad. En Nicaragua, según los registros de la Dirección General de Aduanas (DGA), al importar cuero de bovino para este propósito, se le aplica un Derecho Arancelario de Importación (DAI) del 10% y un Impuesto al Valor Agregado (IVA) del 15%. Estas tasas impositivas se añaden al costo base del cuero importado.

Las exportaciones de calzado de cuero tuvieron el siguiente comportamiento en los últimos años:



Ilustración 57: Exportaciones de Calzado.
Fuente: Elaboración propia con datos del BCN.

Poder adquisitivo del consumidor.

El precio de la canasta básica ejerce una influencia significativa en el poder adquisitivo del consumidor, especialmente cuando se observa un comportamiento al alza en los precios. Cuando los precios de los productos básicos aumentan, los consumidores se ven obligados a destinar una mayor parte de sus ingresos para cubrir sus necesidades básicas, lo que reduce su capacidad para adquirir otros bienes y servicios. Esto puede resultar en una disminución del poder adquisitivo, ya que el presupuesto disponible se ve comprometido por el aumento de los gastos en alimentos, medicinas y otros productos esenciales.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento del precio de la canasta básica a enero de los últimos 10 años:

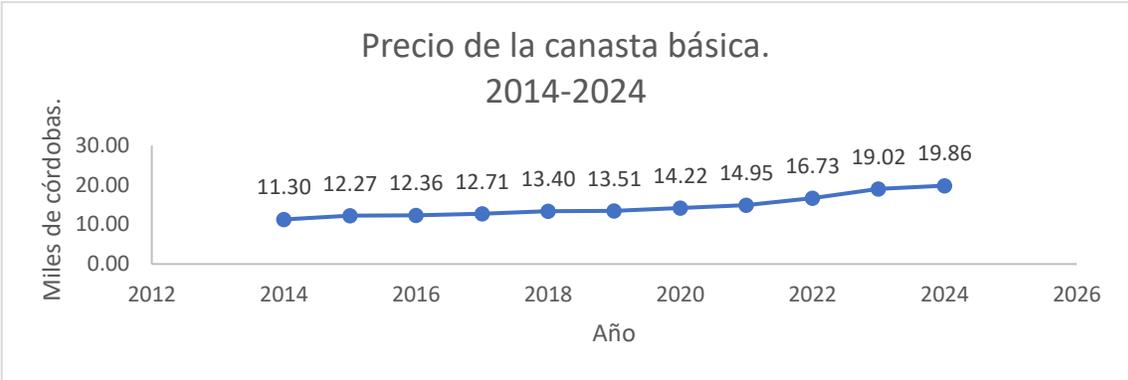


Ilustración 58: Precio de la Canasta Básica
Fuente: Elaboración propia con del INIDE.

Socioculturales.

Preferencia de los consumidores locales.

La población de Nicaragua para el año 2020, está constituida por 6,595,674 personas de ambos sexos según la información publicada en el Anuario Estadístico 2021 por el INIDE.

El siguiente gráfico muestra el porcentaje por género de la población total:



Ilustración 59: Porcentaje por género Población de Nicaragua.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.

De esa población, la que se encuentra en edad escolar y la que fue matriculada en el año 2021 fue la siguiente:

II.2.5 POBLACIÓN EN EDAD ESCOLAR, MATRÍCULA INICIAL Y TASA BRUTA DE ESCOLARIDAD, 2022

Concepto	Total
Población en edad escolar^{1/}	1,846,978
Educación Inicial (3 a 5 años)	395,924
Primaria (6 a 11 años)	804,042
Media (12 a 16 años)	647,012
Población matriculada inicial	1,677,560
Educación Inicial	254,104
Primaria	872,148
Media ^{2/}	551,308
Tasa Bruta de Escolaridad (%)	
Educación Inicial	64
Primaria ^{3/}	108
Media	85

Ilustración 60: Población en edad escolar.
Fuente: (INIDE, 2023)

El siguiente gráfico detalla la matrícula inicial del año 2022 porcentajes de edades:

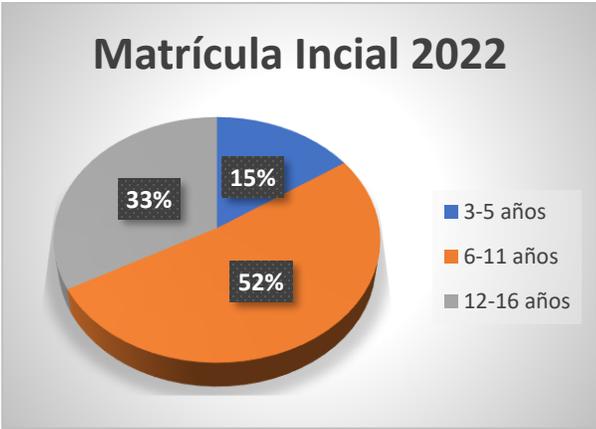


Ilustración 61: Matrícula inicial por edades del 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.

La población escolar matriculada se presenta como una tendencia de consumo vital para los talleres de calzado. Esta demografía, compuesta por niños y adolescentes en crecimiento, requiere constantemente calzado escolar y casual de calidad y a la moda.

Posición demográfica del taller y el mercado objetivo.

El taller Calzado Levi tiene su sede en el municipio de Monimbó, ubicado en el departamento de Masaya. Principalmente, abastece a los mercados de calzado de cuero en los departamentos de Managua, Masaya y Granada, aunque también cuenta con clientes en otros departamentos del país y algunos en el extranjero, específicamente en Costa Rica.

La población estimada para el año 2023 para dichos departamentos es la siguiente:

Departamento	Población
Managua	1, 585, 801
Masaya	409,265
Granada	219,244

Tabla 7: Población estimada 2023 departamentos Managua, Masaya, Granada.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.



Ilustración 62: Población Estimada Managua, Masaya y Granada 2023.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.

Y la población estudiantil de estos departamentos está detallada de la siguiente forma:

Departamento	Educación Inicial	Primaria	Secundaria
Masaya	14,160	46,933	31,498
Managua	50,376	182,446	133,671

Granada	8,775	26,655	17,496
----------------	-------	--------	--------

Tabla 8: Población estudiantil Masaya, Managua y Granada 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.

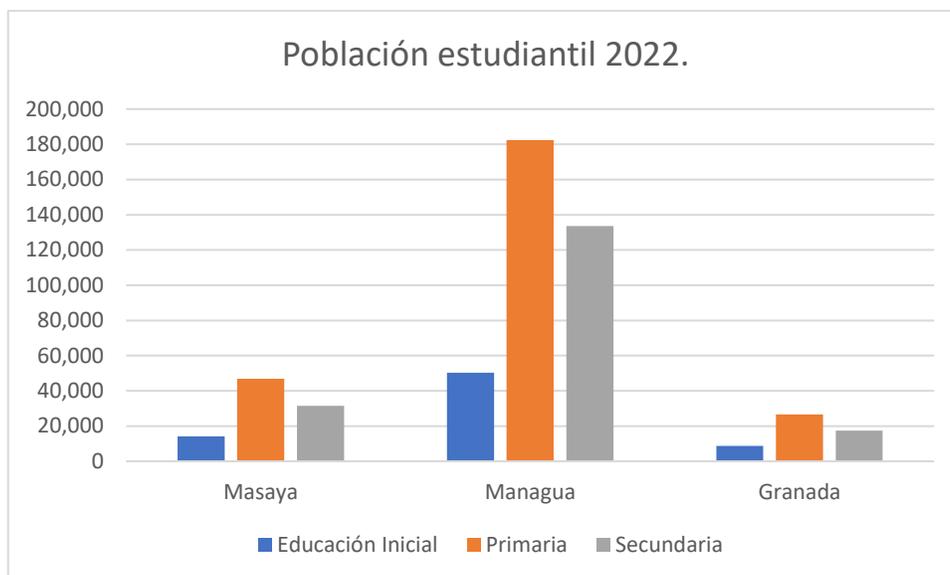


Ilustración 63: Población estudiantil Masaya, Managua y Granada año 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.

Competidores locales.

En el informe “CARTOGRAFÍA DIGITAL Y CENSO DE EDIFICACIONES Cabecera municipal de Masaya”, publicado por el BCN en el año 2017 se revela que, mediante el uso de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme, se identifican las cinco actividades económicas principales que concentran el mayor número de establecimientos en Masaya. De estas, destaca que el 41.3% de los establecimientos de la ciudad están involucrados en actividades relacionadas con el servicio, comercio y fabricación de calzado, de las cuales, tres de estas actividades se especializan en la venta al por menor de productos textiles, comidas y bebidas, mientras que otra se enfoca en servicios de restaurantes y comidas rápidas siendo la quinta actividad principal, la fabricación de calzado con un total de 753 establecimientos en Masaya.

Crecimiento social de todas las clases.

El análisis del mercado laboral nicaragüense publicado en el Informe Anual 2022 por el BCN, revela una tendencia al crecimiento social, con mejoras significativas en indicadores clave como la tasa de desempleo (3.5% año 2022) y subempleo (38.3%), así como un aumento en la afiliación a la seguridad social y los salarios nominales. Esta recuperación, iniciada desde el año 2021 tras el impacto de la pandemia de COVID-19, sugiere un ambiente laboral más estable y próspero para todas las clases sociales en Nicaragua.

En el ámbito del mercado laboral nicaragüense en 2022, el crecimiento económico se manifestó en una reducción notable de la tasa de desempleo y un aumento en el empleo formal. La afiliación promedio anual al Instituto Nicaragüense de Seguridad Social (INSS) aumentó en un 4%, indicando un fortalecimiento del empleo formal. Sin embargo, persisten los efectos de la pandemia de COVID-19 en el mercado laboral, tanto a nivel nacional como global, lo que ha generado una recomposición en la oferta y la demanda de trabajo y una disminución en la tasa de participación laboral en comparación con los niveles previos a la pandemia.

El siguiente gráfico muestra el comportamiento de la Tasa de desempleo abierto del periodo comprendido entre los años 2012-2023:

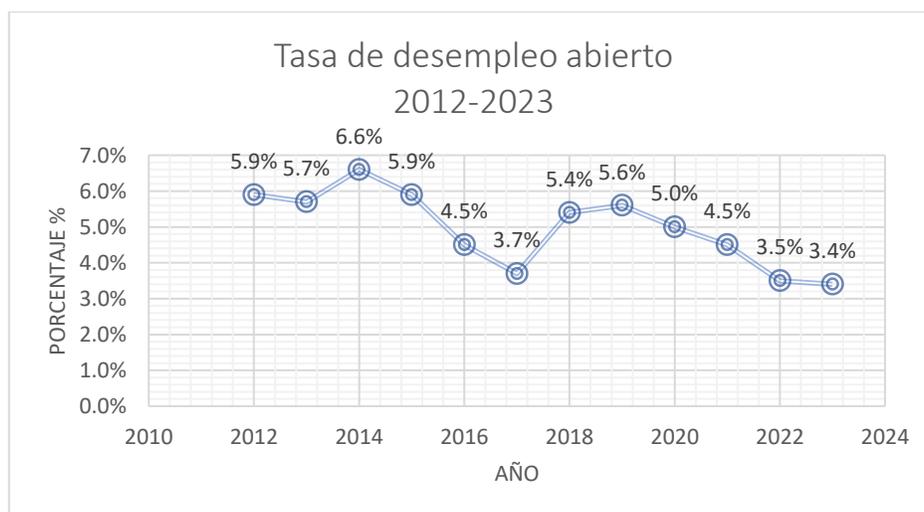


Ilustración 64: Tasa de desempleo Nicaragua.

Fuente: Elaboración propia con datos brindados por el BCN.

En el Anuario Estadístico 2022 publicado por el INIDE detalla la siguiente Población Económicamente Activa (PEA) en el año 2022:

Indicadores	Enero-Febrero-Marzo			Abril-Mayo-Junio			Julio-Agosto-Septiembre			Octubre-noviembre-Diciembre		
	Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F	Total	M	F
Tasa global de participación	66.60	79.00	55.70	66.40	79.60	54.70	66.40	79.10	55.30	67.30	80.30	56.10
Tasa bruta de ocupación	64.10	75.70	53.90	64.30	77.00	53.10	64.20	76.70	53.30	65.40	78.10	54.50
Tasa neta de ocupación	96.20	95.80	96.70	96.90	96.80	97.10	96.70	97.00	96.40	97.30	97.30	97.20
Tasa de empleo	46.40	53.30	40.00	46.60	54.40	39.40	46.60	54.60	39.40	47.60	55.00	40.70
Tasa de desempleo abierto	3.80	4.20	3.30	3.10	3.20	2.90	3.30	3.00	3.60	2.70	2.70	2.80
Índice de carga económica	50.10	26.70	79.40	50.70	25.70	82.70	50.60	26.40	71.00	48.60	24.60	78.20
Tasa de oferta potencial	72.30	70.40	74.10	72.50	70.60	74.10	72.60	71.10	73.90	72.70	70.50	74.70
Tasa de dependencia	1.16	0.88	1.50	1.15	0.84	1.54	1.15	0.83	1.54	1.10	0.82	1.46

Tabla 9: Población Económicamente Activa 2022.
Fuente: Elaboración propia con datos del INIDE.

Migración.

Según el informe "Migración y los efectos en remesas y otras fuentes de ingresos en los hogares nicaragüenses" de (Vílchez, 2022), la migración de nicaragüenses ha sido significativa en años recientes. De acuerdo con datos de la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), en 2019 se estimaba que había 682.9 mil emigrantes nicaragüenses, principalmente concentrados en dos países: Estados Unidos (43.7%) y Costa Rica (42.8%). Otros destinos incluían España (3.7%), Panamá (2.0%) y otros países (7.8%). Este flujo migratorio representaba aproximadamente el 10.5% de la población total del país, que en ese momento alcanzaba los 6.5 millones de habitantes.

Este análisis revela la importancia de la migración para Nicaragua, tanto en términos de volumen como de distribución geográfica. La concentración en países vecinos como Estados Unidos y Costa Rica sugiere la búsqueda de oportunidades laborales y mejores condiciones de vida. Sin embargo, también plantea desafíos para el país, como la pérdida de mano de obra calificada y la dependencia de las remesas como fuente de ingresos para muchas familias.

Tecnológicos.

Impresión 3D.

La tecnología de impresión 3D está revolucionando la producción de calzado al permitir diseños personalizados y precisos, una empresa de calzado puede utilizar esta tecnología para crear suelas personalizadas para zapatillas, adaptadas específicamente a las medidas y preferencias del cliente. A través del diseño digital y la impresión por capas, se logra una alta precisión en la forma y los detalles de las suelas. Este enfoque no solo ofrece productos más personalizados, sino también una mayor eficiencia en la fabricación, lo que impulsa la innovación en la industria del calzado.



Ilustración 65: Máquina de Impresión 3D.
Fuente: (Materiales STYLE AMERICA, 2019).

Máquinas de última generación.

Máquinas de corte con troqueles.

El uso de máquinas de corte de cuero con troqueles representa una importante herramienta tecnológica en la industria del calzado, ya que agiliza y optimiza el proceso de producción, en comparación con el corte manual estas máquinas permiten una mayor velocidad de producción y una reducción de errores, lo que resulta en una mayor eficiencia y productividad. Además, al utilizar troqueles, se puede garantizar una mayor uniformidad en las piezas cortadas, lo que contribuye a la estandarización y calidad del producto final.



Ilustración 66: Maquina para troquelar calzado
Fuente: (SCALMER).

Máquinas de corte Láser.

En la producción de calzado de cuero, se emplean varias maquinarias de última generación para mejorar la eficiencia, la calidad y la precisión en el proceso de fabricación. Entre estas máquinas destacan las de corte láser, las cuales utilizan tecnología láser para realizar cortes precisos en piezas de cuero según los patrones de diseño específicos, lo que maximiza el uso del material.



Ilustración 67: Máquina de corte Láser.

Fuente: (Golden Laser)

Máquinas de costura automatizadas.

Las máquinas de costura automatizadas, con tecnología avanzada hacen posible la costura de piezas de cuero con una alta precisión y consistencia, incrementando la productividad y minimizando los errores humanos.



Ilustración 68: Máquina de costura giratoria.
Fuente: (Materiales STYLE AMERICA, 2021).

Máquinas de moldeo por inyección.

Las máquinas de moldeo por inyección se utilizan para fabricar suelas de calzado mediante la inyección de materiales termoplásticos o de goma en moldes, lo que permite obtener suelas con diseños complejos de manera rápida y uniforme. Asimismo, las máquinas de termo-formado posibilitan dar forma a partes de cuero mediante el control de calor y presión, creando formas tridimensionales y curvaturas precisas, especialmente útiles para las partes estructurales del calzado.



Ilustración 69: Inyectora monocolor para suelas.
Fuente: (SONC)

Máquinas de acabado y pulido.

Las máquinas de acabado y pulido automatizadas aplican los acabados y pulen las superficies de cuero de manera rápida y uniforme, mejorando así la estética y la calidad del producto final.



Ilustración 70: Rueda para pulir calzado.
Fuente: (123 RF)

Uso de materiales reciclados.

Los zapatos fabricados con materiales reciclados están ganando popularidad en la industria del calzado, impulsados por la creciente conciencia ambiental y la demanda de productos sostenibles. Estos zapatos están diseñados utilizando una variedad de materiales reciclados, como plásticos, caucho y tejidos, que de otra manera podrían terminar en vertederos o en el océano. Muchas marcas han desarrollado líneas completas de calzado utilizando estos materiales como parte de su compromiso con la sostenibilidad ambiental, lo que ayuda a reducir el desperdicio de materiales y la huella de carbono asociada con la producción de calzado. Además, algunas empresas están utilizando tecnologías innovadoras para reciclar y transformar materiales post-consumo en nuevos productos, como zapatos. Por ejemplo, se están utilizando botellas de plástico recicladas para crear fibras textiles que luego se emplean en la fabricación de zapatos.

Programas digitales de diseño de calzado.

Los programas digitales especializados en diseño de calzado, como Rhino 3D, Adobe Illustrator, Shoemaster, Autodesk Fusion 360 y SolidWorks, se han convertido en herramientas tecnológicas indispensables en la industria del calzado. Estas plataformas ofrecen a los diseñadores una amplia gama de funcionalidades para crear modelos detallados, desarrollar patrones precisos y prototipos realistas, así como diseñar estampados y gráficos para los productos. Grandes marcas internacionales, como Nike, Adidas, New Balance, Clarks y Timberland, aplican esta tecnología para mantenerse en la tendencia de crecimiento e innovación en la industria del calzado.

Además de las marcas consolidadas, empresas emergentes y fabricantes de calzado personalizado también utilizan estos programas digitales para mejorar su eficiencia y calidad en el diseño y producción de calzado. Estas herramientas les permiten crear productos únicos y adaptados a las necesidades de sus clientes, lo que les brinda una ventaja competitiva en el mercado. Al aprovechar las capacidades de este software, estas empresas pueden agilizar su proceso de

diseño, reducir costos y ofrecer productos de alta calidad que satisfacen las demandas de un mercado que se torna cada vez más exigente.

Digitación de procesos.

Mediante la implementación de sistemas digitales para la gestión de inventario, pedidos y producción, el taller puede mejorar su eficiencia operativa y reducir los tiempos de respuesta. La automatización de tareas repetitivas liberaría recursos y tiempo, permitiendo al taller centrarse en actividades más estratégicas, como el desarrollo de nuevos diseños y la expansión del negocio.

Plataforma digital y uso de redes sociales.

Los recursos tecnológicos pueden ser una herramienta poderosa para la propaganda y publicidad del taller Calzado Levi. Por ejemplo, podrían invertirse en el desarrollo de un sitio web profesional y atractivo donde se muestren los productos disponibles, se ofrezcan promociones especiales y se facilite el proceso de compra en línea. Además, podrían utilizarse plataformas de redes sociales para promocionar los productos y llegar a un público más amplio. La implementación de herramientas de análisis web y seguimiento también sería beneficiosa para evaluar el rendimiento de las campañas publicitarias en línea y ajustarlas según sea necesario.

Análisis PEST.

Políticos/ Legales.

- Incentivos gubernamentales.
- Acceso a financiamientos (Programa ADELANTE, 50/50).
- Regulaciones financieras.
- Código del trabajo (Ley N° 185).
- Ley del salario mínimo (Ley N° 265).
- Tratado de libre comercio con China.
- Cámara de cuero y calzado (CAMCUNIC).
- Regulaciones ambientales (Ley N° 2017).

Económicos.

- Tendencias de consumo (PIB).
- Inflación y tasa de interés.
- Poder adquisitivo del consumidor.
- Tasa de deslizamiento tipo de cambio.
- Impuesto a las importaciones y exportaciones.
- Poder adquisitivo del consumidor (Canasta básica).

Socioculturales

- Preferencia de los consumidores locales.
- Cambios en la tendencia de moda y estilos de calzado (población nacional, población estudiantil).
- Posición demográfica del taller y el mercado objetivo.
- Competidores Locales.
- Crecimiento social de todas las clases (Mercado Laboral).
- Migración.

Tecnológicos.

- Impresión 3D.
- Máquinas de cortes con troqueles.
- Máquinas de corte láser.
- Máquinas de costuras automatizadas.
- Máquinas de moldeo por inyección.
- Máquinas de acabado y pulido.
- Uso de materiales reciclados.
- Programas digitales de diseño de calzado.
- Digitación de procesos.
- Plataforma digital y uso de redes sociales.

Ilustración 71: Análisis PEST/ Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones del PEST.

En el contexto político-legal, el taller de Calzado Levi se ve afectado por una serie de incentivos gubernamentales y regulaciones que impactan en su operación y competitividad en el mercado. Por un lado, los programas como "Adelante" y "50/50" proporcionan créditos y apoyo financiero que pueden reducir los costos de producción y mejorar la calidad del producto. Además, el compromiso del Gobierno de Nicaragua con la transformación de la industria del cuero y calzado, evidenciado en eventos como el Congreso Internacional de Marroquinería y Cuero, respaldado por instituciones estatales, busca promover el desarrollo y la formalización del sector.

En cuanto a las regulaciones legales, el Código del Trabajo garantiza derechos laborales para los empleados del taller, como un salario mínimo digno, límites en las horas de trabajo, condiciones seguras y protección contra la discriminación. Además, la ley del salario mínimo y las regulaciones ambientales imponen estándares que el taller debe cumplir en términos de remuneración y prácticas sostenibles.

En el ámbito económico, el taller se ve influenciado por las tendencias de consumo y la inflación, que afectan el poder adquisitivo de los consumidores y los costos de producción. Además, las políticas relacionadas con el tipo de cambio y los impuestos a las importaciones y exportaciones pueden tener un impacto significativo en los costos de materias primas y la competitividad en el mercado internacional.

En términos socioculturales, el taller debe considerar las preferencias de los consumidores locales, así como la demografía de su mercado objetivo, que incluye una población estudiantil en crecimiento que demanda constantemente calzado escolar y casual. Además, la competencia local y el crecimiento social de todas las clases pueden influir en la demanda y la competencia en el mercado.

En el ámbito tecnológico, el taller puede beneficiarse de avances como la impresión 3D, máquinas de última generación y programas digitales de diseño de calzado

para mejorar la eficiencia y la calidad de su producción. La implementación de sistemas digitales y el uso de plataformas digitales como las redes sociales también pueden ser estrategias efectivas para promover y comercializar sus productos.

1.5 Análisis FODA.

A partir de la información recopilada del Canvas, SCOR y PEST, se realizó un análisis FODA para obtener una perspectiva más completa sobre las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas del taller. Este análisis permitió identificar los aspectos internos y externos que influyen en el proceso.

Fortalezas.

- **Diseños innovadores y flexibilidad para producirlos.**

El taller Calzado Levi sobresale por su habilidad para diseñar y producir calzado innovador, siempre actualizado con las últimas tendencias de moda, enfocado en un público joven. Además, se destaca por su disposición a colaborar con los clientes, permitiendo la personalización de los pedidos para garantizar la satisfacción del cliente y adaptarse a sus necesidades individuales.

- **Máquinas de pegado en caliente de tecnología reciente.**

El taller Calzado Levi se destaca por su maquinaria especializada, como la máquina de pegado en caliente y la prensadora. Estas máquinas permiten una unión sólida y duradera entre todas las partes del calzado, lo que garantiza la resistencia y la calidad del producto final.

- **Maquinas pasadoras que se alquilan a otros negocios.**

Una de las fortalezas del taller Calzado Levi es la máquina pasadora, que refuerza la suela del calzado con una costura adicional. Este servicio es muy solicitado por los clientes, generando ingresos adicionales.

- **10 años de experiencia en la industria de calzado.**

La amplia experiencia de Calzado Levi en el sector le permite anticipar tendencias y satisfacer las expectativas de los clientes con productos innovadores y de calidad.

Producto colocado en centros comerciales, internacionales

Esta presencia otorga visibilidad y acceso al mercado objetivo, Además, al tener clientes internacionales, el taller reduce su dependencia del mercado nacional.

- **Marcas terceras que buscan maquilar con LEVI**

El Taller Calzado Levi es reconocido por su experiencia y reputación en la industria, siendo un socio atractivo para marcas terceras.

Oportunidades.

- **Aumentar la cantidad y estilos de zapatos femeninos que oferta Calzado Levi.**

Según el último Anuario Estadístico del INIDE, la población de Nicaragua está mayoritariamente compuesta por mujeres. Enfocarse en el desarrollo y la ampliación de la línea de productos femeninos beneficiara al Taller Calzado Levi.

- **Uso de redes sociales.**

El Taller Calzado Levi encuentra una valiosa oportunidad en el uso estratégico de las redes sociales. Plataformas como Instagram, Facebook y TikTok le permiten promocionar visualmente su amplia variedad de calzado.

Aprovechamiento del TLC con China.

El Taller Calzado Levi ve una gran oportunidad en el Tratado de Libre Comercio (TLC) con China para importar materiales.

- **Crecimiento de la Industria de Calzado.**

El crecimiento en la industria del calzado en Nicaragua presenta oportunidades. Se propone que se expanda la capacidad de producción del taller mediante la adquisición de maquinaria moderna y la ampliación de sus instalaciones.

- **Uso de Máquinas modernas para la Fabricación de calzado.**

La adquisición de tecnologías como la impresión 3D, un horno de secado de pega y una máquina de corte con troqueles ofrece a Calzado Levi diversas ventajas.

Uso de nuevos materiales.

La introducción de materiales innovadores en Calzado Levi promete calzados más ligeros, resistentes y cómodos.

Debilidades

- **Desbalance de procesos con los montadores con respecto a los demás procesos**

En el flujo de producción del taller que pasa por un proceso de montaje el cual conlleva una alta carga de trabajo con respecto a los demás procesos, además los montadores tienen muchos sub procesos a cargo para poder dar por finalizada la tarea.

- **El proceso de registro de ventas es en papel y no se respalda en un sistema.**

Calzado Levi no posee algún sistema digital o programa por computadora en que tenga guardado sus registros de ventas y antecedentes relevantes del negocio.

- **No tienen un formato físico o digital para reportar inventarios.**

Calzado Levi no tiene un método formal para registrar inventarios en el negocio, esto puede perjudicar debido que puede haber excesos de inventarios de un material, así como la escasez de otros materiales.

- **Tiempos de espera largos a raíz de la entrega de materiales.**

En Calzado Levi, la adquisición de materia prima se basa principalmente en proveedores de otros departamentos, lo que debilita la cadena de suministro al afectar la programación y coordinación de actividades en la jornada laboral.

- **Falta de vehículos para hacer envíos a otros departamentos.**

Se sabe que Calzado Levi cuenta con diversos clientes alrededor del país e incluso fabrica calzado para clientes internacionales, el no disponer de vehículos es una debilidad ya que en ocasiones sus tiempos de entrega son más prolongados.

- **No miden el nivel de consumo de materiales y desperdicios por cada pedido.**

El taller no tiende a medir la cantidad exacta de materia prima que le lleva para producir un lote de zapatos y por lo tanto cuantos desperdicios se generaron durante la producción.

- **No tienen procesos formales de planificación de materiales (MRP).**

Al no tener estos métodos formales de planificación, Calzado Levi enfrenta una dificultad al momento de gestionar las compras de materiales.

- **No hay capacidad de reacción para pedidos grandes.**

Teniendo en cuenta que Calzado Levi no posee métodos estándares para su capacidad operativa, ya que dificulta la organización de la mano de obra, así como la disponibilidad de materiales al momento.

- **No existe un proceso de marketing.**

En esto se puede ver una debilidad al no tener múltiples las plataformas en las que dar a conocer la variedad de sus productos.

- **Bajo EGE.**

El taller de Calzado Levi presenta una debilidad debido a su EGE (Eficiencia General de los Equipos) del 32%. Este porcentaje refleja un bajo rendimiento en la utilización de sus equipos, lo que implica que gran parte de la capacidad productiva no se está aprovechando de manera efectiva. Una EGE tan baja puede generar ineficiencias operativas, retrasos en la producción y mayores costos, afectando negativamente la competitividad y la rentabilidad de la empresa.

Amenazas.

- **Aumento de la competencia.**

El establecimiento de nuevas fábricas de calzado en la región puede interpretarse como un claro indicio de un crecimiento de la competencia para el taller Calzado Levi. La presencia de más actores en el mercado como son los 753 establecimientos de calzado en Masaya.

- **Fábricas extranjeras de calzado a través del nuevo TLC con China.**

La implementación del TLC con China podría atraer nuevas fábricas extranjeras de calzado, lo que supondría una amenaza para el taller de Calzado Levi.

- **Competencia con mejor tecnología.**

La competencia podría intensificarse como una amenaza para Levi si las nuevas fábricas ofrecen innovación tecnológica, precios más competitivos o una mayor eficiencia en la producción.

- **Migración.**

La migración puede impactar en la disponibilidad y calidad de la mano de obra para el taller Calzado Levi, resultando en una escasez de trabajadores locales calificados.

- **Zona Franca incursionando en la rama del calzado.**

La incursión de la zona franca en la industria del calzado representa una amenaza para Calzado Levi. Las ventajas competitivas que ofrece, como exenciones fiscales y tecnología avanzada, podrían atraer clientes y trabajadores de Levi.



Ilustración 72: FODA/ Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

2. Etapa Medir.

En la fase medir del proceso DMAIC, abarca el procedimiento de la recolección de datos de los procesos productivos, con el objetivo de comprender cuál es el rendimiento actual del taller. Para ello, se ha establecido la métrica de medir los tiempos de cada operación en la línea de producción de Calzado Levi, calculando a través de las muestras: los tiempos ciclos, efectivos, trampas de tiempo y promedio de cada proceso.

2.1 Herramientas utilizadas:

- Cronómetros digitales.
- Lapiceros, hojas blancas.
- Observador.

2.2 Definición de la Muestra

Para garantizar un margen de error de 3 segundos equivalente a 0.05 minutos y una confiabilidad del 95%, se calculó el tamaño de la muestra utilizando la fórmula estándar para la determinación del tamaño de muestra en una población infinita.

Para determinar la muestra de cada proceso se empleó la siguiente fórmula:

$$N = \left(\frac{Z * \sigma}{E} \right)^2$$

Ecuación 23: Cálculo de la muestra.

Fuente: (Aguilar-Barojas, 2005)

Para determinar el error de la muestra se utilizó la siguiente ecuación:

$$E = \frac{Z * \sigma}{\sqrt{N}}$$

Ecuación 24: Error de la muestra.

Fuente: (Aguilar-Barojas, 2005).

El tiempo efectivo se calculó con la cantidad de piezas producidas por el tiempo promedio que lleva producir una pieza entre el rango de tiempo disponible.

$$T. \text{ Efectivo} = \frac{\text{Tiempo utilizado para la operación}}{\text{Tiempo disponible}} * 100$$

Ecuación 25: Tiempo Efectivo.
Fuente: (Aguilar-Barojas, 2005).

El tiempo de ocio se estimó con el rango de tiempo disponible menos el tiempo utilizado para la operación.

$$T. \text{ ocio} = \text{Tiempo disponible} - \text{Tiempo efectivo}$$

Ecuación 26: Tiempo ocio.
Fuente: (Aguilar-Barojas, 2005).

Para calcular el tiempo promedio en la medición del proceso productivo, se sumaron todos los tiempos individuales registrados para cada proceso y se dividió entre su número de muestras.

$$T. \text{ Promedio} = \frac{\sum \text{Tiempos}}{\text{Número de muestras}}$$

Ecuación 27: Tiempo promedio.
Fuente: (Aguilar-Barojas, 2005).

El coeficiente de variación se calculó dividiendo la desviación estándar entre el tiempo promedio.

$$\text{Coef. Variación} = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Tiempo promedio}}$$

Ecuación 28: Coeficiente de variación.
Fuente: (Aguilar-Barojas, 2005).

Los resultados de las muestras fueron los siguientes:

FECHA:	14/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso:
Muestra:	Tiempo:	Cortado	Alistador 1

T1	1.2	Min	
T2	1.3	Min	
T3	1.3	Min	
T4	1.3	Min	
T5	1.2	Min	
T6	1.2	Min	
Tiempo promedio	1.25	Min	
Error de la muestra:	0.05 Min	Hora inicio:	09:00 a.m.
Desviación estándar:	0.06	Hora Final:	10:00 a.m.
Tamaño de la muestra (N):	6	Muestra real:	6

Tabla 10: Muestra de tiempo/ proceso de cortado.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	14/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso:
Muestra:	Tiempo:	Desbaste	Alistador 1
T1	0.07	Min	
T2	0.08	Min	
T3	0.07	Min	
T4	0.08	Min	
T5	0.08	Min	
T6	0.08	Min	
T7	0.08	Min	
T8	0.08	Min	
T9	0.08	Min	
T10	0.08	Min	
T11	0.08	Min	
T12	0.08	Min	
T13	0.08	Min	
T14	0.08	Min	
T15	0.08	Min	
Tiempo promedio	0.08	Min	
Error de la muestra:	0.003 Min	Hora inicio:	09:00 a.m.

Desviación estándar:	0.006	Hora Final:	10:00 a.m.
Tamaño de la muestra (N):	1	Muestra real:	15

Tabla 11: Muestra de tiempo/ proceso de desbaste.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	16/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Calado	Alistador 2
T1	0.90	Min	
T2	0.90	Min	
T3	0.90	Min	
T4	0.88	Min	
T5	0.90	Min	
T6	0.88	Min	
T7	0.90	Min	
T8	0.88	Min	
T9	0.90	Min	
T10	0.88	Min	
T11	0.88	Min	
T12	0.99	Min	
T13	0.88	Min	
T14	0.88	Min	
T15	0.88	Min	
Tiempo promedio	0.89	Min	
Error de la muestra:	0.004 Min	Hora inicio:	10:00 a. m.
Desviación estándar:	0.009	Hora Final:	11:00 a.m.
Tamaño de la muestra (N):	1	Muestra real:	15

Tabla 12: muestra de tiempo/ proceso de calado.
Fuente: Elaboración Propia.

FECHA:	16/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Corte de forro	Alistador 2
T1	0.35	Min	
T2	0.35	Min	
T3	0.35	Min	
T4	0.37	Min	
T5	0.35	Min	
T6	0.37	Min	
T7	0.35	Min	
T8	0.35	Min	
T9	0.37	Min	
T10	0.35	Min	
T11	0.35	Min	
T12	0.35	Min	
T13	0.35	Min	
T14	0.35	Min	
T15	0.35	Min	
Tiempo promedio	0.35	Min	
Error de la muestra:	0.003 Min	Hora inicio:	9:00 a. m.
Desviación estándar:	0.007	Hora Final:	10:00 a. m.
Tamaño de la muestra (N):	1	Muestra real:	15

Tabla 13: Muestra de tiempo/ proceso corte de forro.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	25/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Cosido de moldes	Alistador 3
T1	3.2	Min	
T2	3.3	Min	
T3	3.2	Min	
T4	3.2	Min	
T5	3.1	Min	

T6	3.2	Min	
T7	3.2	Min	
T8	3.2	Min	
T9	3.2	Min	
T10	3.2	Min	
Tiempo promedio	3.21	Min	
Error de la muestra:	0.037 Min	Hora inicio:	10:43 a. m.
Desviación estándar:	0.06	Hora Final:	11:43 a.m.
Tamaño de la muestra (N):	6	Muestra real:	10

Tabla 14: Muestra de tiempo/ Proceso cosido de molde.

Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	16/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Corte plantilla pegado a la suela	Alistador 3
T1	0.52	Min	
T2	0.52	Min	
T3	0.52	Min	
T4	0.52	Min	
T5	0.52	Min	
Tiempo promedio	0.52	Min	
Error de la muestra:	0.007 Min	Hora inicio:	10:00 a. m.
Desviación estándar:	0.007	Hora Final:	11:00 a. m.
Tamaño de la muestra (N):	1	Muestra Real:	5

Tabla 15: Muestra de tiempo/ proceso de corte plantilla pegado a la suela.

Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	26/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Montado	Montador 1
T1	14.0	Min	
T2	14.4	Min	
T3	14.3	Min	
T4	14.5	Min	
T5	14.2	Min	
T6	14.3	Min	
T7	14.4	Min	
T8	14.5	Min	
T9	14.4	Min	
T10	14.5	Min	
T11	14.3	Min	
T12	14.4	Min	
T13	14.5	Min	
T14	14.4	Min	
T15	14.5	Min	
T16	14.2	Min	
T17	14.4	Min	
T18	14.1	Min	
T19	14.2	Min	
T20	14.5	Min	
T21	14.4	Min	
T22	14.3	Min	
T23	14.4	Min	
T24	14.4	Min	
Tiempo promedio	14.35	Min	
Error de la muestra:	0.048 Min	Hora inicio:	8:00 a. m.
Desviación estándar:	0.13	Hora Final:	1:00 p. m.
Tamaño de la muestra (N):	21	Muestra real:	24

Tabla 16: Muestra de tiempo/ proceso montado.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	14/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Preparar la suela para pegado	Montador 1
T1	3.3	Min	
T2	3.5	Min	
T3	3.4	Min	
T4	3.4	Min	
T5	3.5	Min	
T6	3.4	Min	
T7	3.5	Min	
T8	3.4	Min	
T9	3.5	Min	
T10	3.4	Min	
Tiempo promedio	3.43	Min	
Error de la muestra:	0.042 Min	Hora inicio:	8:00 a. m.
Desviación estándar:	0.07	Hora Final:	9:00 a. m.
Tamaño de la muestra (N):	8	Muestra real:	10

Tabla 17: Muestra de tiempo/ proceso preparar la suela para el pegado.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	14/03/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso:
Muestra:	Tiempo:	Secado de pega	Montador
T1	30	Min	
T2	30	Min	
T3	29.9	Min	
T4	30	Min	
T5	30	Min	
Tiempo promedio	29.98	Min	
Error de la muestra:	0.039 Min	Hora inicio:	08:00 a.m.

Desviación estándar:	0.04	Hora Final:	11:00 a.m.
Tamaño de la muestra (N):	4	Muestra real:	5

Tabla 18: Muestra de tiempo de espera, secado de pega.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	25-26-27/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Pegado en caliente	Montador 1
T1	4.9	Min	
T2	5.1	Min	
T3	4.9	Min	
T4	5.1	Min	
T5	5.1	Min	
T6	4.9	Min	
T7	5.1	Min	
T8	5.1	Min	
T9	4.8	Min	
T10	5.1	Min	
T11	5.1	Min	
T12	5.1	Min	
T13	5.1	Min	
T14	4.8	Min	
T15	4.9	Min	
T16	5.1	Min	
T17	4.9	Min	
T18	5	Min	
T19	5.1	Min	
T20	5	Min	
Tiempo promedio	5.01	Min	
Error de la muestra:	0.049 Min	Hora inicio:	-
Desviación estándar:	0.11	Hora Final:	-
Tamaño de la muestra (N):	20	Muestra real:	20

Tabla 19: Muestra de tiempo/ proceso pegado en caliente.
Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	14/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Prensado	Montador 1
T1	0.8	Min	
T2	0.9	Min	
T3	0.9	Min	
T4	0.8	Min	
T5	0.9	Min	
Tiempo promedio	0.86	Min	
Error de la muestra:	0.036 Min	Hora inicio:	09:30 a. m.
Desviación estándar:	0.041	Hora Final:	10:30 a. m.
Tamaño de la muestra (N):	1	Muestra real:	5

Tabla 20: Muestra de tiempo/ proceso de prensado.
Fuente: elaboración propia.

FECHA:	25/03/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso:
Muestra:	Tiempo:	Enfriamiento del calzado.	Montador 2
T1	30	Min	
T2	30	Min	
T3	30	Min	
T4	30	Min	
T5	29.9	Min	
Tiempo promedio	29.98	Min	
Error de la muestra:	0.04 Min	Hora inicio:	2:00 p.m.
Desviación estándar:	0.04	Hora Final:	5:00 p.m.

Tamaño de la muestra (N):	4	Muestra Real:	5
----------------------------------	---	----------------------	---

Tabla 21: Muestra de tiempo/ enfriamiento del calzado.

Fuente: Elaboración propia.

FECHA:	14/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Pasado de suela	Pasador
T1	0.30	Min	
T2	0.28	Min	
T3	0.28	Min	
T4	0.28	Min	
T5	0.28	Min	
Tiempo promedio	0.29	Min	
Error de la muestra:	0.007 Min	Hora inicio:	9:55 a. m.
Desviación estándar:	0.007	Hora Final:	10:55 a. m.
Tamaño de la muestra (N):	1	Muestra real:	5

Tabla 22: Muestra de tiempo/pasado de suela.

Fuente: elaboración propia.

FECHA:	16/3/2024	Nombre del proceso:	Encargado del proceso
Muestra:	Tiempo:	Empacado	Empacador
T1	1.4	Min	
T2	1.6	Min	
T3	1.5	Min	
T4	1.5	Min	
T5	1.4	Min	
T6	1.5	Min	
T7	1.5	Min	
T8	1.6	Min	
T9	1.4	Min	
T10	1.4	Min	

Tiempo promedio	1.48	Min	
Error de la muestra:	0.049 Min	Hora inicio:	10:00 a. m.
Desviación estándar:	0.079	Hora Final:	11:00 a. m.
Tamaño de la muestra (N):	10	Muestra real:	10

Tabla 23 muestra de tiempo/ proceso empacado

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Cálculo de medidas de variabilidad y tendencia de los procesos de producción.

Proceso	Tiempo Medio (Min)	Moda (Min)	Mediana (Min)
Corte de cuero	1.25	1.25	1.25
Desbastado	0.08	0.08	0.08
Calado	0.89	0.88	0.88
Corte de Forro	0.35	0.35	0.35
Cosido de moldes	3.21	3.21	3.21
Corte plantilla pegado a la suela	0.52	0.52	0.52
Montado	14.35	14.40	14.40
Preparar la suela para pegado	3.43	3.40	3.40
Secado de pega	29.98	30.00	30.00
Pegado en caliente	5.01	5.1	5.1
Prensado	0.86	0.9	0.9
Enfriamiento del calzado	29.98	30.00	30.00
Pasado de suela	0.29	0.28	0.28
Empacado	1.48	1.40	1.50

Tabla 24: Medidas de tendencia central de los procesos.

Fuente: Elaboración propia.

N ^o	Proceso	Dev. E (Min)	Máx. (Min)	Min.	Rango (Min)	Varianza (Min)	Coef. Variación (Min)
1	Corte de cuero	0.060	1.330	1.150	0.180	0.00355	0.048
2	Desbastado	0.006	0.083	0.067	0.017	0.00003	0.072
3	Calado	0.009	0.900	0.883	0.017	0.00007	0.010
4	Corte de Forro	0.007	0.367	0.350	0.017	0.00005	0.020
5	Cosido de moldes	0.059	3.330	3.100	0.230	0.00349	0.018
6	Corte plantilla pegado a la suela	0.007	0.533	0.517	0.017	0.00006	0.014
7	Montado	0.120	14.500	14.000	0.500	0.01875	0.008
8	Preparar la suela para pegado	0.067	3.500	3.300	0.200	0.00456	0.020
9	Secado de pega	0.040	30	29.9	0.100	0.0016	0.001
10	Pegado en caliente	0.112	5.100	4.800	0.300	0.01253	0.022
11	Prensado	0.041	0.904	0.283	0.621	0.00164	0.047
12	Enfriamiento del calzado	0.040	30	29.9	0.100	0.0016	0.001
13	Pasado de suela	0.007	0.300	0.283	0.017	0.00006	0.026
14	Empacado	0.079	1.600	1.400	0.200	0.00622	0.053

Tabla 25: Medidas de variabilidad de los procesos.

Fuente: Elaboración propia.

2.4 Definir unidades equivalentes.

Las unidades operativas son la cantidad de unidades producidas en cada proceso durante el rango de tiempo de la muestra, estas se consideran las unidades de operación en dicho proceso.

Las unidades equivalentes corresponden a la conversión de unidades operativas para homologar el proceso a unidad de calzado, una unidad equivalente es una unidad de calzado.

N°	Proceso	Unidad de medidas	Unidades operativas	Unidades equivalentes	Unidad de medida
1	Corte de cuero	Molde	1	0.25	Unidad
2	Desbastado	Molde	1	0.25	Unidad
3	Calado	Molde	1	1	Unidad
4	Corte de Forro	Molde	1	0.5	Unidad
5	Cosido de moldes	Molde	1	1	Unidad
6	Corte plantilla pegado a la suela	Unidad	1	1	Unidad
7	Montado	Unidad	1	1	Unidad
8	Preparar la suela para pegado	Unidad	1	1	Unidad
9	Secado de pega	Unidad	1	1	Unidad
10	Pegado en caliente	Unidad	1	14	Unidad
11	Prensado	Unidad	1	1	Unidad
12	Enfriamiento del calzado	Unidad	1	1	Unidad
13	Pasado de suela	Unidad	1	1	Unidad
14	Empacado	Par	1	2	Unidad

Tabla 26: Factor de conversión.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez realizadas las mediciones, se tienen los siguientes datos:

N°	Proceso	Tiempo Medio (Min)	N muestras Según formulas (95%)	Muestras reales	Error muestra (0.05 Min)
1	Corte de cuero	1.2	6	6	0.05 Min
2	Desbastado	0.1	1	15	0.003 Min
3	Calado	0.9	1	15	0.004 Min
4	Corte de Forro	0.4	1	15	0.003 Min
5	Cosido de moldes	3.2	6	10	0.037 Min
6	Corte plantilla pegado a la suela	0.5	1	5	0.007 Min
7	Montado	14.4	23	24	0.048 Min
8	Preparar la suela para pegado	3.4	8	10	0.042 Min
9	Secado de pega	30	4	5	0.039 Min
10	Pegado en caliente	5.0	20	20	0.049 Min
11	Prensado	0.9	1	5	0.036 Min
12	Enfriamiento del calzado	30	4	5	0.039 Min
13	Pasado de suela	0.3	1	5	0.007 Min
14	Empacado	1.5	10	10	0.049 Min

Tabla 27: Resumen de tiempos del proceso productivo.

Fuente: Elaboración propia.

N°	Proceso	Producción Unidades operativas	Unidad de medida	Producción unidades equivalentes (Unidad)	Tiempo efectivo	Tasa de salida Real u/h	Tiempo Ocio
1	Corte de cuero	40	Unidad (Molde)	10	88%	10	12%
2	Desbastado	120	Unidad (Molde)	30	25%	30	75%
3	Calado	48	Unidad (Molde)	48	80%	48	20%
4	Corte de Forro	60	Unidad (Molde completo)	30	39%	30	61%
5	Cosido de moldes	15	Unidad (Molde)	15	80%	15	20%

			completo)				
6	Corte plantilla pegado a la suela	40	Unidad (Base del calzado)	40	43%	40	57%
7	Montado	4	Unidad (Molde pegado a la base)	4	47%	4	53%
8	Preparar la suela para pegado	15	Unidad (Suela)	15	87%	15	13%
9	Tiempo de espera (Secado de pega)	6	Unidad (Suela con pega)	4	50%	4	50%
10	Pegado en caliente	1	Ciclo (lote pegado en caliente)	14	17%	14	83%
11	Prensado	42	Unidad (Calzado prensado a presión)	42	68%	42	32%
12	Tiempo de espera (Enfriamient o del calzado)	14	Unidad (Zapato pegado)	14	50%	14	50%
13	Pasado de suela	90	Unidad (Calzado con suela pasada)	90	48%	90	52%
14	Empacado	15	Pares	30	54%	30	46%

Tabla 28: Tasa de salida de los procesos.

Fuente: Elaboración propia.

2.5 Cálculo de la capacidad actual del proceso.

El total de horas disponibles se calculó estimando la cantidad de operarios que había por puestos, por la cantidad de horas que laboran al día, por los 6 días a la semana que se trabaja en el taller, por las 52 semanas que tiene el año fiscal menos los días feriados (11), menos vacaciones (30 días anualmente).

Total Horas Disponibles

$= N^{\circ}$ de colaboradores * N° de horas trabajadas por día

* $Días$ a la semana * N° de semanas – días feriados – vacaciones.

Ecuación 29: Total Horas Disponibles.

Fuente: (asesorias.com, 2020)

N° colaboradores	Cargo	N° horas por día	Días a la semana	N° semanas	Total Horas Disponibles	Horas / días feriados	Vacaciones	Total Horas Laboradas
3	Alistadores	8	6	52	7,488	264	720	6,504
2	Montadores	8	6	52	4,992	176	480	4,336
1	Pasador	8	6	52	2,496	88	240	2,168
1	Empacador	8	6	52	2,496	88	240	2,168

Tabla 29: Horas Disponibles por puestos.

Fuente: Elaboración propia.

Proceso	Personal a cargo	Tasa de salida Real (Unidades de calzado por hora)	Cantidad de Horas disponibles	Producción anual Según capacidad actual del taller (Unidades de calzado)
Corte de cuero	Alistadores	10	6,504	65,040
Desbastado	Alistadores	30	6,504	195,120
Calado	Alistadores	48	6,504	312,192
Corte de Forro	Alistadores	30	6,504	195,120
Cosido de moldes	Alistadores	15	6,504	97,560
Corte plantilla pegado a la suela	Montadores	40	4,336	173,440
Montado	Montadores	4	4,336	17,344

Preparar la suela para pegado	Montadores	15	4,336	65,040
Tiempo de espera, secado de pega	Montadores	4	4,336	17,344
Pegado en caliente	Montadores	14	4,336	60,704
Prensado	Montadores	42	4,336	182,112
Tiempo de espera, enfriamiento del calzado	Montadores	14	4,336	60,704
Pasado de suela	Pasador	90	2,168	195,120
Empacado	Empacador	30	2,168	65,040

Tabla 30: Tiempo disponible para los procesos.
Fuente: Elaboración propia.

Capacidad	Unidades	Pares
Anual	17,344	8,672
Mensual	1,445	723
Semanal	334	167
Día	56	28

Tabla 31: Capacidad del proceso productivo.
Fuente: Elaboración propia.

2.6 Mapa de Flujo Valor (VSM).

VSM Proceso de producción Calzado Levi

Se realizó un análisis mediante la herramienta de Value Stream Mapping (VSM), utilizando la información recolectada durante el proceso. Esta iniciativa involucró un muestreo del tiempo en cada etapa del proceso de fabricación de calzado en el taller. Posteriormente, se elaboró un diagrama de flujo que desglosa las 14 fases que componen dicho proceso. Al analizar el VSM resultante, se ha logrado una comprensión más clara de la estructura y distribución del proceso de fabricación. Se identificaron aspectos cruciales como el flujo de inventario a lo largo de cada etapa, así como los momentos en los que se añade valor al producto y aquellos en los que se generan tiempos de espera. En el VSM se destacan tres procesos que consumen considerable tiempo, lo que sugiere áreas de oportunidad para optimizar la eficiencia. Además, se observó que carecen de un vehículo propio para las entregas, lo que podría estar contribuyendo a los retrasos y a la ineficiencia en la cadena de suministro.

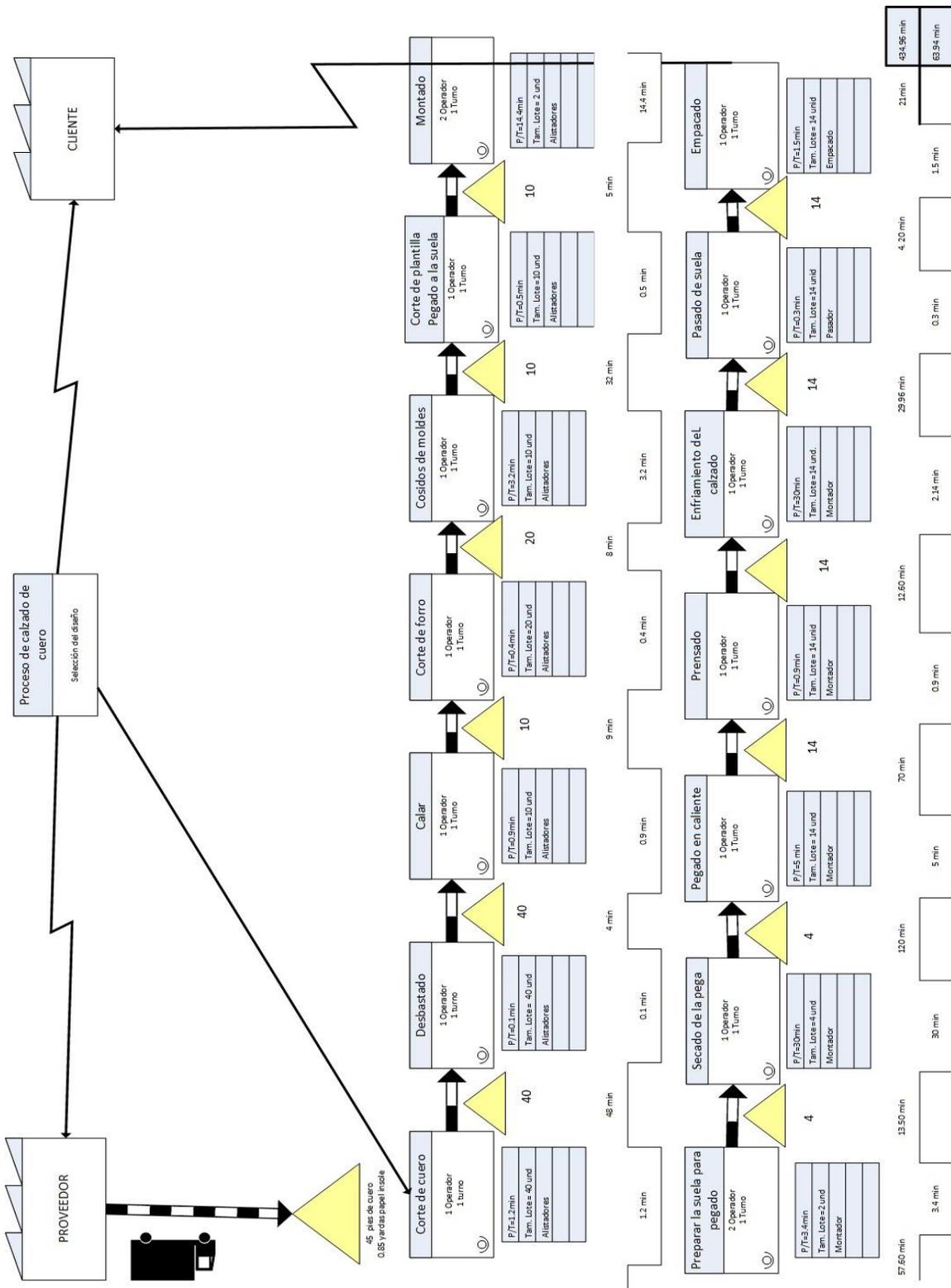


Ilustración 73: VSM Proceso de producción Calzado Levi.
Fuente: Elaboración propia.

2.7 Costos de producción.

En base a la capacidad instalada que tiene el taller, los costos de producción que tiene anualmente son los siguientes:

Costos Variables.

Material	Costo por par	Producción anual (pares)	COSTO ANUAL
Cuero	C\$ 191.33	8,672	C\$ 1,659,242.67
Pega Blanca	C\$ 15.00	8,672	C\$ 130,080.00
Suelas	C\$ 55.00	8,672	C\$ 476,960.00
Pega Amarilla	C\$ 7.00	8,672	C\$ 60,704.00
Forro para plantilla	C\$ 6.67	8,672	C\$ 57,813.33
Fibras para contrafuerte	C\$ 10.00	8,672	C\$ 86,720.00
Costo Materia prima			C\$ 2,471,520.00

Tabla 32: Costos variables.

Fuente: (Levi, 2024)

Los costos variables calculados, corresponden al de la materia prima, siendo esto un costo para la capacidad actual instalada, que mensualmente es de 723 zapatos, lo que anual serían 8,672 pares de zapatos.

Costos fijos.

N° de Trabajadores	Cargos	Semanal	Día	Mensual	Anual
3	Alistadores	C\$ 1,500.00	C\$ 214.29	C\$ 19,285.71	C\$ 231,428.57
2	Montadores	C\$ 2,000.00	C\$ 285.71	C\$ 17,142.86	C\$ 205,714.29
1	Pasador	C\$ 1,300.00	C\$ 185.71	C\$ 5,571.43	C\$ 66,857.14
1	Empacador	C\$ 1,200.00	C\$ 171.43	C\$ 5,142.86	C\$ 61,714.29
Costos de mano de Obra				C\$ 47,142.86	C\$ 565,714.29

Tabla 33: Costos fijos/Mano de obra.

Fuente: (Levi, 2024)

Costos indirectos	Mensual	Anual
Pago de Luz	C\$ 2,500.00	C\$ 30,000.00
Recarga	C\$ 500.00	C\$ 6,000.00
Utilería	C\$ 500.00	C\$ 6,000.00
Bolsas	C\$ 100.00	C\$ 1,200.00
Impuesto	C\$ 350.00	C\$ 4,200.00
Basura	C\$ 50.00	C\$ 600.00
Costo total CIF	C\$ 4,000.00	C\$ 48,000.00

Tabla 34: Costos fijos/CIF.

Fuente: (Levi, 2024)

El total de los costos fijos para el taller de calzado estaría dado por la siguiente ecuación.

$$\text{Costos fijos} = \text{Costo total mano de obra} + \text{Costo total CIF.}$$

Ecuación 30: Costos fijos.

Fuente: (Amat & Soldevila, 2019)

$$\text{Costos fijos} = \text{C\$ } 565,714.29 + \text{C\$ } 48,000.00$$

$$\text{Costos fijos} = \text{C\$ } 613,714.29$$

Lo que daría un costo fijo total de C\$ 613,714.29

Los ingresos del taller Calzado Levi, están detallados en la siguiente tabla.

Capacidad	8,672.00
Precio Venta	C\$ 550.00
Ventas Netas	C\$ 4,769,600.00

Tabla 35: Ventas Netas.

Fuente: (Levi, 2024)

En donde las Ventas Netas son:

$$\text{Ventas Netas} = \text{Capacidad} * \text{Precio de Venta.}$$

Ecuación 31: Ventas Netas.

Fuente: (Amat & Soldevila, 2019)

Con esta información, se determinó el MCU (Margen de contribución unitario) que tiene cada par de zapatos para el taller Calzado Levi.

$$MC = \text{INGRESOS} - \text{CUV}$$

Ecuación 32: Margen de contribución.

Fuente: (Lean Finance, 2023)

Donde:

Ingresos: Ventas netas.

CUV: Costos unitario variable.

$$MC = \text{C\$ } 4,769,600.00 - \text{C\$ } 2,471,520.00$$

$$MC = \text{C\$ } 2,298,080.00$$

Margen de contribución Taller Calzado Levi	
Capacidad	8,672
Precio Venta	C\$ 550.00
Ventas Netas	C\$ 4,769,600.00
Costo de ventas	C\$ 2,471,520.00
Margen de contribución	C\$ 2,298,080.00
	48%

Tabla 36: Margen de contribución, taller Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

El margen de contribución de la capacidad instalada es de C\$ 2,298,080.00 lo que equivalente a un 48 %.

Con esta información se determinó el MCU (Margen de contribución Unitario) que corresponde a:

$$MCU = \frac{MC}{\text{Cantidad de pares}}$$

Ecuación 33: Margen de contribución unitario.

Fuente: (Lean Finance, 2023)

$$MCU = \frac{\text{C\$ } 2,298,080.00}{8,672}$$

$$MCU = C\$ 265.00$$

El margen de contribución unitario dio un resultado de C\$ 265.00, lo que quiere decir que, por cada par de zapato vendido, este le brinda un margen de contribución bruto al taller de 265.00 córdobas.

3. Etapa Analizar

En esta fase de análisis se llevó a cabo el procesamiento de datos que fueron recolectados del proceso productivo del taller, con la finalidad de determinar las deficiencias que se puedan presentar en cada área, así como las causas raíces que las ocasionan. Para esto se utilizaron herramientas de control estadístico y esquemas que permitieron agrupar la información de forma ordenada para una mejor comprensión de la misma.

3.1 Análisis de capacidad.

Con la información proporcionada por propietario del taller Calzado Levi, se tomaron los datos de la demanda por mes de calzado durante el periodo del año 2023 y los primeros 4 meses transcurridos durante el 2024, resultando la siguiente tabla:

Mes	2023	2024	Capacidad
Enero	876	973	723
Febrero	813	904	723
Marzo	665	739	723
Abril	698	776	723
Mayo	613		723
Junio	720		723
Julio	873		723
Agosto	850		723
Septiembre	926		723
Octubre	729		723
Noviembre	1,157		723
Diciembre	943		723

Tabla 37. Demanda vs Capacidad.

Fuente: (Levi, 2024)

En la columna con título “Capacidad”, se colocó la capacidad de producción actual del taller determinada con los datos tomados en la fase de medición.

El siguiente gráfico representa el comportamiento de la demanda y la capacidad durante el período de los últimos 12 meses de los cuales se tenía registro:

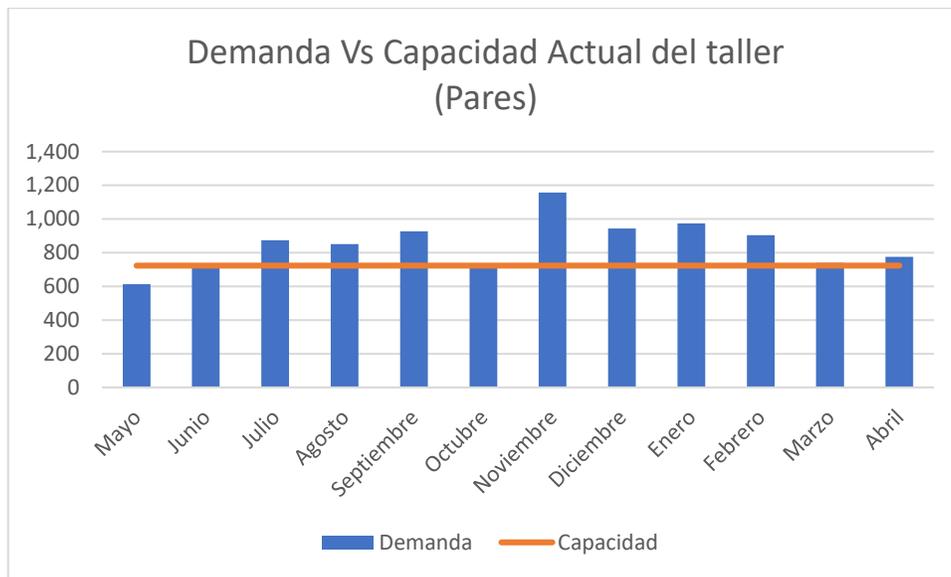


Ilustración 74. Demanda vs Capacidad actual.
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que, en la mayoría de los meses del año 2023, la demanda superó la capacidad de producción del taller. Además, durante los primeros meses del presente año, la demanda experimentó un aumento significativo que nuevamente superó la capacidad, esta situación obligó a los propietarios a recurrir al pago de horas extras para poder cumplir con los pedidos de los clientes de manera oportuna. Esta disparidad tiene un impacto significativo en los costos operativos.

Se utilizaron los datos de la demanda del año 2023 para llevar a cabo una prueba de normalidad en Minitab y así poder evaluar la distribución de la demanda en el taller. Los resultados de la prueba arrojaron un valor p de 0.0503, lo que indica que la demanda sí sigue una distribución normal. Esto implica que la probabilidad de

que la demanda sea constante es alta, lo cual sugiere que las fluctuaciones en los niveles de demanda son mínimas y predecibles.

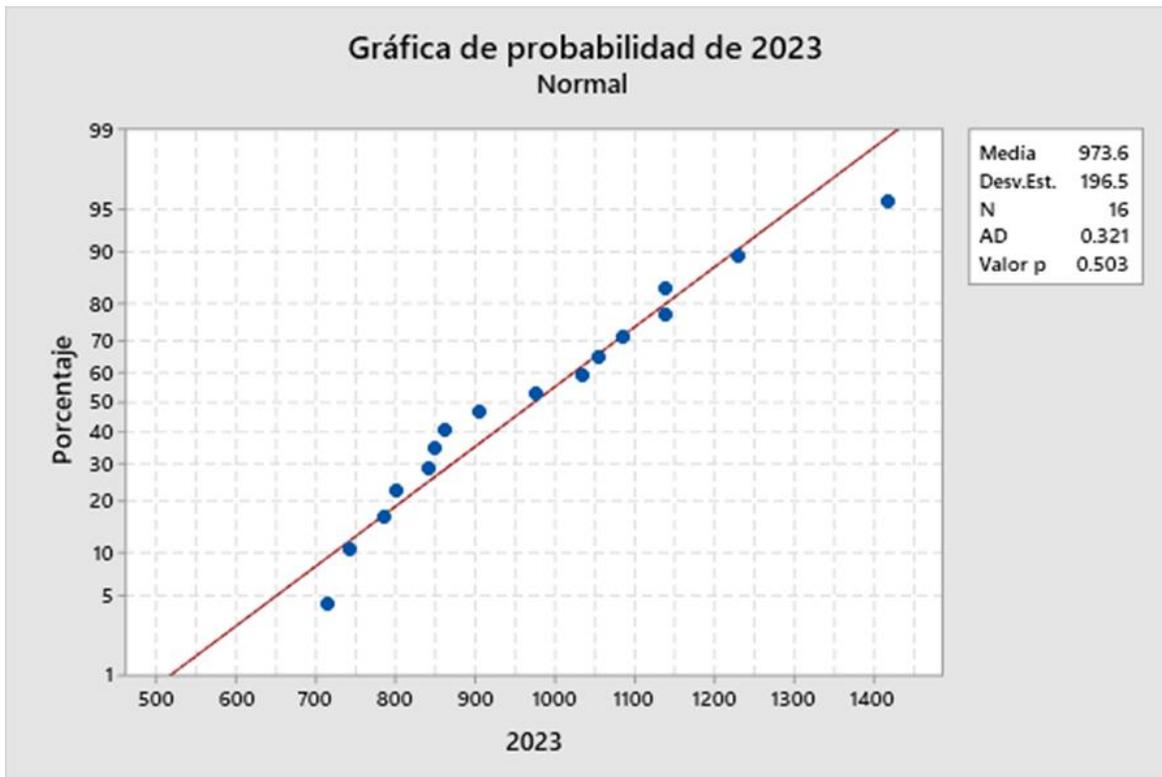


Ilustración 75: Gráfico de normalidad de la demanda.

Fuente: Elaboración propia.

3.2 Tasa Takt Time

Utilizando los datos de la demanda de los últimos 12 meses y el tiempo productivo del taller Calzado Levi, se procedió a calcular la Tasa Takt Time bajo las siguientes consideraciones:

- Demanda: 10,203 pares anuales.
- Tiempo productivo: 149,760 Minutos anuales

$$Tasa\ Takt\ Time = \frac{Tiempo\ productivo}{Demanda}$$

$$Tasa\ Takt\ Time = \frac{149,760\ Min}{10,203\ Pares}$$

$$Tasa\ Takt\ Time = 14.68Min/Par$$

Proceso	Takt Time Min/Par	T. Ciclo Min/Par
Corte	14.68	12.00
Desbasta	14.68	4.00
Calar	14.68	2.50
Corte	14.68	4.00
Cosido	14.68	8.00
Corte Plantilla	14.68	3.00
Montado	14.68	30.00
preparar suela	14.68	8.00
Secado de la pega	14.68	30.00
Pegado en caliente	14.68	8.57
Prensado	14.68	2.86
Enfriamiento del calzado	14.68	8.57
Pasado de suela	14.68	1.33
Empacado	14.68	4.00

Tabla 38: Tasa Takt Time por proceso.

Fuente: Elaboración propia.

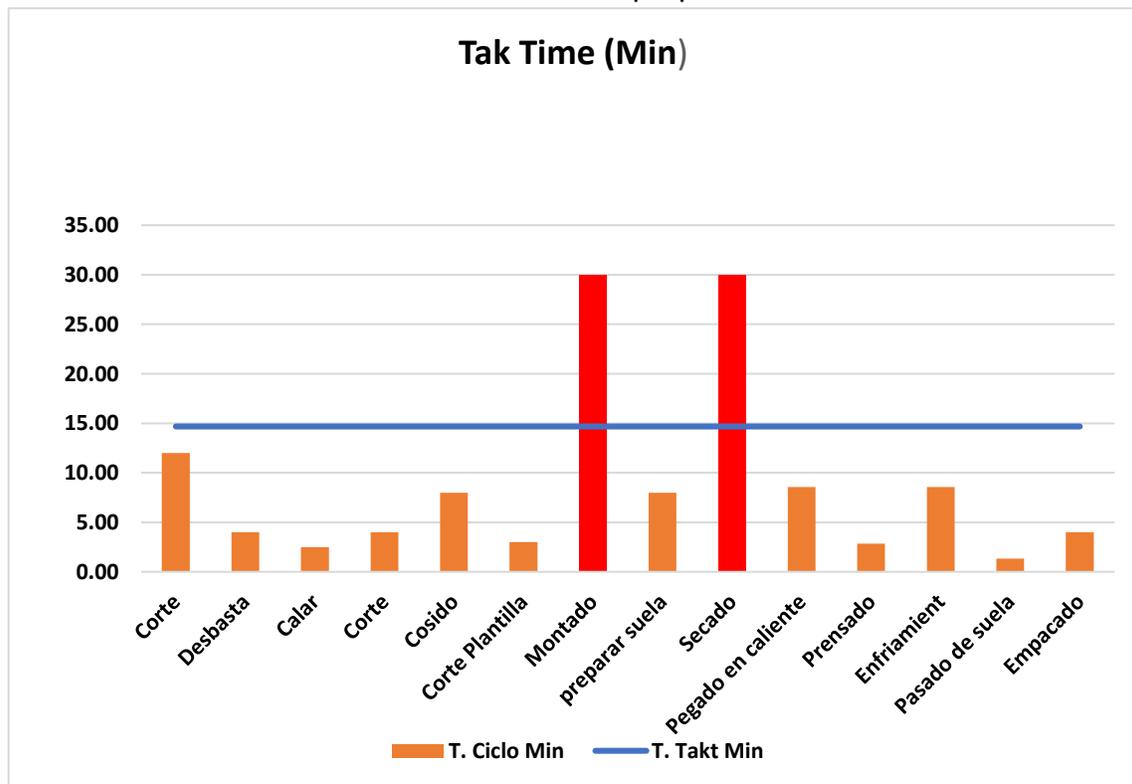


Ilustración 76: Takt time por proceso.

Fuente: Elaboración propia.

Montado

En el taller Calzado Levi, el proceso de montado es uno de los que más tiempo consume. En este proceso, los colaboradores deben realizar tareas manuales, como ajustar los moldes de cuero en la horma, colocar las plantillas y suela. Sin embargo, el taller solo dispone de dos montadores, quienes se encargan de múltiples tareas durante el proceso, lo que genera demoras significativas.

Tiempo de espera secado de pega

El proceso de espera de secado de la pega representa un obstáculo significativo en la fabricación de calzado en el taller Calzado Levi. Para asegurar la eficacia de la pega, se requiere un tiempo de secado de 30 minutos antes de pasar al siguiente proceso. Esta espera obligatoria condiciona la planificación del taller, limitando la flexibilidad en los tiempos de espera y generando retrasos en la producción.

3.3 Diagramas causas y efecto, para los procesos más lentos.

Diagrama de Ishikawa a del secado de pegamento antes de la reactivación en caliente.

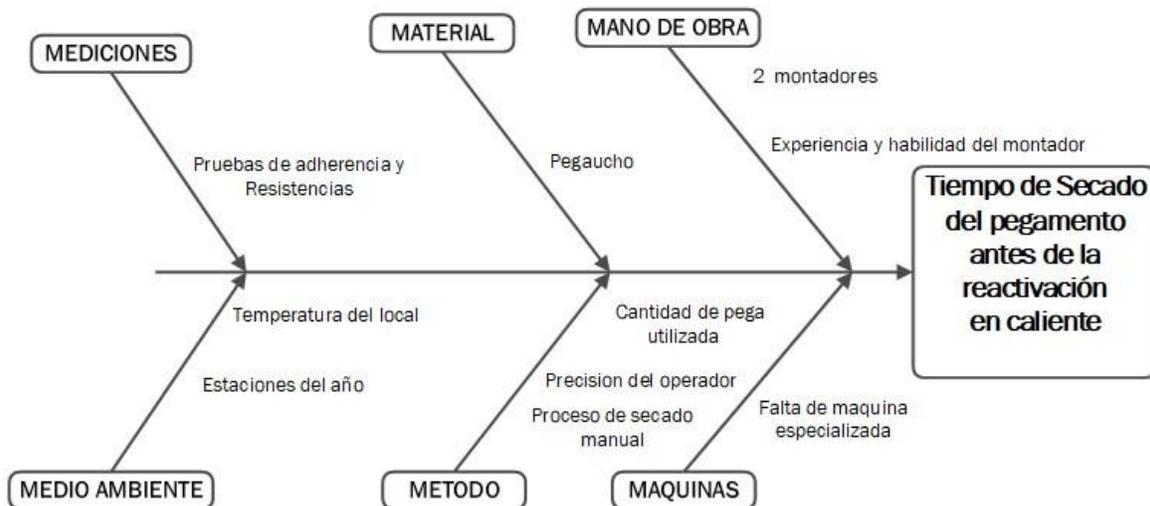


Ilustración 77: Diagrama Ishikawa/ Secado del pegamento antes de la reactivación.

Fuente: Elaboración Propia

El efecto del secado de la pega antes del pegado en caliente se manifiesta como un factor crucial que influye en la eficiencia y la calidad del proceso de fabricación en el taller de Calzado Levi. La espera del tiempo de secado conduce a retrasos en la producción, ya que se requiere un período óptimo para garantizar una adhesión adecuada entre los materiales. Por otro lado, un tiempo de secado excesivo puede aumentar los tiempos de ciclo y reducir la eficiencia operativa del taller.

Método

- ✓ Cantidad de pega utilizada

En el taller de Calzado Levi, la utilización de una cantidad adecuada de pega en la fabricación de calzados se convierte en un factor crítico para garantizar la eficiencia del proceso. Sin embargo, la ausencia de una medida estándar para aplicar la pega puede generar inconsistencias y retrasos en el secado. Esta falta de estandarización puede contribuir a que se utilice una cantidad excesiva de adhesivo, prolongando así el tiempo de secado necesario antes del siguiente paso en la producción.

Mediciones

- ✓ Prueba de adherencia y asistencia

El taller Calzado Levi no lleva a cabo pruebas de adherencia y asistencia, lo que resulta en una falta de evaluación del procedimiento de la resistencia de la unión entre diferentes materiales. Estas pruebas aseguran que la adhesión sea lo suficientemente sólida para soportar el uso regular del calzado y las tensiones a las que podría estar expuesto. La "asistencia" se refiere a la evaluación de otros aspectos relacionados con la aplicación de la pega, como la uniformidad de la distribución y la cantidad correcta utilizada en el proceso.

Mano de obra

- ✓ Pocos montadores

La escasez de montadores en el taller de Calzado Levi resulta en una sobrecarga para el personal existente, lo que a su vez conduce a retrasos en el proceso y

umenta la probabilidad de errores debido a la fatiga de los colaboradores. Este factor puede impactar negativamente en la eficiencia y calidad del trabajo realizado en el taller.

- ✓ Precisión del operador

La precisión del operador desempeña un papel crucial en el taller, ya que la falta de precisión puede generar cuellos de botella o retrasos en los procesos. La precisión es fundamental para garantizar la eficiencia y fluidez de las operaciones.

- ✓ Experiencia y habilidad del montador

La experiencia y habilidad de los montadores son aspectos cruciales en el taller. Calzado Levi se enfrenta al desafío de contar con pocos colaboradores experimentados y enfrenta dificultades para contratar más debido a su escasez en el mercado. La falta de personal experimentado puede ralentizar el tiempo de reacción y generar retrasos en el proceso de producción.

Maquinas

- ✓ Proceso de secado manual

La realización del proceso de secado de manera manual genera retrasos debido al tiempo de espera necesario para que la pega se seque. Al implementar un horno de secado, reduciría significativamente el tiempo requerido para este proceso.

- ✓ Falta de ventiladores

La ausencia de ventiladores en el taller afecta el proceso de secado de la pega, prolongando su duración. La incorporación de ventiladores facilitaría el secado más rápido de la pega, lo que optimizaría el tiempo requerido para este proceso.

Medio ambiente

- ✓ Temperatura del local

La temperatura ambiente en la ubicación del taller Calzado Levi no es óptima para el proceso de pegado en caliente, también causa fatiga para los colaboradores. Esta situación puede afectar la productividad del personal y también impactar en procesos críticos como el tiempo de espera de secado.

✓ Estaciones del año

Debido a su ubicación, el taller no está adecuadamente acondicionado para las variaciones estacionales, como el calor extremo en verano y la humedad en invierno. Estas condiciones afectan tanto a los colaboradores como a los procesos, ya que el calor excesivo puede causar incomodidad y fatiga, mientras que la humedad puede afectar la calidad de ciertos materiales, como el cuero, y dificultar el proceso de pegado.

Materiales

✓ Pegaucho

En el taller Calzado Levi, utilizan la marca de pega Pegaucho. Sin embargo, surge un problema relacionado con el tiempo de espera necesario para que la pega cumpla eficazmente su función. Dado que el proceso en el taller es manual, es fundamental considerar este tiempo de espera en cada etapa del proceso de producción.

✓ Pega azul

En el taller Calzado Levi, consideran la opción de usar pega azul como alternativa. Aunque este tipo de pegamento seca más rápido en verano, es más costoso. Sin embargo, en invierno, el clima frío acelera el proceso de secado. A pesar de esta ventaja, los colaboradores a menudo se enfrentan a dificultades para manipular el calzado a tiempo cuando usan este tipo de pegamento.

Diagrama Ishikawa para tiempo del proceso del montaje

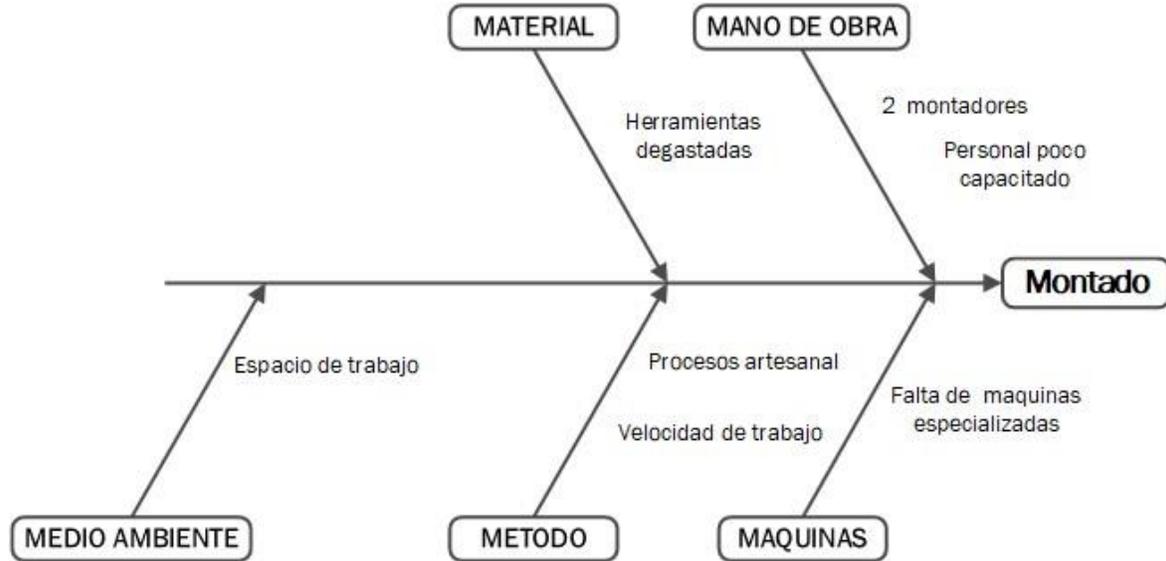


Ilustración 78: Diagrama Ishikawa/ proceso del montaje.
Fuente: Elaboración propia

Mano de obra

- ✓ Poca mano de obra

Tener poca mano de obra en un proceso que es relativamente dilatado y en temporadas que son de alta demanda, puede suponer una alta carga de trabajado para el personal, ya que estos en un punto van a acumular mucha fatiga ocasionando que trabajen a un bajo ritmo y por lo tanto que el proceso de montaje sea más lento, además que habrá muchos productos en espera de ser trabajados.

- ✓ Tiempos de ocio

Los tiempos de ocio restan efectividad en un proceso productivo, ya que al salirse del plan de trabajo por distracción o enfocarse en actividades que no aportan al negocio puede influir en los tiempos que se terminan un producto, en este caso un par de zapatos.

- ✓ Velocidad de trabajo

Influye mucho la velocidad con que trabajan el personal, ya que uno puede ser más rápido que el otro o el proceso al no estar estandarizado pueda llevar muchas actividades innecesarias y esto ocasiona que una actividad en general sea más dilatada.

Maquinaria

El no tener maquinaria con la tecnología adecuada para procesos que son dilatados hacerlos artesanalmente ocasiona que los tiempos de producción sean más largos y dependan mucho de la calidad del trabajador.

Materiales

Utilizar herramientas desgastadas y en mal estado puede influir en la efectividad con la que se trabajan o se transforman los productos, se vuelven menos versátiles y pueden con llevar más tiempo de mano de obra para obtener los resultados deseados.

Medio ambiente

Un espacio reducido y poco organizado puede generar la incomodidad por parte de los trabajadores, al no tener estructuras o el espacio necesario en una misma área en donde manejar todas las herramientas, ocasiona que los trabajadores tengan que desplazarse a múltiples lugares interrumpiendo así su trabajo y por lo tanto volviéndolo más dilatado.

4. Etapa Mejorar

Tras las fases de definir, medir y analizar, se ha identificado la necesidad de implementar mejoras para incrementar la capacidad actual instalada en el taller Calzado Levi. Se evaluarán tres propuestas específicas con el objetivo de optimizar los tiempos de espera en el proceso de fabricación.

La primera propuesta consiste en la utilización de un nuevo pegamento que, según las indicaciones del fabricante 15 minutos en secar lo que reduciría los tiempos de espera para el secado y enfriamiento del calzado, esta pega promete acelerar el proceso productivo al permitir que las etapas de secado y enfriamiento sean más rápidas y eficientes.

La segunda propuesta es la compra de un horno multifuncional que puede realizar secado, reactivado y enfriamiento del calzado en una sola unidad. Este equipo especializado tiene el potencial de centralizar y agilizar varias etapas del proceso productivo, lo que resultaría en una reducción considerable de los tiempos de espera y, por ende, en una mayor eficiencia operativa.

La tercera propuesta implica la apertura de un segundo turno dentro del taller. Al extender las horas de operación, se podría aumentar la producción diaria y optimizar el uso de los equipos y recursos disponibles.

Para evaluar la viabilidad de estas propuestas, se llevará a cabo un Análisis Modal de Efecto de Falla (AMEF) y un análisis de costo/beneficio. El AMEF permitirá identificar y evaluar los posibles riesgos y fallas asociados con cada propuesta, asegurando que se tomen en cuenta todas las variables críticas antes de la implementación. El análisis de costo/beneficio, por su parte, proporcionará una visión clara de la inversión necesaria frente a los beneficios esperados, facilitando la toma de decisiones informadas para determinar la propuesta más viable y efectiva para mejorar la eficiencia del taller de Calzado Levi.

Antes de proceder al análisis AMEF, se realizará un árbol de fallas para cada una de las propuestas con el fin de tener claridad sobre los posibles problemas y sus causas. Esta herramienta visual permitirá identificar y analizar detalladamente las

posibles fallas y sus causas, lo que facilitará una evaluación más precisa y completa en el análisis AMEF.

Los criterios para asignar la escala en el AMEF de severidad, probabilidad y Detectabilidad serán los siguientes:

Severidad		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de efecto Definido.
10 9	Grave	La falla tiene un impacto grave en el proceso productivo. Requiere una acción inmediata y significativa para corregirla y puede causar una interrupción completa en la producción o una pérdida sustancial en la calidad del producto final.
8 7	Significativa	La falla tiene un impacto significativo en el proceso productivo. Requiere esfuerzos significativos para corregirla y puede causar una disminución notable en la calidad del producto final o la eficiencia del proceso.
6 5	Moderada	La falla afecta moderadamente el proceso productivo. Requiere esfuerzos adicionales para corregirla y puede causar una ligera disminución en la calidad del producto final o la eficiencia del proceso.
4 3	Baja	La falla afecta ligeramente el proceso productivo. Puede corregirse con un esfuerzo mínimo y no tiene un impacto significativo en la calidad del producto final o la eficiencia del proceso.
2 1	Mínima	La falla tiene un impacto mínimo en el proceso productivo. Puede corregirse fácilmente sin afectar significativamente la calidad del producto final o la eficiencia del proceso.

Tabla 39: Escala AMEF/ Severidad.

Fuente: Elaboración propia.

Probabilidad		
Clasificación	Efecto	Criterio: Probabilidad que ocurra la falla.
10 9	Muy alta	La probabilidad de que ocurra la falla es muy alta. Es probable que ocurra con frecuencia durante la operación normal del proceso productivo.
8 7	Alta	La probabilidad de que ocurra la falla es alta. Es probable que ocurra durante la operación normal del proceso productivo, pero no de manera frecuente.

6	Moderada	La probabilidad de que ocurra la falla es alta. Es probable que ocurra durante la operación normal del proceso productivo, pero no de manera frecuente.
5		
4	Baja	La probabilidad de que ocurra la falla es baja. Puede ocurrir ocasionalmente, pero no es común durante la operación normal del proceso productivo.
3		
2	Muy baja	La probabilidad de que ocurra la falla es muy baja. Es poco probable que ocurra durante la operación normal del proceso productivo.
1		

Tabla 40: Escala AMEF/Probabilidad.
Fuente: Elaboración propia.

Detectabilidad		
Clasificación	Efecto	Criterio: Probabilidad de detección por control del proceso.
10	Muy baja	La capacidad de detectar la falla una vez que ha ocurrido es muy baja. Es poco probable que se detecte durante la inspección rutinaria o el monitoreo del proceso.
9		
8	Baja	La capacidad de detectar la falla una vez que ha ocurrido es baja. Puede detectarse ocasionalmente durante la inspección rutinaria o el monitoreo del proceso, pero no de manera confiable.
7		
6	Moderada	La capacidad de detectar la falla una vez que ha ocurrido es moderada. Puede detectarse durante la inspección rutinaria o el monitoreo del proceso, pero con cierta dificultad o inconsistencia.
5		
4	Alta	La capacidad de detectar la falla una vez que ha ocurrido es moderada. Puede detectarse durante la inspección rutinaria o el monitoreo del proceso, pero con cierta dificultad o inconsistencia.
3		
2	Muy alta	La capacidad de detectar la falla una vez que ha ocurrido es muy alta. Se espera que se detecte de manera confiable y rápida durante la inspección rutinaria o el monitoreo del proceso.
1		

Tabla 41: Escala AMEF/Detectabilidad.
Fuente: Elaboración propia.

El NPR (Número Prioritario de Riesgo) se calculará de la siguiente forma:

$$NPR = Severidad * Probabilidad * Detectabilidad.$$

Ecuación 34: Cálculo NPR.

Fuente: (Lean Solutions).

El NPR tendrá la siguiente escala:

NPR= Ocurrencia* Severidad* Detección
500-1000 Alto riesgo de falla
125-499 Riesgo de falla medio
1-124 Riesgo de falla bajo
0 No existe riesgo de falla

Tabla 42: Escala NPR.
Fuente: (Lean Solutions)

4.1 Cambio del tipo de pega.

En el proceso productivo del taller de calzado Levi, se identificaron dos períodos de espera, cada uno de 30 minutos. El primero ocurre cuando el montador une la suela con la parte superior del calzado, durante el cual el pegamento requiere 30 minutos para adherirse completamente. El segundo período de espera surge después de que el calzado sale del horno y la prensadora, donde es necesario esperar otros 30 minutos de enfriamiento antes de manipularlo.

Se ha propuesto una estrategia para reducir los tiempos de espera en el taller de calzado Levi, enfocada en la utilización de un tipo diferente de pegamento con características distintas. Se llevó a cabo la recolección de información sobre diversos tipos de pegamentos y sus características particulares. Durante este proceso, se identificó un pegamento del mismo fabricante en las indicaciones de este producto destacaba que el tiempo de secado es de 15 minutos. Sin embargo, es importante tener en cuenta que este pegamento tiene un costo superior al utilizado actualmente.

Si el nuevo pegamento resulta efectivo y logra reducir significativamente el tiempo de secado, como se menciona en las indicaciones, agilizará los procesos de secado y enfriamiento del calzado en el taller. La reducción en los tiempos de espera permitirá una mayor eficiencia en la producción, aumentando el rendimiento del taller y mejorando la satisfacción del cliente al recibir sus pedidos de forma más rápida.

Con esta propuesta se busca bajar los tiempos de espera, la capacidad podría aumentar añadiendo un montador adicional una vez se determine que la pega funciona.

Árbol de fallas.

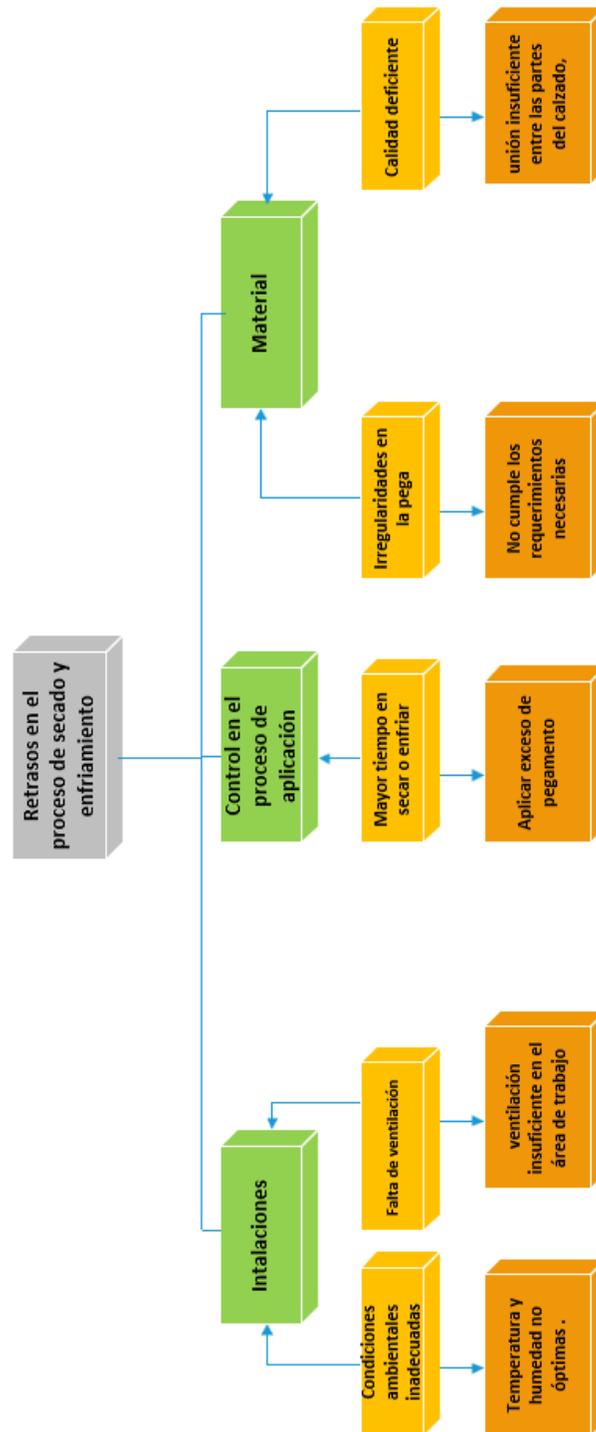


Ilustración 79: Árbol de Fallas Utilización de un nuevo pegamento.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis AMEF.

En base al análisis realizado mediante el árbol de fallas, se desarrolló una tabla AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos) para determinar el Número de Riesgos Prioritarios (NPR) de cada falla identificada. Posteriormente, se utilizó un diagrama de Pareto para visualizar y priorizar las fallas según sus NPR, lo que permitió enfocar los esfuerzos en las causas que generan los mayores riesgos. Con esta información, se elaboró un plan de acción específico para abordar los efectos y fallas más críticos.

Tabla AMEF					
Cambio del tipo de pega					
Efecto	Severidad	Causa	Probabilidad	Controles	Detectabilidad
Condiciones ambientales inadecuadas	10	Temperatura y humedad no óptimas.	7	No hay	10
Falta de ventilación	4	Ventilación insuficiente en el área de trabajo	3	No hay	10
Mayor tiempo en secar o enfriar	10	Aplicar exceso de pegamento	6	No hay	10
Irregularidades en la pega	5	No cumple los requerimientos necesarios	2	No hay	10
Calidad deficiente	3	Unión insuficiente entre las partes del calzado	4	No hay	10

Tabla 43: Análisis AMEF cambio del tipo de pega.

Fuente: Elaboración propia.

Efecto	NPR	%	% acumulado
Condiciones ambientales inadecuadas	700	43%	43%
Mayor tiempo en secar o enfriar	600	37%	79%
Falta de ventilación	120	7%	87%
Calidad deficiente	120	7%	94%
Irregularidades en la pega	100	6%	100%
Total	1640		

Tabla 44: NPR cambio del tipo de pega.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Pareto.

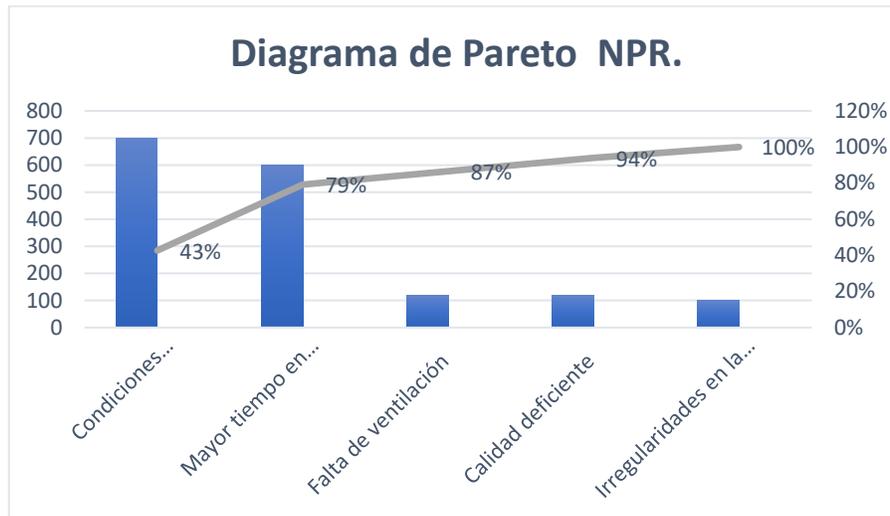


Ilustración 80: Diagrama de Pareto Cambio del tipo de pega.
Fuente: Elaboración propia.

Plan de acción.

Fallas prioritarias:

Una vez que se realizó el Diagrama de Pareto de los NPR, se determinó que los efectos más relevantes dentro de la propuesta serían:

- Condiciones ambientales inadecuadas (700) de falla alto. —————> Riesgo
- Mayor tiempo en secar o enfriar (600) de falla alto. —————> Riesgo

Siendo las fallas principales:

- Ventilación insuficiente en el área de trabajo.
- Aplicar pegamento en exceso.

Acciones Propuestas:

- **Revisión del Proceso de Aplicación de Pegamento.**

Realizar un control detallado del proceso de aplicación de pegamento durante una semana.

Responsable: Dueño del taller.

Recursos Necesarios:

- Formulario impreso de control de aplicación de pegamento.
- Lapicero

Plazo: Una semana, aplicar el control de aplicación de pegamento diariamente.

- **Determinar la influencia de la ventilación en el proceso de pegado.**

Identificar cuanta incidencia tiene la ventilación en el proceso del pegado del calzado.

Responsable: Dueño del taller.

Recursos necesarios:

- Ventilador.
- Observación directa.
- Cuaderno de apuntes.
- Lapicero.

Plazo: Llevar monitoreo durante una semana de pruebas con una mayor ventilación para determinar si hay algún cambio.

Prueba Piloto.

Se llevó a cabo una prueba piloto en el taller de Calzado Levi, donde se comparó la pega habitual utilizada con una nueva propuesta diseñada para reducir el tiempo de secado. Durante la prueba, se registraron los tiempos de secado de ambas pegas con el fin de analizar si existe algún cambio significativo:

Tiempo 1	variante 1	Tiempo 2	Variante 2
30	1	29	2
30	1	28.6	2
30	1	29.9	2
30	1	30	2
29.5	1	30	2

30	1	28.9	2
29	1	29.5	2
30	1	30	2
30	1	30	2
30	1	29	2

Tabla 45: Tiempos de la prueba piloto del secado de la pega.

Fuente: Elaboración propia.

Donde:

- Variante 1 = Pega que utiliza el taller Calzado Levi.
- Variante 2 = Pegaucho Plus (Pegamento propuesto).

Una vez recopilados los datos, se inició el análisis estadístico utilizando Minitab, en la herramienta ANOVA, se seleccionó la opción de prueba de igualdad de varianzas. Posteriormente, se ingresaron los datos de las muestras en columnas separadas y se procedió a seleccionar los tiempos de secado que se obtuvieron de las pruebas. Una vez configurados los parámetros Minitab que son en el cuadro repuesta se seleccionaron los tiempos, con el nivel de confianza sugerido del 95%, generando un análisis detallado de los datos, permitiendo evaluar las varianzas entre las muestras de la pega, los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Prueba de igualdad de varianzas: Tiempo 1; Tiempo 2

Método

Hipótesis nula	Todas las varianzas son iguales
Hipótesis alterna	Por lo menos una varianza es diferente
Nivel de significancia	$\alpha = 0.05$

Intervalos de confianza de Bonferroni de 95% para desviaciones estándar

Muestra	N	Desv.Est.	IC
Tiempo 1	10	0.337474	(0.087457; 1.67844)
Tiempo 2	10	0.560654	(0.384776; 1.05293)

Tabla 46: Intervalos de confianza de Bonferroni de 95%.

Fuente: Elaboración propia.

Nivel de confianza individual = 97.5%

Pruebas

Método	Estadística de prueba	Valor p
Comparaciones múltiples	1.74	0.187
Levene	5.49	0.031

Tabla 47: Prueba de igualdad de varianzas/Minitab.
Fuente: Elaboración propia.

En base al análisis de la prueba de igualdad de varianzas, el resultado del valor p por el método de Comparaciones Múltiples es de 0.187 mayor al nivel de significancia de 0.05 por lo cual no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las varianzas de ambos tiempos son iguales, ya que estadísticamente no se puede decir que las varianzas de las dos muestras son distintas, esto se puede ver de forma gráfica en la siguiente ilustración:

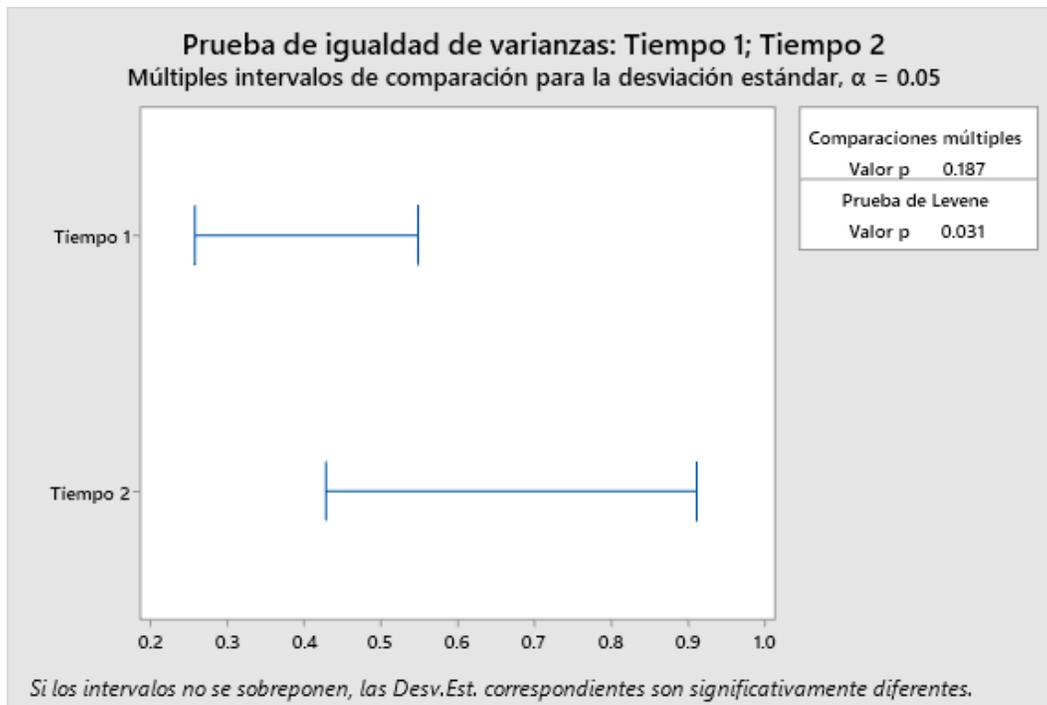


Ilustración 81: Gráfica de la prueba de igualdad de varianzas.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez analizados los datos para verificar la igualdad de varianzas, se procedió a realizar la prueba T en Minitab. En la sección de estadística básica, se seleccionó

la opción de prueba T de 2 muestras. Al abrirse el cuadro de diálogo, se introdujo los parámetros necesarios solicitados por Minitab, indicando que cada muestra estaba en una columna separada, luego, se seleccionaron las dos muestras específicas para la prueba se utilizó el nivel de confianza del 95% que es el sugerido, se seleccionó asumir varianzas iguales ya que se comprobó anteriormente de forma estadística y se procedió a ejecutar la función.

Prueba T e IC de dos muestras: Tiempo 1; Tiempo 2

Método

μ_1 : media de Tiempo 1
μ_2 : media de Tiempo 2
Diferencia: $\mu_1 - \mu_2$

Tabla 48: Medias para la prueba T.
Fuente: Elaboración propia.

Se presupuso igualdad de varianzas para este análisis.

Estadísticas descriptivas

Muestra	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Tiempo 1	10	29.850	0.337	0.11
Tiempo 2	10	29.490	0.561	0.18

Tabla 49: Estadísticas de las muestras de tiempos del secado de pega.
Fuente: Elaboración propia.

Estimación de la diferencia

Diferencia	Desv.Est. agrupada	IC de 95% para la diferencia
0.360	0.463	(-0.075; 0.795)

Tabla 50: Estimación de la diferencia para las dos muestras.
Fuente: Elaboración propia.

Prueba

Hipótesis nula		$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$
Hipótesis alterna		$H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$
Valor T	GL	Valor p
1.74	18	0.099

Tabla 51: Prueba T para 2 muestras/ Secado de la pega.

Fuente: Elaboración Propia

El valor p para la prueba T de las dos muestras dio como resultado 0.099, lo que es mayor al nivel de significancia, dado esto, se concluye que, en base a las pruebas realizadas y los tiempos obtenidos, no hay evidencia suficiente para rechazar estadísticamente la hipótesis nula, por lo cual no hay una diferencia en el tiempo de secado con el uso de la pega que comúnmente utiliza el taller y la que se propone como mejora, obteniendo estos resultados se procede a descartar esta opción.

4.2 Compra de un horno multifuncional.

La siguiente propuesta consiste en la compra de maquinaria con tecnología de punta para el mejoramiento del proceso de producción de zapatos en el taller calzado Levi donde enfrentan algunos atrasos en cuanto a los tiempos de espera que tienen establecidos necesarios para obtener un producto final de calidad debido a que el proceso es artesanal. Estos tiempos corresponden al tiempo de secado de pegamento antes y después de aplicar el trabajo en caliente para ensamblar el calzado

La máquina en cuestión que va a mejorar este proceso se llama horno de secado y activado de pegamento, es distribuida por comercial GINA ubicada en Guatemala, esta maquinaria reduce significativamente el tiempo de espera de secado del pegamento de 30 minutos a 4 minutos para un par de zapatos, posee lámparas de cuarzo que resistentes altas temperaturas, lo cual hace que el proceso sea relativamente rápido.

Para aumentar la capacidad del taller, aparte de la compra de este horno, requiere un esfuerzo adicional de la contratación de 1 montador más, ya que el nuevo cuello de botella del proceso sería el montado, además se necesita de 3 operadores que

estén en el proceso del horno operando el mismo, quedando así el siguiente esquema:

N° colaboradores	Cargo	N° horas por día	Días a la semana	N° semanas	Total Horas Disponibles	Horas / días feriados	Vacaciones	Total Horas Laboradas
2	Alistadores	8	6	52	4,992	176	480	4,336
3	Montadores	8	6	52	7,488	264	720	6,504
1	Pasador	8	6	52	2,496	88	240	2,168
1	Empacador	8	6	52	2,496	88	240	2,168
3	Operarios	8	6	52	7,488	264	720	6,504

Tabla 52: Horas disponibles por puesto compra de un horno multifuncional.

Fuente: Elaboración propia.

Proceso	Personal a cargo	Tasa de salida Real u/h	Cantidad de Horas disponibles	Producción anual Según capacidad actual del taller
Corte de cuero	Alistadores	10	4,336	43,360
Desbastado	Alistadores	30	4,336	130,080
Calado	Alistadores	48	4,336	208,128
Corte de Forro	Alistadores	30	4,336	130,080
Cosido de moldes	Alistadores	15	4,336	65,040
Corte plantilla pegado a la suela	Montadores	40	6,504	260,160
Montado	Montadores	4	6,504	26,016
Preparar la suela para pegado	Montadores	15	6,504	97,560
Tiempo de espera Secado de la pega	Operadores	30	6,504	195,120
Pegado en caliente	Operadores	30	6,504	195,120
Prensado	Operadores	42	6,504	273,168
Tiempo de espera enfriamiento del calzado	Operadores	30	6,504	195,120
Pasado de suela	Pasador	90	2,168	195,120
Empacado	Empacador	30	2,168	65,040

Tabla 53: Capacidad del taller Compra de un horno multifuncional.

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad con la compra del horno	Unidades	Pares	Capacidad actual	Pares
Anual	26,016	13,008	Anual	8,672
Mensual	2,168	1,084	Mensual	723
Semanal	500	250	Semanal	167
Día	83	42	Día	28

Tabla 54: Capacidad Anual Compra de un horno multifuncional.

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta los datos que se recabaron del taller, La capacidad de este se vería incrementada teniendo la oportunidad de producir 13,008 pares de zapatos anualmente.

Árbol de fallas.

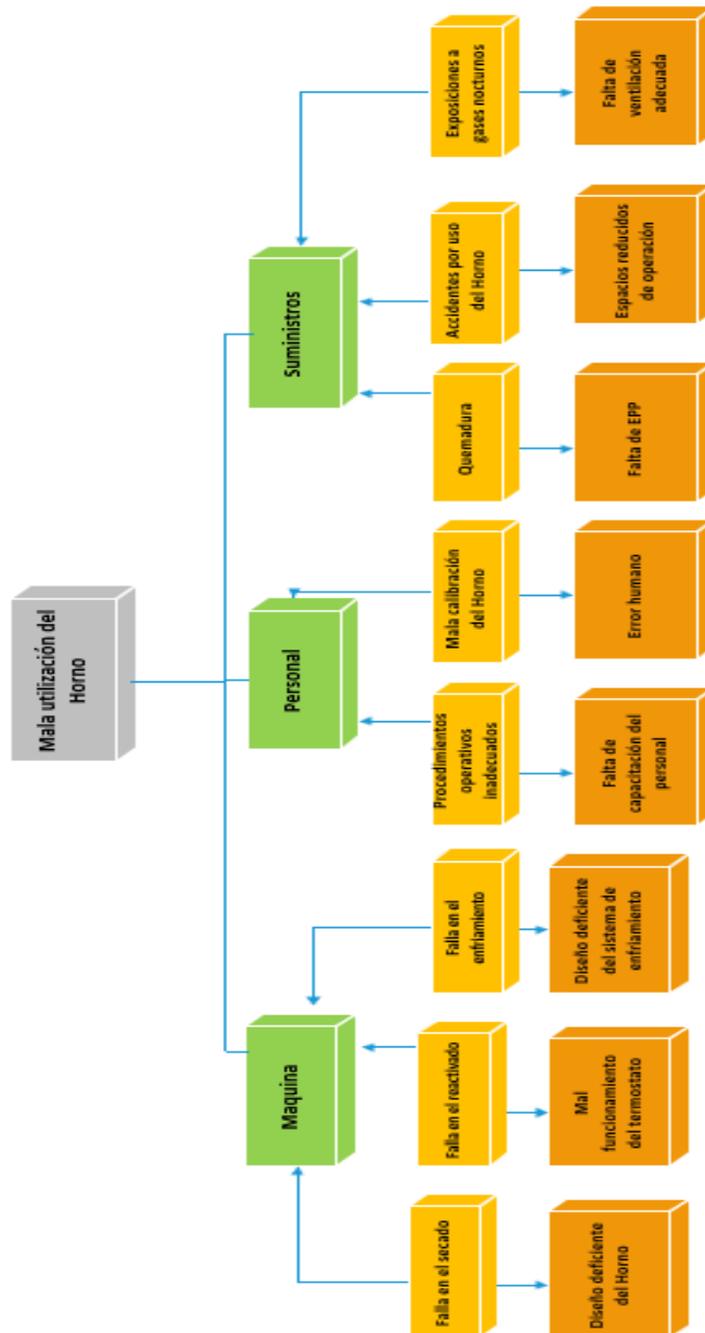


Ilustración 82: Árbol de fallas Mala utilización del horno.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis AMEF.

En base al análisis realizado mediante el árbol de fallas, se desarrolló una tabla AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos) para determinar el Número de Riesgos Prioritarios (NPR) de cada falla identificada.

Tabla AMEF					
Compra de un Horno multifuncional					
Efecto	Severidad	Causa	Probabilidad	Controles	Detectabilidad
Falla en el secado	10	Diseño deficiente del horno	5	No hay	10
Falla en el reactivado	10	Mal funcionamiento del termostato	5	No hay	10
Falla en el enfriamiento	10	Diseño deficiente del sistema de enfriamiento	5	No hay	10
Procedimientos operativos inadecuados	6	Falta de capacitación del personal	8	No hay	10
Mala calibración del horno	7	Error humano	5	No hay	10
Quemaduras	7	Falta de EPP	4	No hay	10
Accidentes por uso del horno	7	Espacios reducidos de operación	3	No hay	10
Exposiciones a gases nocivos	6	Falta de ventilación adecuada	4	No hay	10

Tabla 55: Análisis AMEF Compra de un horno multifuncional.

Fuente: Elaboración propia.

Efecto	NPR
Falla en el secado	500
Falla en el reactivado	500
Falla en el enfriamiento	500
Procedimientos operativos inadecuados	480
Mala calibración del horno	350
Quemaduras	280
Accidentes por uso del horno	210
Exposiciones a gases nocivos	240
Total	3060

Tabla 56: NPR Compra de un horno multifuncional.

Fuente: Elaboración propia.

El análisis NPR demuestra que existen fallas con un riesgo alto debido a que el proceso del horno es nuevo y no se ha implementado anteriormente en el taller, lo que implica una falta de experiencia y conocimiento sobre su operación. Esta falta de antecedentes dificulta la identificación y control de posibles fallas desde el inicio. Además, la implementación del horno requiere un proceso de capacitación exhaustiva del personal, lo cual introduce una fase de aprendizaje y adaptación que incrementa el riesgo de errores y fallos operativos hasta que el equipo adquiera las competencias necesarias.

Análisis costo beneficio.

Los costos fijos para la propuesta serían los siguientes.

El horno tiene un valor en Nicaragua con costo de instalación y capacitación del personal de \$ 17,200.00, para la compra de este horno, el taller Calzado Levi se miraría en la necesidad de realizar un préstamo y se estimó una tasa del 17.5%, quedando así, la siguiente amortización anual:

Tabla de Amortización del préstamo para la compra del Horno.				
Año	Cuota	Capital	Intereses	Saldo
0				C\$ 631,240.00
1	C\$ 199,575.04	C\$ 89,108.04	C\$ 110,467.00	C\$ 542,131.96
2	C\$ 199,575.04	C\$ 104,701.95	C\$ 94,873.09	C\$ 437,430.01
3	C\$ 199,575.04	C\$ 123,024.79	C\$ 76,550.25	C\$ 314,405.22
4	C\$ 199,575.04	C\$ 144,554.13	C\$ 55,020.91	C\$ 169,851.10
5	C\$ 199,575.04	C\$ 169,851.10	C\$ 29,723.94	C\$ -
	Amortización	C\$ 199,575.04		

Tabla 57: Depreciación anual del horno.

Fuente: Elaboración propia.

N° de Trabajadores	Cargos	Semanal	Día	Mensual	Anual
2	Alistadores	C\$ 1,500.00	C\$ 214.29	C\$ 12,857.14	C\$ 154,285.71
3	Montadores	C\$ 2,000.00	C\$ 285.71	C\$ 25,714.29	C\$ 308,571.43
1	Pasado	C\$ 1,300.00	C\$ 185.71	C\$ 5,571.43	C\$ 66,857.14
1	Empacador	C\$ 1,200.00	C\$ 171.43	C\$ 5,142.86	C\$ 61,714.29
3	Operadores	C\$ 1,600.00	C\$ 228.57	C\$ 20,571.43	C\$ 246,857.14
Costos de mano de Obra				C\$ 69,857.14	C\$ 838,285.71

Tabla 58: Costos Mano de Obra, compra de un horno.

Fuente: Elaboración propia.

Costos indirectos	Mensual	Anual
Pago de Luz	C\$ 25,000.00	C\$ 300,000.00
Recarga	C\$ 1,000.00	C\$ 12,000.00
Utilería	C\$ 1,000.00	C\$ 12,000.00
Bolsas	C\$ 200.00	C\$ 2,400.00
Impuesto	C\$ 350.00	C\$ 4,200.00
Basura	C\$ 50.00	C\$ 600.00
Costo Total CIF	C\$ 27,600.00	C\$ 331,200.00

Tabla 59: CIF compra de un horno.

Fuente: Elaboración propia.

Bajo este escenario, el costo fijo sería el siguiente:

$$\text{Costos fijos} = \text{C\$ } 199,575.04 + \text{C\$ } 838,285.71 + \text{C\$ } 331,200.00$$

$$\text{Costos fijos} = \text{C\$ } 1,369,060.75$$

El costo variable sería el siguiente:

Se toma el costo unitario por par C\$= 285.00 (Ver sección costos de producción), y se multiplica por la capacidad indicada.

$$\text{Costo materia prima} = \text{C\$ } 285.00 * 13,008$$

$$\text{Costo materia prima} = \text{C\$ } 3,707,280.00$$

Los ingresos del taller Calzado Levi, están detallados en la siguiente tabla.

Margen de contribución Taller Calzado Levi, Compra de un horno.	
Capacidad	13,008
Precio Venta	C\$ 550.00
Ventas Netas	C\$ 7,154,400.00
Costo de ventas	C\$ 3,707,280.00
Margen de contribución	C\$ 3,447,120.00
	48%

Tabla 60: Margen de contribución compra de un horno multifuncional.
Fuente: Elaboración propia.

Con esta información, se determinó el MC (Margen de contribución) que tiene cada par de zapatos para el taller Calzado Levi con la propuesta de la compra de un horno multifuncional.

$$MC = C\$ 7,154,400.00 - C\$ 3,707,280.00$$

$$MC = C\$ 3,447,120.00$$

El margen de contribución de la capacidad propuesta con el horno es de C\$ 3,447,120.00 lo que equivale a un 48 %.

$$MCU = \frac{C\$ 3,447,120.00}{13,008}$$

$$MCU = C\$ 265.00$$

El margen de contribución unitario dio un resultado de C\$ 265.00, lo que quiere decir que, por cada par de zapato vendido, este le brinda un margen de contribución bruto al taller de 265.00 córdobas.

Concepto	MCU	Demanda	Margen de contribución	Costo Fijo
Actual	C\$ 265.00	8,672	C\$ 2,298,080.00	C\$ 613,714.29
Mejora	C\$ 265.00	13,008	C\$ 3,447,120.00	C\$ 1,369,060.75
Delta	C\$ -	4336	C\$ 1,149,040.00	C\$ 755,346.47
Utilidad adicional			C\$ 393,693.53	

Tabla 61: Margen de Utilidad/ Compra de un Horno multifuncional.
Fuente: Elaboración propia.

El delta de la mejora con la compra del horno nos daría como resultado:

$$\Delta Mej = C\$ 1,149,040.00 - C\$ 755,346.47$$

$$\Delta Mej = C\$ 393,693.53$$

El análisis de costo-beneficio realizado para la inversión en la compra del horno multifuncional indica que, a corto plazo, específicamente en el plazo de un año, la inversión generaría una utilidad adicional de C\$ 393,693.53.

4.3 Apertura de un segundo turno en el taller.

Dado que el taller de Calzado Levi cuenta con un EGE (Eficiencia General de los Equipos) del 21%, se ha identificado una oportunidad para mejorar el % de utilización, siendo esta la apertura de un segundo turno. Esta estrategia permitiría aumentar la capacidad productiva, al operar en un horario extendido, Calzado Levi podrá incrementar su producción diaria optimizar el uso de los recursos disponibles y reducir los tiempos de inactividad de los equipos.

El EGE, con los dos turnos es el siguiente:

Jornada laboral Calzado Levi	
Anual	Horas
Semana	96
Mes	416
Total Horas laboradas anuales	4992
Total Horas Disponibles anuales	8760
Disponibilidad	57%

Tabla 62: Disponibilidad Taller Calzado Levi- 2 turnos.

Fuente: Elaboración propia.

Se toma el rendimiento y la calidad que están detalladas en el SCOR dentro del cálculo del EGE, ya que únicamente cambiaría la disponibilidad en el taller.

Rendimiento	74%
Calidad	100%

Tabla 63: Rendimiento/Calidad Taller Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

EGE	Utilización* Rendimiento* Calidad
EGE =	42 %

Con esta propuesta, el beneficio en el EGE general es que se duplica el porcentaje general y la disponibilidad del equipo, además de tener un efecto en la capacidad de producción de taller.

Nota: Se debe tomar en cuenta que el indicador de la calidad, fue tomado de una muestra de 1 semana en donde la producción del taller salió sin unidades defectuosas.

La capacidad del taller con los 2 turnos de 8 horas sería la siguiente:

N° colaboradores	Cargo	N° horas por día	Días a la semana	N° semanas	Total Horas Disponibles	Horas / días feriados	Vacaciones	Total Horas Laboradas
2	Alistadores	8	6	52	4,992	176	480	4,336
3	Montadores	8	6	52	7,488	264	720	6,504
1	Pasador	8	6	52	2,496	88	240	2,168
1	Empacador	8	6	52	2,496	88	240	2,168

Tabla 64: Horas disponible por puesto 2 turnos Taller Calzado Levi.

Fuente: Elaboración propia.

Proceso	Personal a cargo	Tasa de salida Real u/h	Cantidad de Horas disponibles	Producción anual Según capacidad actual del taller
Corte de cuero	Alistadores	10	4,336	43,360
Desbastado	Alistadores	30	4,336	130,080
Calado	Alistadores	48	4,336	208,128
Corte de Forro	Alistadores	30	4,336	130,080
Cosido de moldes	Alistadores	15	4,336	65,040
Corte plantilla pegado a la suela	Montadores	40	6,504	260,160
Montado	Montadores	4	6,504	26,016
Preparar la suela para pegado	Montadores	15	6,504	97,560
Tiempo de espera secado de la pega	Montadores	4	6,504	26,016
Pegado en caliente	Montadores	14	6,504	91,056
Prensado	Montadores	42	6,504	273,168
Tiempo de espera enfriamiento del calzado	Montadores	14	6,504	91,056

Pasado de suela	Pasador	90	2,168	195,120
Empacado	Empacador	30	2,168	65,040

Tabla 65: Producción anual por puesto con 2 turnos.

Fuente: Elaboración propia.

Capacidad con la apertura de un segundo turno	Unidades	Pares	Capacidad actual	Pares
Anual	26,016	13,008	Anual	8,672
Mensual	2,168	1,084	Mensual	723
Semanal	500	250	Semanal	167
Día	83	42	Día	28

Tabla 66: Capacidad del taller con dos turnos.

Fuente: Elaboración propia.

La capacidad anual del taller operando con 2 turnos sería de 13,008.00 pares.

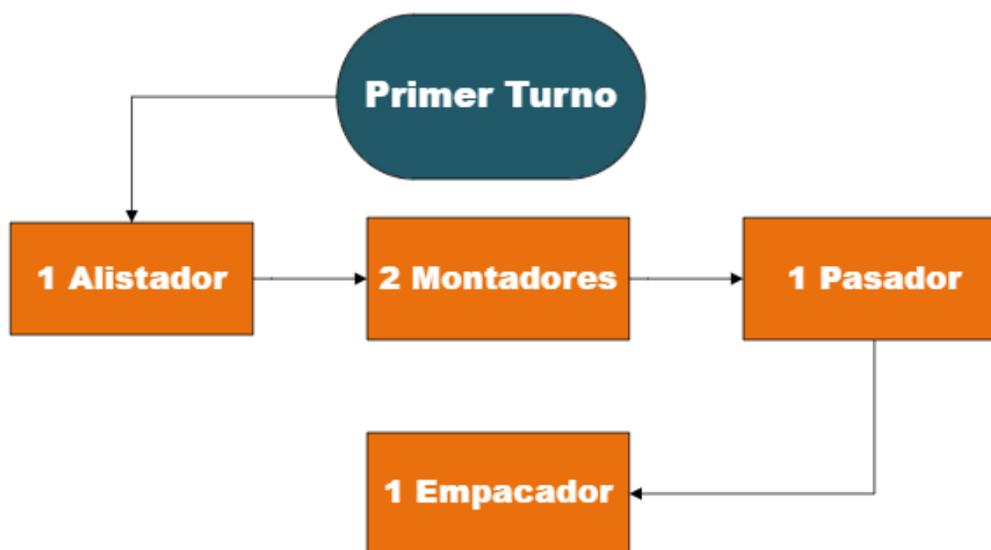


Ilustración 83: Distribución del personal del turno de día.

Fuente: Elaboración propia.

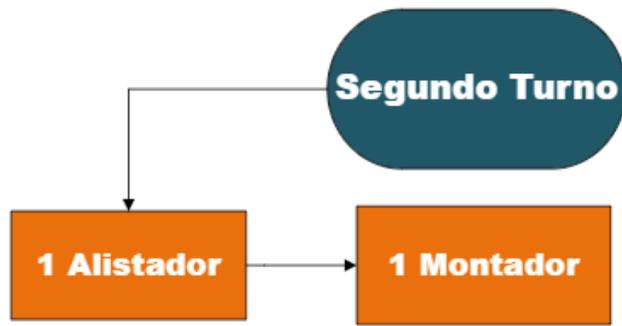


Ilustración 84: Distribución del segundo turno.
Fuente: Elaboración propia.

Árbol de fallas.

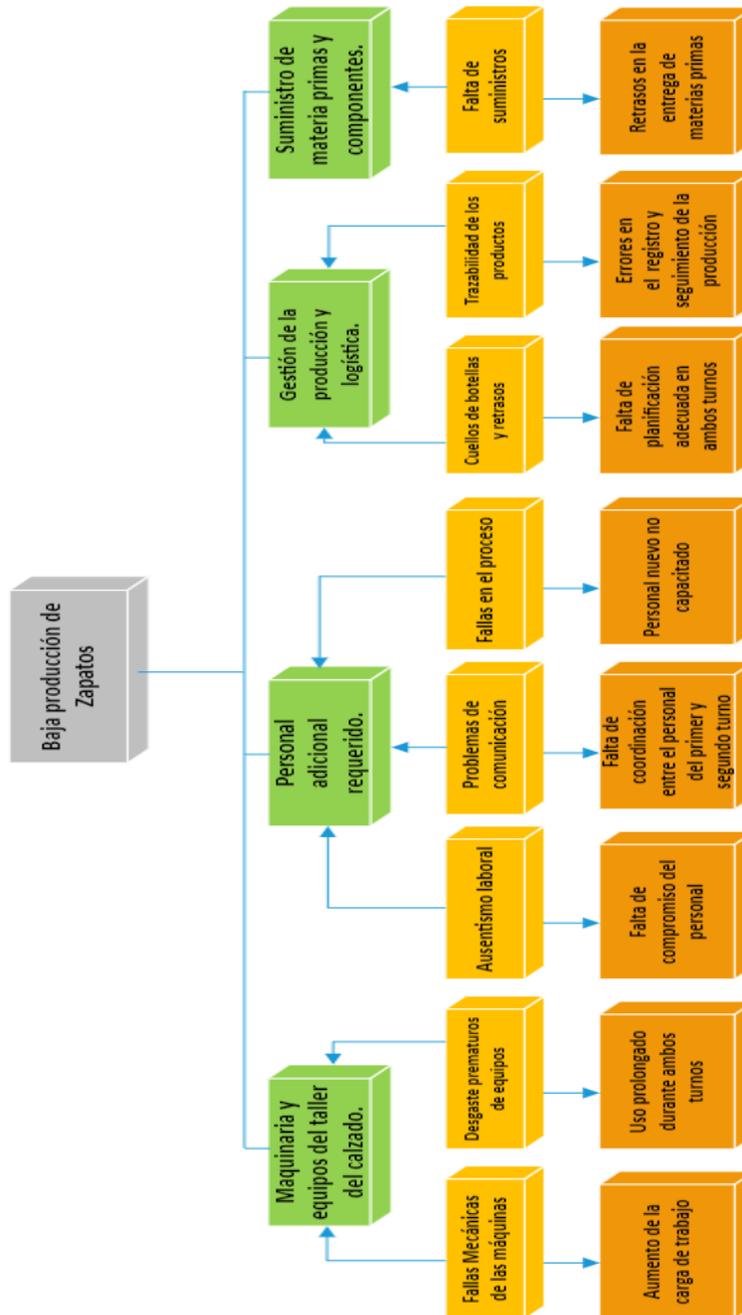


Ilustración 85: Árbol de fallas/ turnos.

Fuente: Elaboración propia.

Análisis AMEF.

En base al análisis realizado mediante el árbol de fallas, se desarrolló una tabla AMEF (Análisis Modal de Efectos y Fallos) para determinar el Número de Riesgos Prioritarios (NPR) de cada falla identificada.

Posteriormente, se utilizó un diagrama de Pareto para visualizar y priorizar las fallas según sus NPR, lo que ayudó a enfocar los esfuerzos en las causas que generan los mayores riesgos. Con esta información, se elaboró un plan de acción específico para abordar los efectos y fallas más críticos.

Tabla AMEF					
Turno Adicional					
Efecto	Severidad	Causa	Probabilidad	Controles	Detectabilidad
Falla mecánica de las máquinas	10	Aumento de la carga de trabajo	2	Revisión rutinaria del equipo	1
Desgaste prematuros de equipos	6	Uso prolongado durante ambos turnos	3	Inspección de la máquina al final de la jornada	5
Ausentismo laboral	10	Falta de compromiso del personal	5	No hay	10
Problemas de comunicación	5	Falta de coordinación entre el personal del primer y segundo turno	4	Hoja de trabajo	5
Fallas en el proceso	7	Personal no capacitado	6	No hay	10
Cuellos de botellas y retrasos	7	Falta de planificación adecuada de ambos turnos	4	No hay	10
Trazabilidad de los productos	4	Errores en el registro y seguimiento de la producción	2	Registro diario de producción	6
Falta de suministros	7	Retrasos en la entrega de materias primas	3	Estándar de tiempo de entrega	1

Tabla 67: Tabla AMEF Turno adicional.

Fuente: Elaboración propia.

Efecto	NPR	%	% acumulado
Ausentismo laboral	500	34%	34%
Fallas en el proceso	420	28%	62%
Cuellos de botellas y retrasos	280	19%	81%
Problemas de comunicación	100	7%	88%
Desgaste prematuros de equipos	90	6%	94%
Trazabilidad de los productos	48	3%	97%
Falta de suministros	21	1%	99%
Falla mecánica de las máquinas	20	1%	100%
Total	1479		

Tabla 68: NPR Turno adicional.
Fuente: Elaboración propia.

Análisis de Pareto NPR.

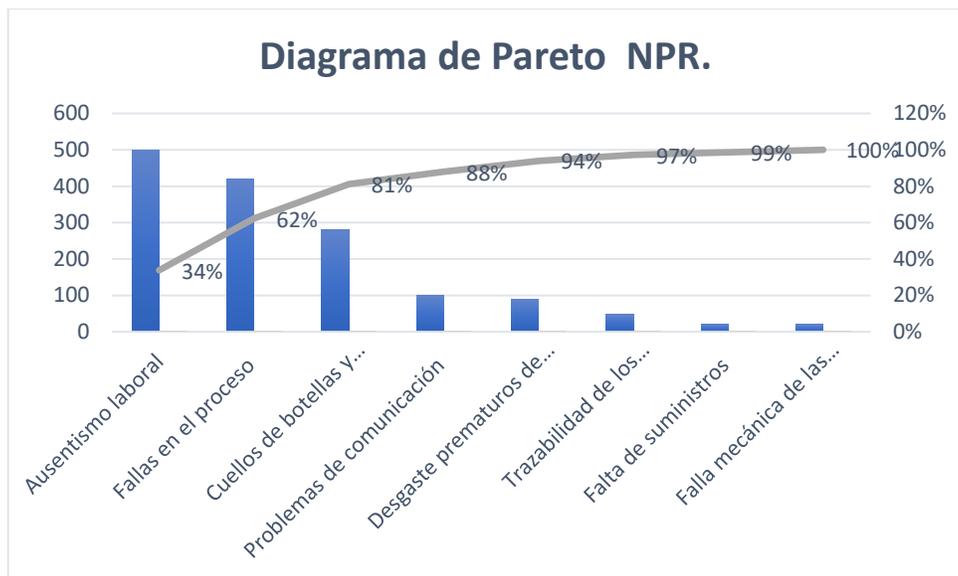


Ilustración 86: Diagrama de Pareto Turno adicional.
Fuente: Elaboración propia.

Plan de acción.

Listado de Fallas Prioritarias:

Una vez que se realizó el Diagrama de Pareto de los NPR, se determinó que los efectos más relevantes dentro de la propuesta serían:

- Ausentismo laboral (500) —————> Alto riesgo de falla.
- Fallas en el proceso (420) —————> Riesgo de falla medio.
- Cuellos de botellas y retrasos (280) —————> Riesgo de falla medio.

Siendo las fallas principales:

- Falta de compromiso del personal.
- Personal poco capacitado.
- Falta de planificación adecuada de ambos turnos

Acciones Propuestas:

- **Control de asistencia:**

Tomar la asistencia en ambos turnos del taller durante una semana (Prueba piloto).

Responsable: Supervisores de turnos.

Recursos necesarios.

- Rol impreso de asistencia.
- Lapicero.

Plazo:

Una semana, aplicar el control de asistencia diario para ambos turnos.

- **Capacitación del personal:**

Desarrollar e implementar un plan de capacitación integral para el nuevo personal del segundo turno en el taller de calzado, con el objetivo de asegurar que todos los empleados comprendan sus roles y responsabilidades, las prácticas de seguridad, y los procedimientos operativos del taller.

Responsable: Dueño del taller y supervisores de los turnos.

Recursos Necesarios:

- Materiales de capacitación (manuales, guías rápidas, videos instructivos).
- Espacio adecuado para realizar las sesiones de capacitación.
- Equipos y herramientas necesarias para la capacitación práctica.
- Personal experimentado para actuar como instructores y mentores.

Plazo:

Una semana, proceso introductorio del nuevo personal.

- **Planificación de los dos turnos.**

Desarrollar e implementar un plan de turnos que optimice la operación del taller de calzado, asegurando una distribución equilibrada del personal y recursos entre los dos turnos, con el objetivo de maximizar la eficiencia y la producción, así como mejorar las condiciones laborales de los empleados.

Responsable: El dueño del taller.

Recursos Necesarios:

- Rol de cada integrante del personal
- Datos de producción y necesidades operativas.
- Información sobre disponibilidad y preferencias del personal.
- Espacio para reuniones y sesiones de planificación.

Plazo:

Permanente, tomar nota de los requerimientos de la producción para programar ambos turnos.

Análisis costo-beneficio.

Los costos fijos para la propuesta serían los siguientes.

N° de Trabajadores	Cargos	Semanal	Día	Mensual	Anual
2	Alistadores	C\$ 1,500.00	C\$ 214.29	C\$ 12,857.14	C\$ 154,285.71
3	Montadores	C\$ 2,000.00	C\$ 285.71	C\$ 25,714.29	C\$ 308,571.43
1	Pasador	C\$ 1,300.00	C\$ 185.71	C\$ 5,571.43	C\$ 66,857.14
1	Empacador	C\$ 1,200.00	C\$ 171.43	C\$ 5,142.86	C\$ 61,714.29
Costos de mano de Obra				C\$ 49,285.71	C\$ 591,428.57

Tabla 69: Costos fijos/ M.O. 2 turnos.

Fuente: Elaboración propia.

Costos indirectos	Mensual	Anual
Pago de Luz	C\$ 5,000.00	C\$ 60,000.00
Recarga	C\$ 1,000.00	C\$ 12,000.00
Utilería	C\$ 1,000.00	C\$ 12,000.00
Bolsas	C\$ 150.00	C\$ 1,800.00
Impuesto	C\$ 350.00	C\$ 4,200.00
Basura	C\$ 50.00	C\$ 600.00
Costo total CIF	C\$ 7,550.00	C\$ 90,600.00

Tabla 70: Costos fijos/ CIF 2 turnos.

Fuente: Elaboración propia.

Bajo este escenario el total de los costos fijos sería:

$$\text{Costos fijos} = \text{C\$ } 591,428.57 + \text{C\$ } 90,600.00$$

$$\text{Costos fijos} = \text{C\$ } 682,028.57$$

Los costos variables serían los siguientes:

Costo Materia prima unitario= C\$ 285.00 (Ver sección Costos de producción).

Costo Materia prima para la propuesta:

$$\text{Costo Materia Prima} = \text{Capacidad} * \text{Costo Materia prima unitario.}$$

Ecuación 35: Costo Materia Prima Apertura de un turno adicional.

Fuente: Elaboración propia.

$$\text{Costo Materia Prima} = 13,008 * \text{C\$ } 285.00$$

$$\text{Costo Materia Prima} = \text{C\$ } 3,707,280.00$$

Los ingresos del taller Calzado Levi, están detallados en la siguiente tabla.

Margen de contribución Taller Calzado Levi con 2 turnos	
Capacidad	13,008
Precio Venta	C\$ 550.00
Ventas Netas	C\$ 7,154,400.00
Costo de ventas	C\$ 3,707,280.00
Margen de contribución	C\$ 3,447,120.00
	48%

Tabla 71: Margen de contribución con 2 turnos en el taller.

Fuente: Elaboración propia.

Con esta información, se determinó el MC (Margen de contribución) que tiene cada par de zapatos para el taller Calzado Levi con la propuesta de la apertura de un segundo turno en el taller.

$$MC = C\$ 7,154,400.00 - C\$ 3,707,280.00$$

$$MC = C\$ 3,447,120.00$$

El margen de contribución de la capacidad propuesta con el horno es de C\$ 3,794,800.00 lo que equivale a un 48 %.

$$MCU = \frac{C\$ 3,447,120.00}{13,008}$$

$$MCU = C\$ 265.00$$

El margen de contribución unitario dio un resultado de C\$ 265.00, lo que quiere decir que, por cada par de zapato vendido, este le brinda un margen de contribución bruto al taller de 265.00 córdobas.

Concepto	MCU	Demanda	Margen de contribución	Costo Fijo
Actual	C\$ 265.00	8,672	C\$ 2,298,080.00	C\$ 613,714.29
Mejora	C\$ 265.00	13,008	C\$ 3,447,120.00	C\$ 682,028.57
Delta	C\$ -	4,336	C\$ 1,149,040.00	C\$ 68,314.29
Utilidad adicional			C\$ 1,080,725.71	

Tabla 72: Margen de Utilidad/ Apertura de un segundo turno.

Fuente: Elaboración propia.

El delta de la mejora con la compra del horno nos daría como resultado:

$$\Delta Me_j = C\$ 1,149,040.00 - C\$ 68,314.29$$

$$\Delta Me_j = C\$ 1,080,725.71$$

El análisis de costo-beneficio realizado para la inversión en la apertura de un segundo turno en el taller, generaría una utilidad adicional de C\$ 1,080,725.71 anualmente.

4.4 Matriz impacto-Esfuerzo

Se propuso 3 iniciativas de mejora para el proceso de producción del calzado, de las cuales una vez realizando los análisis pertinentes se llegó a las siguientes conclusiones.

Implementar pegamentos de secado rápido.

Para esta iniciativa, el esfuerzo necesario es relativamente bajo en términos de costos, ya que la diferencia de precios entre los pegamentos comúnmente utilizados en el taller y los pegamentos de secado rápido propuestos no es significativa. Sin embargo, al realizar las pruebas de campo, se determinó que el impacto fue nulo, al implementar los nuevos pegamentos con tiempos de secado más cortos, el calzado no lograba ensamblarse de forma correcta y no era compatible con algunos tipos de suela, por lo tanto, no se logró alcanzar el objetivo de reducir los tiempos de producción.

Compra de Horno para secado y enfriado de calzado.

La implementación de esta iniciativa implica una inversión significativa en la compra e instalación del equipo, así como en la formación del personal para su operación, aunque requiere un esfuerzo considerable, el impacto esperado es sustancial. El horno multifuncional tiene el potencial de centralizar varias etapas del proceso de fabricación, lo que reduciría los tiempos de espera y aumentaría la eficiencia operativa. Además, al eliminar la necesidad de equipos separados para cada etapa, se podrían reducir los costos de mantenimiento y operación a largo plazo.

Apertura de un segundo turno.

La propuesta de abrir un segundo turno en el taller de Calzado Levi se clasifica como de esfuerzo medio y alto impacto en la matriz impacto-esfuerzo. Implementar esta iniciativa requiere una inversión en la contratación y capacitación de nuevo personal, lo que incluye procesos de selección, formación especializada y la

integración de los nuevos empleados en el equipo existente. Además, será necesario adaptar los horarios de operación, lo que implica una reorganización logística para asegurar la continuidad y coordinación entre los turnos, sin embargo, contratar y capacitar al personal es menos complejo que comprar una máquina, instalar y contratar personal capacitado para operar el horno.

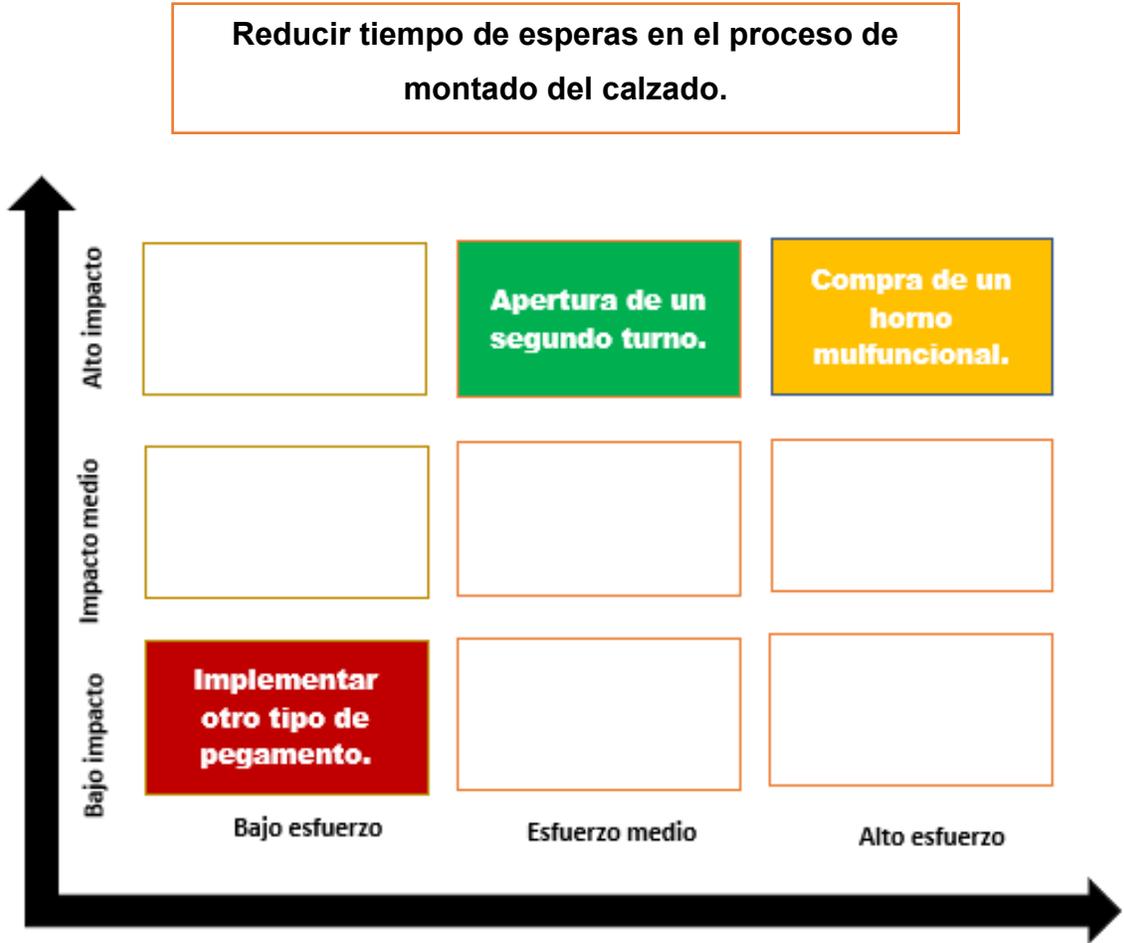


Ilustración 87: Matriz Impacto Esfuerzo.

Fuente: Elaboración propia.

Inversion y utilidades, Actual-Propuestas.							
Escenario	Inversion Total	Capacidad	M.C.U	Margen de contribucion	Costos Fijos	Utilidad	Utilidad adicional
Actual	C\$3,852,534.29	C\$ 8,672.00	C\$ 265.00	C\$ 2,298,080.00	C\$ 613,714.29	C\$1,684,365.71	-
Cambio de tipo de pega	C\$3,093,906.29	C\$13,008.00	C\$ 264.00	C\$ 2,289,408.00	C\$ 613,714.29	C\$1,675,693.71	-C\$ 8,672.00
Compra de un horno multifuncional	C\$5,076,340.75	C\$13,008.00	C\$ 265.00	C\$ 3,447,120.00	C\$1,369,060.75	C\$2,078,059.25	C\$ 393,693.53
Apertura de un segundo turno	C\$4,389,308.57	C\$13,008.00	C\$ 265.00	C\$ 3,447,120.00	C\$ 682,028.57	C\$2,765,091.43	C\$1,080,725.71

Tabla 73: Utilidad Adicional de las propuestas.
Fuente: Elaboración propia.

Una vez, habiendo realizado el análisis costo beneficio de las dos propuestas, se determinó que la propuesta que es más económicamente viable, es la apertura de un segundo turno, primero, porque tiene una utilidad adicional mayor que la compra del horno multifuncional, segundo, porque para la compra del horno es evidente que se tendría que hacer un préstamo lo que reduce la utilidad debido a la amortización del préstamo, además de, implicar un riesgo de capital alto, porque tendrían que vender una gran cantidad de calzados para justificar la inversión del horno a largo plazo.

5. Etapa Controlar.

Una vez que se realizó el análisis se determinó que la opción más rentable para el taller de Calzado Levi, es la implementación de un turno adicional en el taller, para esto, se elaboró un plan de acción retomando el Pareto realizado para el NPR de esta propuesta, en donde se incluyen los indicadores.

Control de asistencia:

Llevar una política de asistencia claramente definida la cual sea justa y comprensible para todos los colaboradores del taller, definir un rol de asistencia el cual será llenado y firmado por cada uno de los trabajadores.

Responsable: Dueño del taller.

Recursos Necesarios:

- Rol de asistencia impreso.
- Lapicero.

Plazo:

Permanente, aplicar el control de asistencia diario para ambos turnos.

Indicador de Éxito:

Porcentaje semanal de asistencia de los colaboradores del taller.

Implementación del Plan:

Cronograma General:

Control de Asistencias	
Actividades	
Mes 1: Planificación y preparación	
Semana 1 y 2	Semana 3 y 4
Objetivos: -Establecer los objetivos específicos del control de asistencia. -Definir el alcance y los procesos que se verían afectados.	Objetivos: -Evaluar diferentes sistemas de control de asistencias (biométricos, software digital, manual). -Elegir el sistema más adecuado para el taller.
Mes 2: Adquisición y Configuración del Sistema	
Semana 1 y 2	Semana 3 y 4
-Adquirir equipos y software necesarios (si se desea llevar este control de forma digital).	-Configurar el software de asistencia (creación de rol de asistencia).
Mes 3: Pruebas piloto y capacitación	
Semana 1 y 2	Semana 3 y 4
-Realizar pruebas piloto del con los empleados -Recoger feedback y hacer ajustes necesarios.	-Capacitación del personal para adaptarlos a este control de asistencia y hacerlo parte de la rutina diaria. -manuales de usuario y guías rápidas (si se desea llevar un control biométrico o digital).
Mes 4: Implementación Gradual	
Semana 1 y 2	Semana 3 y 4
-Inicio de Implementación -Implementar el sistema de control de asistencia dentro del taller.	-Continuar monitoreando y ajustando el control sea necesario.
Mes 5: Monitoreo y Ajustes	
Semana 1 y 2	Semana 3 y 4
-Monitoreo continuo. -Realizar un seguimiento continuo del sistema de asistencia. -Recoger datos y analizar el impacto en la asistencia laboral.	-Ajuste y mejoras -Hacer ajustes basados en el análisis de datos y feedback de los empleados. -Resolver cualquier problema técnico o de usabilidad. (Si se lleva de forma digital).
Mes 6: Evaluación y optimización	
Semana 1 y 2	
-Evaluación Inicial -Evaluar los resultados iniciales del sistema de control de asistencia. -Comparar los datos de asistencia antes y después de la implementación.	

Tabla 74: Cronograma de ejecución/Control de asistencia.

Fuente: Elaboración propia.

Capacitación del personal:

Desarrollar e implementar un plan de capacitación integral para el nuevo personal del segundo turno en el taller de calzado, con el objetivo de asegurar que todos los empleados comprendan sus roles y responsabilidades, las prácticas de seguridad, y los procedimientos operativos del taller.

Responsable: Dueño del taller supervisores de los turnos.

Recursos Necesarios:

- Materiales de capacitación (manuales, guías rápidas, videos instructivos).
- Espacio adecuado para realizar las sesiones de capacitación.
- Equipos y herramientas necesarias para la capacitación práctica.
- Personal experimentado para actuar como instructores y mentores.

Plazo:

- **Semana 1:** Planificación y desarrollo de los materiales de capacitación.
- **Semana 2-3:** Selección y capacitación de instructores y mentores.
- **Semana 4-5:** Implementación de la capacitación teórica.
- **Semana 6-7:** Capacitación práctica en el taller.
- **Semana 8:** Evaluación y ajuste del plan de capacitación.

Indicador de Éxito:

Asistencia y Participación: Monitorear la asistencia y participación activa en las sesiones de capacitación.

Evaluaciones Teóricas y Prácticas: Realizar evaluaciones para medir el conocimiento y habilidades adquiridas.

Implementación del Plan:**Cronograma General:**

Capacitación del personal	
Actividades	
Semana 1	
1. Introducción y bienvenida	
<ul style="list-style-type: none"> -Presentación de la empresa, su misión, visión y valores. -Explicación de la estructura organizativa y operacional. 	
Semana 2-3	
2. Capacitación Teórica	
<ul style="list-style-type: none"> -Políticas y procedimientos del taller. -Uso adecuado de equipos y herramientas. -Procedimientos operativos estándar. 	
Semana 4-5	
3. Capacitación practica	
<ul style="list-style-type: none"> -Prácticas supervisadas en estaciones de trabajo específicas. -Simulaciones de escenarios operativos y resolución de problemas. -Manejo y mantenimiento básico de maquinaria. 	
Semana 6-7	
4. Mentoría y seguimiento	
<ul style="list-style-type: none"> -Asignación de un mentor experimentado para cada nuevo empleado. -Sesiones regulares de feedback y seguimiento del desempeño. -Resolución de dudas y apoyo en la adaptación al turno y ritmo de trabajo. 	
Semana 8	
5. Evaluación y mejora continua	
<ul style="list-style-type: none"> -Revisión Mensual: Reuniones mensuales para revisar el progreso y realizar ajustes necesarios. -Encuestas de Satisfacción: Encuestas periódicas para medir la satisfacción del personal con el proceso de capacitación. -Actualización de Materiales: Actualizar los materiales de capacitación basados en las necesidades y feedback recibidos. 	
Indicador de éxito	<ul style="list-style-type: none"> Asistencia y Participación: Monitorear la asistencia y participación activa en las sesiones de capacitación. Evaluaciones Teóricas y Prácticas: Realizar evaluaciones para medir el conocimiento y habilidades adquiridas.

Tabla 75: Cronograma de ejecución/ Capacitación del personal.

Fuente: Elaboración propia.

Planificación de los dos turnos.

Desarrollar e implementar un plan de turnos que optimice la operación del taller de calzado, asegurando una distribución equilibrada del personal y recursos entre los

dos turnos, con el objetivo de maximizar la eficiencia y la producción, así como mejorar las condiciones laborales de los empleados.

Responsable: El dueño del taller y los supervisores de los turnos.

Recursos Necesarios:

- Herramientas de gestión de personal (software de planificación de turnos para llevarlos digitalmente si se desea).
- Datos de producción y necesidades operativas.
- Información sobre disponibilidad y preferencias del personal.
- Espacio para reuniones y sesiones de planificación.

Plazo:

Semana 1: Recopilación de datos y análisis de necesidades.

Semana 2-3: Desarrollo del plan de turnos.

Semana 4: Presentación y ajustes del plan.

Semana 5: Implementación y comunicación del plan.

Semana 6 y posteriores: Monitoreo y ajustes continuos.

Implementación del Plan:

Cronograma General:

Planificación de los dos turnos	
Actividades	
Semana 1	
1. Recopilación de datos y análisis de necesidades	
<ul style="list-style-type: none"> -Recoger datos de producción, horarios actuales y demandas operativas -Analizar las capacidades y habilidades del personal -Evaluar las necesidades de cada área del taller 	
Semana 2-3	
2. Desarrollo del plan de turnos	
<ul style="list-style-type: none"> -Crear un borrador del plan de turnos basado en los datos recopilados -Asegurar una distribución de trabajo equitativa del personal entre los turnos -considerar las preferencias y restricciones del personal (disponibilidad, descansos, etc.) 	
Semana 4	
3. Presentación y Ajustes del plan	
<ul style="list-style-type: none"> -Presentar el plan de turnos al personal. -Recoger feedback y sugerencias de ajustes -Realizar las modificaciones necesarias para atender las preocupaciones y mejorar la eficiencia 	
Semana 5	
4. Implementación y comunicación del plan	
<ul style="list-style-type: none"> -Comunicar oficialmente el plan de turnos a todo el personal -Proveer copias del horario de turnos a cada empleado -Asegurar que todos los empleados comprendan sus horarios y responsabilidades 	
Semana 6 y posteriores	
5. Monitoreo y ajustes continuos	
<ul style="list-style-type: none"> -Realizar un seguimiento del rendimiento y la eficiencia operativa bajo el nuevo plan de turnos -Recoger datos y feedback sobre la implementación del plan -hacer ajustes necesarios para resolver problemas y mejorar la operatividad 	
Indicador de éxito	<p>Eficiencia de Producción: Evaluar la eficiencia de producción y si se cumplen las metas de producción.</p> <p>Satisfacción del Personal: Medir la satisfacción del personal con el nuevo esquema de turnos.</p> <p>Reducción de Incidencias: Monitorear la reducción de incidencias y problemas operativos relacionados con la planificación de turnos.</p>

Tabla 76: Cronograma de ejecución/ Planeación de los turnos.

Fuentes: Elaboración propia.

IX. Conclusiones.

Luego de analizar los datos aplicando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) a lo largo de este estudio, se ha demostrado que la metodología DMAIC proporciona una estructura eficaz para identificar áreas de oportunidad, recopilar y analizar datos relevantes, que ayudan a desarrollar soluciones o propuestas de medidas de control para garantizar mejoras.

Durante el estudio del taller de Calzado Levi se han detectado debilidades significativas, particularmente en relación con el registro manual de información, lo cual ha obstaculizado la documentación precisa necesaria para el desarrollo de la presente tesis.

Luego de la recolección de datos del taller calzado Levi, se identificó que el proceso de montando es una de las debilidades del proceso, ya que tiene un mayor tiempo con respecto a los otros procesos, así mismo, se determinó que el tiempo de secado de la pega tiene un mayor impacto en la producción de calzado ya que es el proceso más tardado dentro del taller, se elaboraron tres propuestas de mejora las cuales son cambio del tipo de pega, compra de un horno multifuncional y la apertura de un segundo turno en el taller.

Una vez evaluadas las tres propuestas de mejora, se determinó que la opción más rentable era la apertura de un turno adicional, siendo esta la que presentaba el mejor delta económico de las tres propuestas. Basándose en los datos recolectados, se calculó que la eficiencia general del equipo (EGE) actual era del 21%, lo cual sugiere que el taller tiene margen para mejorar su tiempo de actividad operativa, considerando que están trabajando con un rendimiento medio de su máxima capacidad y que la producción se realiza sin defectos, se estimó que, mediante la introducción de un turno adicional, el taller podría duplicar este porcentaje. Con estos hallazgos, se elaboró un plan de acción detallado para la ejecución de la propuesta, destacando que la implementación de un segundo turno de trabajo es una estrategia viable y rentable para mejorar la eficiencia del taller, aumentar su capacidad de producción y su competitividad en el mercado.

X. Recomendaciones.

1. Digitalizar su sistema de ventas y registros contables.

Luego de haber culminado el proceso investigativo, se determinó que el taller Calzado Levi no cuenta con un registro digital de su sistema contable ni de su proceso de ventas. Esta falta de digitalización representa una barrera significativa para el manejo adecuado de la información y la toma de decisiones informadas. Por lo tanto, se recomienda la digitalización tanto del sistema contable como del proceso de ventas, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y facilitar el acceso a datos precisos y actualizados.

2. Implementar sistema de control de inventario.

Dentro de la investigación de campo, se encontró que el taller Calzado Levi presenta un cierto desorden en el manejo de sus herramientas de inventario. Esta situación dificulta la localización rápida y eficiente de los materiales necesarios para la producción, lo que puede ocasionar retrasos y errores en el proceso. Se recomienda implementar un sistema de gestión de inventario más organizado y digitalizado, que permita un seguimiento preciso de las herramientas y materiales, optimizando así el flujo de trabajo y mejorando la productividad del taller.

3. Impartir capacitaciones a los colaboradores de Calzado Levi orientadas a el desarrollo de las habilidades técnicas.

La matriz de destrezas y habilidades muestra que los trabajadores del taller Calzado Levi están capacitados únicamente para llevar a cabo una parte específica del proceso de producción. Esta especialización limita la flexibilidad operativa y puede causar retrasos en la producción si algún trabajador se ausenta. Se recomienda implementar un plan de capacitación cruzada que permita a los empleados adquirir habilidades en múltiples áreas del proceso de producción. De esta manera, el taller podrá contar con colaboradores multifuncionales, asegurando la continuidad y eficiencia del trabajo incluso en casos de ausencias inesperadas.

4. Sistema de entrega.

Durante la investigación se observó que el taller Calzado Levi no cuenta con un vehículo propio para el transporte y entrega de sus productos. Esta falta de transporte propio limita la capacidad del taller para gestionar las entregas de manera eficiente y oportuna, dependiente de servicios externos que pueden no siempre alinearse con sus necesidades operativas. Se recomienda adquirir un vehículo de transporte propio, lo cual proporcionará mayor control sobre los tiempos de entrega, reducirá los costos asociados a la contratación de servicios externos y mejorará la satisfacción del cliente al garantizar una entrega más rápida y confiable.

5. Inversión para la promoción del Taller de Calzado Levi en redes sociales.

Se identificó que el taller Calzado Levi no posee presencia en redes sociales, lo cual limita su capacidad para alcanzar a una audiencia más amplia y potencialmente aumentar su clientela. Se recomienda invertir en la promoción del negocio a través de las redes sociales. Esta inversión mejorará significativamente la visibilidad de la marca, atraerá nuevos clientes, además, permitirá al taller interactuar directamente con los clientes, recibir feedback en tiempo real y adaptar sus estrategias de marketing para satisfacer mejor las necesidades del mercado.

6. Realizar muestreos aleatorios simples para verificar la calidad de la operación.

Se recomienda al taller Calzado Levi implementar muestreos aleatorios simples para verificar la calidad de sus calzados, ya que actualmente no cuentan con este procedimiento y se observó que solo revisan el calzado en la etapa final del proceso, justo antes del empaque. La implementación de muestreos aleatorios permitiría detectar y corregir posibles defectos de manera temprana en la línea de producción, mejorando la calidad del producto final y aumentando la satisfacción del cliente, así como optimizando los recursos al reducir la cantidad de productos defectuosos que llegan a la etapa de empaque, además tendrá un plus para tener mejor visibilidad de su EGE.

XI. Bibliografía.

- S. Kaplan, R., & P. Norton, D. (2000). *Cuadro de Mando Integral (The Balanced Scorecard)*. Barcelona : Harvard Business.
- Suñé Torrents, A., Gil Vilda, F., & Arcusa Postils, I. (2004). *Manual Practico de Diseño de Sistemas Productivos* . MADRID: Ediciones Díaz de Santos, S. A.
- 123 RF . (s.f.). *Equipo para pulir zapatos, rueda de pulido*. Obtenido de https://es.123rf.com/photo_80580026_equipo-para-pulir-zapatos-rueda-de-pulido-.html
- Aguilar-Barojas, S. (2005). *Fórmulas para el cálculo de la muestra* . Tabasco,Villahermosa,Mexico .
- Aguilera, A. (2017). *Cost-benefits as a Decision Tool for the Investment*. cuba .
- Alexander Osterwalder, & pigneur. (2010). *Generacion de modelos de negocios*. Marge Books.
- Amat, O., & Soldevila, P. (21 de Junio de 2019). *Contabilidad y gestión de costes*. Obtenido de <https://www.profiteditorial.com/wp-content/uploads/2023/11/En-este-enlace-tiene-a-su-disposicion-las-soluciones-de-los-ejercicios-que-se-incluyen-en-el-libro-al-final-de-cada-capitulo-1.pdf>
- Amezcuca, M. (2015). *Gomeres*. Granada, España.: Index.
- Amezcuca, M. (s.f.). *Gomeres*.
- Andres, C. P. (2017). *Planificacion de ventas y operaciones S&OP*. Barcelona, España : Marge Books.
- Ariza, G. (2020). *Matriz de Impacto y Esfuerzo, Técnica excelente para priorizar*.
- asesorias.com*. (2020). Obtenido de Horas de trabajo anuales. ¿Cómo calcularlas?:

<https://asesorias.com/empresas/normativas/laboral/jornada/horas-trabajo-anuales/>

Baltodano, M. (2022). *Técnicas de Forecast de Demandas en las Operaciones*. Managua.

Banco Central de Nicaragua. (2023). *INFORME ANUAL 2022*. Managua: Banco Central de Nicaragua.

BCN. (2024). *Informe Anual 2023*. Managua: Banco Central de Nicaragua.

Betancourt, D. F. (18 de Agosto de 2016). *Ingenio Empresa*. Obtenido de Las 7 herramientas básicas de calidad: ¿Cómo se aplican?: <https://www.ingenioempresa.com/7-herramientas-de-calidad/>

Calderón Lama, J., & Lario Esteban, F. (2005). *Análisis del Modelo SCOR para la gestión de la cadena de suministro*.

Chapman, S. N. (2006). *Planificación y control de la producción*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

coggle. (s.f.). *ANÁLISIS B/C*. Obtenido de <https://coggle.it/diagram/YZmU2GaAVcAPVbqC/t/an%C3%A1lisis-b-c#:~:text=VAI%3A%20valor%20actual%20de%20los%20ingresos%20totales%20netos%20o%20beneficios%20netos.,-herramienta%20financiera%20que&text=FINALIDAD-,se%20obtiene%20al%20dividir%20el%20Valor%20Act>

Gaither, N., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones*.

García Criollo, R. (2006). Estudio del trabajo. En *ingeniería de métodos y medición del trabajo* (pág. 53).

Garraza, T. R. (s.f.). *sugestión*. Obtenido de Herramientas clásicas de gestión: <https://qinnova.uned.es/conocimiento/ficha/def/Herramientas>

- Golden Laser . (s.f.). *Corte por láser de cuero para la industria del calzado*.
Obtenido de goldenlaser.cc/es/laser-solutions/laser-cutting-leather-for-shoes-industry/
- Gutiérrez pulido, H., & Salazar, R. (2008). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*.
- Heizer, J., & Render , B. (2009). *Principios de Administración de Operaciones septima edicion*. Mexico: PEARSON EDUCACIÓN.
- Heizer, J., & Render, B. (2004). *Principios de administracion de operaciones*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodologia De La Investigacion (6ta Edicion)*. McGraw Hill.
- Herrera Acosta , R. J., & Fontalvo Herrera , T. J. (2011). *Seis Sigma Métodos Estadísticos y Sus Aplicaciones*.
- Industrias Vorne. (2008). Guia OEE. En *Especialistas en Visual Factory y Sistemas de monitoreo de producción*. Itasca, IL EE. UU. .
- INIDE. (2023). *ANUARIO ESTADISTICO 2022*. MANAGUA: INIDE.
- Jacobs F., R., & B. Chase, R. (2013). *Administración de Operaciones Producción y Cadena de Suministros 13a*. México: Mc Graw-Hill.
- Kaplan, R., & Norton, D. (2000). *El Cuadro De Mando Integral*.
- Lean Finance. (2023). *lean finance*. Obtenido de ¿QUÉ ES EL MARGEN DE CONTRIBUCIÓN Y CÓMO SE CALCULA?: <https://leanfinance.es/que-es-el-margen-de-contribucion-y-como-se-calcula/>
- Lean Solutions. (s.f.). *AMEF Análisis de Modo y Efecto de Falla*. Obtenido de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>
- Learn Fast. (2023). *Businessmap*. Obtenido de https://www.linkedin.com/posts/learn-fast_vsm-explained-activity-

7139602297768050688-

elwn?utm_source=share&utm_medium=member_desktop

Levi, C. (09 de Marzo de 2024). Costos productivos del taller. (C. Castro, Entrevistador)

Luis A. González-Rivas. (14 de Octubre de 2016). *Luis A. González-Rivas Web Personal*. Obtenido de Gráficas de Control:
<https://alfonsogori.wordpress.com/2016/10/14/4-5-graficas-de-control/>

Luis Socconini, & Carlos Reato. (2019). LEAN SIX SIGMA. En *Sistema de gestion para liderar empresas* (pág. 89).

Materiales STYLE AMERICA. (Mayo de 2019). *Insumos Materiales Tecnología*. Obtenido de Impresión en 3d de piezas de calzado con mayor velocidad :
<https://styleinsumos.com/materiales-para-calzado-y-marroquineria/impresion-en-3d-de-piezas-de-calzado-con-mayor-velocidad/>

Materiales STYLE AMERICA. (Septiembre de 2021). *Tecnología de costura automática giratoria*. Obtenido de <https://styleinsumos.com/maquinaria-y-equipo/tecnologia-de-costura-automatica-giratoria/>

Orús, A. (12 de Junio de 2023). *statista*. Obtenido de La industria del calzado en el mundo - Datos estadísticos: <https://es.statista.com/temas/10945/la-industria-del-calzado-en-el-mundo/#topicOverview>

Palacio, J. L., & Carmona , E. (2011). *Técnicas de Muestreo* . Mexico: Delegación Coyoacán .

Pierce, A. (10 de Mayo de 2022). *IMAGINEER*. Obtenido de DMAIC y otras herramientas Six Sigma para potenciar la mejora continua:
<https://blog.imagineer.co/es/estrategia/dmaic/dmaic-y-otras-herramientas-six-sigma-para-potenciar-la-mejora-continua>

Portugal, V. (2017). *Diagnóstico Empresarial*. Bogotá D.C: Fondo editorial Areandino.

- RCA RT RCA2GO. (s.f.). *7 Herramientas de Calidad*. Obtenido de https://www.rca2go.com/site_rcart_sp/7-herramientas-de-calidad
- Sánchez Huerta, D. (2020). Analisis FODA o DAFO.
- Sánchez, G., & Sánchez, Ó. (2005). *7 herramientas basicas de la calidad*.
- SCALMER . (s.f.). *MAQUINA PARA TROQUELAR CALZADO FP 20 27*. Obtenido de <https://scalmer.com/maquina-para-troquelar-calzado-fp-20>
- SONC. (s.f.). *Inyectora Monocolor, para Suelas LA110U/LA120U*. Obtenido de <http://shoe-makingmachines.com.ar/1-1-1-single-colour-sole-injection-moulding-machine.html>
- Suárez, M. (2012). *Interaprendizaje de Probabilidades y Estadística Inferencial con Excel, Winstats y Graph, Primera Edición*. Ecuador: Imprenta M & V, Ibarra.
- tamychacon. (22 de Noviembre de 2017). *CLIENTE-PROVEEDOR CTO*. Obtenido de MRP (MATERIAL REQUIREMENTS PLANNING- PLANIFICACIÓN DE LAS REQUERIMIENTOS DE MATERIALES): <https://tamychacon.wordpress.com/2017/11/22/los-sistemas-mrp-y-mrp-ii/>
- Tarquin, A. (2000). *INGENRÍA ECONÓMICA 4Ed - Leland Blank* . colombia : Quebecor Impreandes.
- Turrent, A. L. (2013). *Aplicacion de la metodologia six sigma*. publica.
- Universidad Nacional de La Plata. (2020). *7. Teoría y Pruebas de Hipótesis I MD*. Obtenido de [file:///C:/Users/HOME/Downloads/7.%20Teoria%20Pruebas%20de%20Hipotesis%20I%20MD%202020%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/HOME/Downloads/7.%20Teoria%20Pruebas%20de%20Hipotesis%20I%20MD%202020%20(1).pdf)
- Vílchez, R. E. (Agosto de 2022). *BCN*. Obtenido de Migración y los efectos en remesas y otras fuentes de ingresos en los hogares nicaraguenses : <https://www.bcn.gob.ni/sites/default/files/documentos/DOTEC006.pdf>

Zambelli, R. (08 de Diciembre de 2022). *checklistfácil*. Obtenido de https://blog-es.checklistfacil.com/hoja_inspeccion_calculo/#:~:text=Es%20un%20formato%20construido%20especialmente,una%20situaci%C3%B3n%20o%20problema%20espec%C3%ADfico.

Zen Flowchart. (s.f.). Obtenido de Diagrama de flujo simbologia:
<https://www.zenflowchart.com/diagrama-de-flujo-simbologia>

Zerega, R., & Delgado, A. (2010). *Evaluacion de Sistemas de Control PUSH Y PULL en una linea de Produccion*.