

Universidad de Lima
Facultad de Ingeniería y Arquitectura
Carrera de Ingeniería Industrial



**MEJORA EN EL PROCESO DE
PRODUCCIÓN DE SUELAS DE
POLIURETANO EN LA EMPRESA
PIONNISAN S.A.C.**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Industrial

Alison Camila Rodriguez Saes

Código 20142214

Karen Abigail Tarrillo Vilca

Código 201421318

Asesor

Carlos Augusto Lizárraga Portugal

Lima – Perú

Agosto de 2020



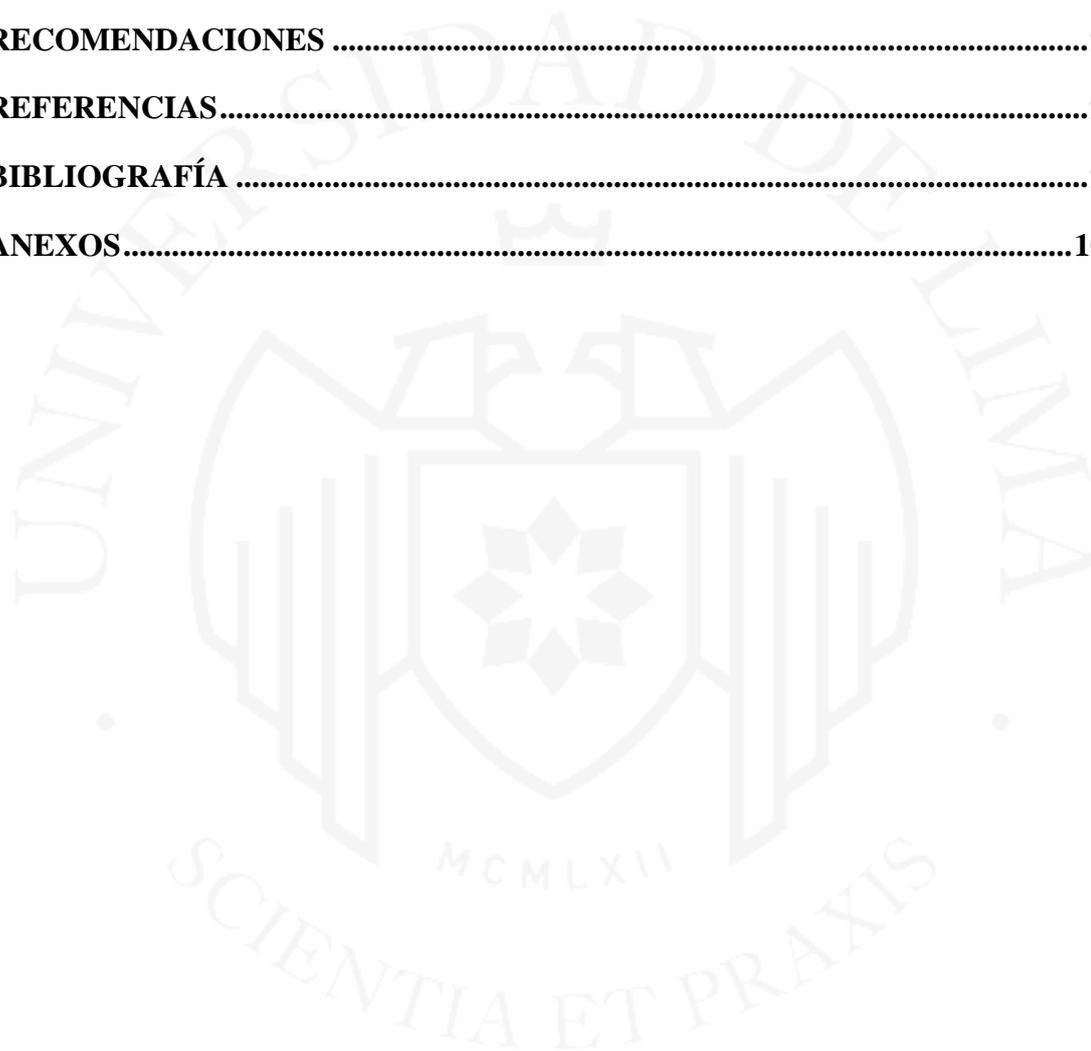
**IMPROVEMENT IN THE PRODUCTION
PROCESS OF POLYURETHANE SHOE
SOLES IN THE COMPANY PIONNISAN
S.A.C.**

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
SUMMARY	2
CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN 3	
1.1 Antecedentes de la empresa	3
1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica	3
1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos.....	3
1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa	5
1.1.4 Estrategia general de la empresa.....	6
1.1.5 Descripción de la problemática actual	6
1.2 Objetivos de la investigación.....	7
1.3 Alcance y limitaciones de la investigación.....	7
1.4 Justificación de la investigación	8
1.5 Hipótesis de la investigación	9
1.6 Marco referencial.....	9
1.7 Marco conceptual.....	11
CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO.....	14
2.1 Análisis Externo de la Empresa	14
2.1.1 Análisis del entorno global	14
2.1.2 Análisis del entorno competitivo	16
2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno	19
2.2 Análisis Interno de la Empresa	22
2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales.....	22

2.2.2 Análisis de la estructura organizacional	23
2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves.....	24
2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves –línea base	27
2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora	31
2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa.....	33
2.2.7 Selección del sistema o proceso a mejorar	37
CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO	40
3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio.....	40
3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio.....	40
3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso.....	43
3.2 Determinación de las causas raíz de los problemas hallados.....	46
CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN.....	49
4.1. Planteamiento de alternativas de solución	49
4.2. Selección de alternativas de solución	52
4.2.1 Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas.....	52
4.2.2 Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución	53
4.2.3 Priorización de soluciones seleccionadas	56
CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES.	58
5.1 Ingeniería de la solución.....	58
5.1.1 Diseño de la propuesta de solución.....	58
5.1.2 Desarrollo de la propuesta de solución	60
5.2 Plan de implementación de la solución.....	82
5.2.1 Objetivos y metas.....	83
5.2.2 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución..	84
5.2.3 Actividades y cronograma de implementación de la solución	85

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN	86
6.1 Evaluación económica financiera de la solución.....	86
6.2 Determinación de escenarios que afectarían la solución	87
6.3 Análisis del impacto social y ambiental de la solución	93
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS	98
BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	100

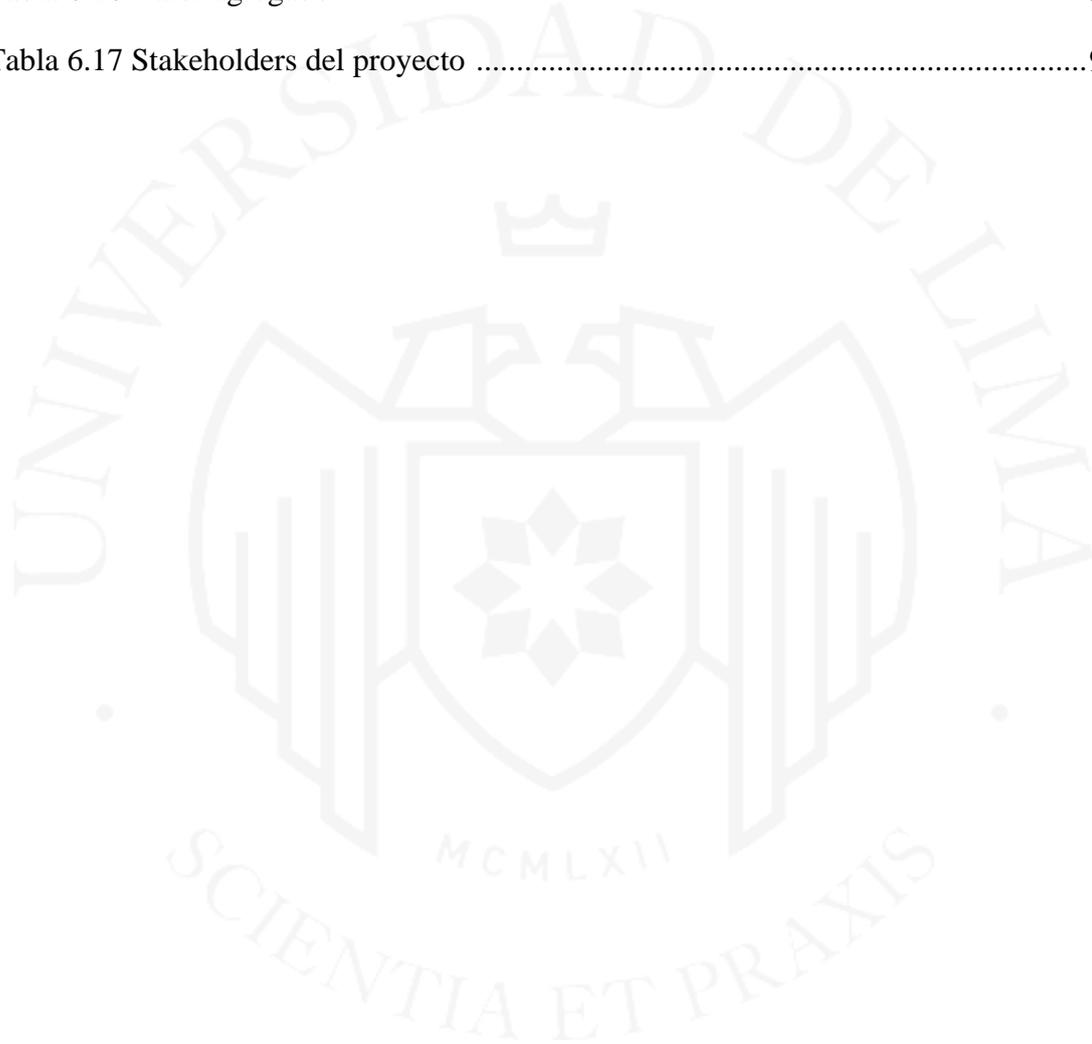


ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Matriz de Evaluación de Factores Externos de Pionnisan S.A.C.....	21
Tabla 2.2 Estado de situación financiera de Pionnisan S.A.C	29
Tabla 2.3 Estado de resultados de Pionnisan S.A.C.....	30
Tabla 2.4 Suelas devueltas por mes	32
Tabla 2.5 Diagnóstico del área de producción en Pionnisan S.A.C.	34
Tabla 2.6 Matriz de Evaluación de los Factores Internos de Pionnisan S.A.C	36
Tabla 2.7 Tabla de Enfrentamiento.....	37
Tabla 2.8 Ranking de factores para seleccionar área a mejorar.....	38
Tabla 2.9 Ingresos Operacionales del mes de Diciembre del 2018	38
Tabla 3.1 Porcentaje de mermas	38
Tabla 3.2 Índice de cumplimiento de pedidos	38
Tabla 3.3 Devoluciones de Suelas	38
Tabla 3.4 Disponibilidad de máquina inyectora	38
Tabla 3.5 Medición de desviaciones de metas empresariales.....	46
Tabla 4.1 Diseño de la solución.....	50
Tabla 4.2 Alternativas de solución	51
Tabla 4.3 Matriz de enfrentamiento de factores	53
Tabla 4.4 Creación de proceso de control de calidad	54
Tabla 4.5 Creación e implementación de un programa de mantenimiento preventivo ..	55
Tabla 4.6 Implementar un programa de planificación logística	56
Tabla 4.7 Ranking de factores de las alternativas de solución	57
Tabla 5.1 Parámetros relevantes para la aplicación de la mejora	62

Tabla 5.2 Formato para determinación del peso por suela y el valor de programación .	68
Tabla 5.3 Cuadro de especificaciones de la suela de poliuretano.....	69
Tabla 5.4 Especificaciones Técnicas del durómetro.....	72
Tabla 5.5 Tabla de selección de letra.....	75
Tabla 5.6 Criterios para cambio de niveles de inspección.....	77
Tabla 5.7 Datos de pesos de suelas.....	78
Tabla 5.8 Resultados de porcentaje de rebaba por día.....	80
Tabla 5.9 Resultados de prueba piloto.....	81
Tabla 5.10 Comparativo entre situación inicial y resultados de prueba piloto.....	82
Tabla 5.11 Cantidad de lotes inspeccionados y pedidos devueltos	82
Tabla 5.12 Porcentaje de merma y unidades producidas.....	83
Tabla 5.13 Hoja de planeación de objetivos y metas.....	83
Tabla 5.14 Presupuesto general de la solución.....	84
Tabla 5.15 Costo por mes de la solución.....	84
Tabla 5.16 Cronograma de actividades de las soluciones	85
Tabla 6.1 Detalle de inversión de las soluciones	86
Tabla 6.2 Costos por mes.....	87
Tabla 6.3 Posibles escenarios de resultados	87
Tabla 6.4 Beneficios por reducción de mermas en el escenario conservador	86
Tabla 6.5 Beneficios por reducción devolución de suelas en el escenario conservador	86
Tabla 6.6 Incremento de ventas en el escenario conservador.....	
Tabla 6.7 Flujo de efectivo en el escenario conservador	89
Tabla 6.8 Beneficios por reducción de mermas en el escenario optimista	89
Tabla 6.9 Beneficios por reducción devolución de suelas en el escenario optimista	90
Tabla 6.10 Incremento de ventas en el escenario optimista	90

Tabla 6.11 Flujo de efectivo del escenario optimista	90
Tabla 6.12 Beneficios por reducción de mermas en el escenario pesimista	91
Tabla 6.13 Beneficios por reducción devolución de suelas en el escenario optimista ..	91
Tabla 6.14 Incremento de ventas en el escenario pesimista	92
Tabla 6.15 Flujo de efectivo del escenario pesimista	92
Tabla 6.16 Valor agregado	93
Tabla 6.17 Stakeholders del proyecto	94



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Suelas de policloruro de vinilo (PVC)	4
Figura 1.2 Suelas de caucho termoplástico (TR).....	4
Figura 1.3 Suelas de poliuretano (PU).....	5
Figura 1.4 Sintéticos	5
Figura 2.1 Organigrama de Pionnisan S.A.C.....	24
Figura 2.2 Mapa de Macroprocesos de Pionnisan S.A.C.	25
Figura 2.3 Balanced Scorecard de la empresa Pionnisan S.A.C.....	29
Figura 3.1 Pionnisan S.A.C - Diagrama de Operaciones de la producción de las suelas de material PU	42
Figura 3.2 Diagrama de Relaciones Causa-Efecto	47
Figura 5.1 Descripción de los componentes para la producción de poliuretano	61
Figura 5.2 Especificaciones del proveedor sobre la materia prima	61
Figura 5.3 Diagrama de bloques actual del proceso de inyectado.....	63
Figura 5.4 Propiedades de la reacción para la producción de suelas de poliuretano	63
Figura 5.5 Vaso lleno con material poliuretano.....	64
Figura 5.6 Corte del material	64
Figura 5.7 Propiedades físicas para la producción de suelas de poliuretano	65
Figura 5.8 Matraz cilíndrico fabricado en la empresa	66
Figura 5.9 Representación del procedimiento	67
Figura 5.10 Medición del volumen.....	67
Figura 5.11 Durómetro Shore A	71
Figura 5.12 Pirómetro	73

Figura 5.13 Balanza de precisión.....	74
Figura 5.14 Fórmulas de MIL-STD 414.....	76
Figura 5.15 Tabla B-3 MIL-STD 414 Método de la desviación estándar. Variabilidad desconocida inspección normal dos límites de especificación forma M.....	76
Figura 5.16 Gráfico XBarra-R.....	79
Figura 6.1 Análisis del tornado.....	93



ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica del proveedor	101
Anexo 2: Certificado de materia prima.....	103



RESUMEN

La presente investigación, llevada a cabo en la empresa Pionnisan S.A.C., plantea una mejora en el proceso de producción de suelas de poliuretano, con la finalidad de aumentar la satisfacción de los clientes y reducir los gastos extras generados por el exceso de mermas y productos defectuosos del proceso.

Se identificaron los aspectos relevantes de la empresa, la cual está dedicada a la fabricación de suelas para calzado de distintas calidades y materias primas, siendo su público mayoritario el segmento femenino. Se detalla el incremento de la demanda, el crecimiento del mercado y la constante competencia, los cuales obligan a Pionnisan S.A.C. a hacer que sus procesos sean más eficientes.

Se analizó la situación actual de los procesos claves, los indicadores y se identificaron las oportunidades de mejora que impactan directamente en la rentabilidad; se seleccionó el proceso de producción para aplicar la mejora. Mediante el diagnóstico se determinó la línea objeto de estudio la cual es el área de producción de suelas de poliuretano debido a que genera un mayor aporte económico para la empresa. Se analizaron los indicadores del área para conocer las causas raíces de los principales problemas.

Posteriormente, se determinaron las posibles alternativas de solución según cada causa raíz y se seleccionó la mejor considerando los criterios de evaluación tanto cuantitativa como cualitativamente. Finalmente, se desarrolló la solución “Creación de un proceso de control de calidad” que involucraba la creación de un procedimiento estándar y un proceso de control de calidad usando muestreos.

Finalmente, se muestra la evaluación financiera de la propuesta de mejora cuyos indicadores VAN y TIR, evidencian la viabilidad de la propuesta de mejora. Se obtuvo un VAN de S/ 99 318 y una TIR de 66%. Además, en el peor escenario se obtuvieron un VAN positivo de S/ 792 y una TIR de 2,34% mayor al COK mensual.

Palabras claves: suelas, proceso, control de calidad, herramientas de ingeniería industrial.

SUMMARY

The present study, carried out at the company Pionnisan SAC, proposes an improvement in the production process of polyurethane soles, in order to increase customer satisfaction and reduce extra costs generated by excess waste and defective products.

Firstly, the relevant aspects of the company were identified, Pionnisan is dedicated to the manufacture of footwear soles, its principle customer is the female segment. The increase in demand, the market growth and the constant competition force the company to make its processes more efficient.

Secondly, the current situation of the key processes, indicators and improvement opportunities that directly impact profitability were analyzed. Through the diagnostic, a specific area was selected. In this case, the production of polyurethane soles was determined as the object of study because it generates a greater economic contribution to the company. The indicators of this area were analyzed in order to find the causes of the main problems.

Thirdly, the possible solution alternatives were determined according to each cause and then, the best and primary solution was selected according to the quantitative and qualitative evaluation criteria. Fourthly, the solution, which was the creation of a quality control process, was developed and it involved the creation of a standard work procedure and a quality control process making use of the sampling technique.

Finally, the financial evaluation of the improvement proposal is shown, whose Net Present Value (NPV) and Internal Ratio of Return (IRR) indicators show its viability. An NPV of 99 318 soles and an IRR of 66 % were obtained. In addition, in the worst-case scenario, a positive NPV of 792 soles and an IRR of 2,34% were obtained, which indicates that even in this case, the proposed solution continues to be beneficial for the company.

Keywords: soles, process, quality control, industrial engineering tools.

CAPÍTULO I: CONSIDERACIONES GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Antecedentes de la empresa

1.1.1 Breve descripción de la empresa y reseña histórica

El 23 de noviembre de 1998 los hermanos Vilca fundaron Pionnisan S.A.C. compitiendo en el sector de la industria del calzado produciendo y comercializando suelas de calzado en diversos materiales como: poliuretano, policloruro de vinilo, caucho termoplástico y pvc expandido. Actualmente, cuenta con más de 1000 modelos de suelas y lanzan al mercado alrededor de 20 diseños nuevos por temporada.

Los fundadores de la empresa comenzaron revendiendo las suelas que compraban de otros fabricantes durante los años 90. Luego, con el capital ahorrado, decidieron implementar su propia planta de producción de suelas. Al inicio la compañía solo producía suelas de pvc y con el tiempo se fue especializando en la industria; y es así como empezó a producir suelas de otros materiales tales como el poliuretano y el caucho termoplástico. Pionnisan logró posicionarse en el mercado y hoy es considerado el principal proveedor de suelas del mercado nacional.

La empresa se encuentra ubicada en Av. Independencia 1861, en el distrito de El Agustino, cuenta con 83 trabajadores y el CIU que le corresponde a la empresa es el 2520, el cual hace referencia a la fabricación de productos de plástico. El valor aproximado de sus activos es de S/16 000 000 aproximadamente.

1.1.2 Descripción de los productos o servicios ofrecidos

La empresa Pionnisan S.A.C. fabrica y vende productos que pueden ser clasificados en tres familias: suelas, sintéticos y adornos para el calzado. La primera familia de productos está dividida en cuatro subfamilias según la materia prima utilizada para su fabricación, estas pueden ser suelas de poliuretano (PU), de policloruro de vinilo (PVC), de pvc expandido (EXPANSO) o de caucho termoplástico (TR). La segunda y

tercera familia de productos se comenzó a ofertar hace cinco años aproximadamente motivada por la incursión en la importación de productos de China orientados a la producción de calzado femenino, correas y carteras.

Referente a la primera familia de productos, las suelas que se fabrican en la organización son altas, bajas, cuñas o tacos separados. Por un lado, las suelas de pvc se caracterizan por tener un precio más económico y por lo tanto más accesible en el mercado, se usan mayormente para plantas bajas ya que, a mayor altura, la suela tiene mayor peso. También están las suelas de expanso, las cuales contienen pvc mezclado con un compuesto llamado expancel, el cual permite un incremento de volumen y un menor peso para la suela. Por otro lado, las suelas de tr, también llamadas caucho termoplástico, las cuales se caracterizan por la alta resistencia a los complicados climas de nuestro país y son antideslizantes por lo que se usan mayormente en la región de la sierra. Por último, se encuentran las suelas de poliuretano las cuales son termo-resistentes y a su vez ligeras, por lo que son las más elegidas por el usuario final.

Figura 1.1

Suelas de policloruro de vinilo (PVC)



Nota. De Catálogo 2018 de Pionnisan S.A.C., por Pionnisan S.A.C, 2018, Catálogo Físico.

Figura 1.2

Suelas de caucho termoplástico (TR)



Nota. De Catálogo 2018 de Pionnisan S.A.C., por Pionnisan S.A.C, 2018, Catálogo Físico.

Figura 1.3

Suelas de poliuretano (PU)



Nota. De Catálogo 2018 de Pionnisan S.A.C., por Pionnisan S.A.C, 2018, Catálogo.

Figura 1.4

Sintéticos



Nota. De Catálogo 2018 de Pionnisan S.A.C., por Pionnisan S.A.C, 2018, Catálogo.

1.1.3 Descripción del mercado objetivo de la empresa

El mercado objetivo de Pionnisan S.A.C. son las empresas productoras de calzado. Además, tiene una amplia variedad de productos, una parte de los cuales se exportan a otros países como Ecuador y Bolivia; sin embargo, es mayor la cantidad de productos que se distribuyen para el mercado nacional en general.

Con respecto al mercado nacional, Pionnisan oferta sus productos a las tiendas de retail tales como Bata, Viale, Passarella, entre otros; y a productores con marcas independientes en Trujillo y Lima, estos últimos son los que más compran.

1.1.4 Estrategia general de la empresa

La estrategia general de Pionnisan S.A.C es la diferenciación, debido a que la empresa tiene como característica principal la amplia variedad de modelos de suelas que ofrece a su clientela. Además, la empresa se proyecta al desarrollo de modelos con dos años de anticipación, por lo que se puede afirmar que Pionnisan S.A.C. ya cuenta con diseños listos para lanzar al mercado en el año 2022. La empresa realiza un análisis de las tendencias mundiales de moda, diseña modelos basándose en estas y trabaja respetando las medidas francesas, siempre tomando en consideración el tipo de pie de los peruanos y respetando la gama de colores tradicionales que el público prefiere.

1.1.5 Descripción de la problemática actual

La empresa Pionnisan S.A.C. es una empresa dedicada a la producción y venta de suelas para la industria del calzado con una trayectoria de más 20 años en el mercado. Esta organización ha crecido de manera extraordinaria y hay una mayor exigencia para el cumplimiento en la entrega de pedidos; no obstante, se ha evidenciado la reducción en los tiempos para completar cada actividad siendo la constante rotación del personal y la falta de capacitación lo que impide que se pueda cumplir con la producción requerida de manera exitosa. Además, según explica el jefe de producción de la empresa Pionnisan S.A.C., Sr. Mancilla, la cantidad de merma resultante de la producción de suelas de poliuretano significa una pérdida promedio de S/50 000 mensual, estimando que se debe a errores durante el proceso de producción.

Por otro lado, el Gerente General de dicha organización, Sr. Vilca, afirma que su portafolio de clientes se incrementa en un 20% anual aproximadamente, cifra que ha disminuido debido a la situación del país y al incumplimiento de pedidos en las fechas de entregas pactadas. A su vez, surgen nuevos competidores en la industria por lo que se busca mejorar la productividad de la organización creando una cultura de capacitación, orden, mantenimiento y respeto de tiempos y de capacidad de producción de las máquinas. Además, el área de ventas tiene problemas para controlar y organizar la información de los clientes de manera adecuada debido a que son una gran cantidad y la data se mezcla, lo cual genera confusiones en las recepciones de pedidos que pueden ser realizados de manera personal o a través del correo de la empresa.

El área de compras de la empresa también presenta un desempeño poco eficiente debido a la falta de planificación para la realización de pedidos de la materia prima para la fabricación de los productos.

Un aspecto común a todas las dificultades señaladas es la falta de estandarización en los diversos procesos que se realizan en la empresa, siendo pertinente plantear la siguiente pregunta de investigación: ¿Es factible la mejora en el proceso de producción de suelas de poliuretano en la empresa Pionnisan S.A.C. mediante la estandarización de sus procesos de fabricación?

1.2 Objetivos de la investigación

Objetivo general

Demostrar que es factible la mejora en el proceso de producción de suelas de poliuretano en la empresa Pionnisan S.A.C. mediante la estandarización de sus procesos de fabricación.

Objetivos específicos

- Analizar la situación actual de la empresa para seleccionar los procesos que presenten oportunidades de mejora.
- Encontrar las causas raíces de los problemas identificados para proponer alternativas de solución.
- Evaluar las alternativas de solución para proponer el proyecto de mejora más adecuado.
- Evaluar el proyecto de mejora a partir de su viabilidad técnica, económica y social.

1.3 Alcance y limitaciones de la investigación

- **Alcance**

El presente trabajo de investigación se desarrolla como proyecto de mejora aplicada a nivel de propuesta de mejora validada técnica, económica y socialmente

centrada en el proceso de producción de suelas de poliuretano de la empresa Pionnisan S.A.C. con sede en Lima Metropolitana durante los años 2018 y 2019.

- **Limitaciones**

Una de las limitaciones del estudio es la disponibilidad de información y de registros de producción, así como el apoyo de los trabajadores de la empresa para lo cual se ha planteado el tener reuniones de trabajo para revisar documentos y evidencias de sus procesos internos. Otra limitación es el tiempo por dedicar al trabajo de investigación y al límite de presentación de los entregables para lo cual se cuenta con un cronograma de trabajo para coordinar con los asesores del estudio.

1.4 Justificación de la investigación

- **Justificación técnica**

Es técnicamente factible en razón a que las investigadoras del presente estudio cuentan con las competencias y el conocimiento de técnicas y métodos de ingeniería industrial necesarios para llevar a cabo el proyecto de investigación. Por otra parte, se cuenta con el acceso a las instalaciones de la empresa Pionnisan S.A.C. y al apoyo de la alta dirección por lo que se garantiza el culminar el estudio sin mayor dificultad.

- **Justificación Económica**

El proyecto es económicamente viable debido a que se han identificado oportunidades de mejora como el ahorro en costos de aproximadamente S/50 000 debido a las mermas y un promedio de S/37 000 de pérdida de ventas por devoluciones de pedidos entregados debido al incumplimiento de calidad del producto terminado (devoluciones de suelas).

- **Justificación Social**

El proyecto se justifica socialmente debido a que permitirá que los operarios realicen sus funciones de una forma más eficiente, controlada y estandarizada. Además, representará un impacto ambiental positivo ya que se reducirán los desperdicios y

defectuosos de la línea de producción de suelas de poliuretano, las cuales son desechadas al no poder ser reutilizadas.

1.5 Hipótesis de la investigación

La mejora en la empresa Pionnisan S.A.C. es factible mediante la estandarización de sus procesos de fabricación.

1.6 Marco referencial

Como marco referencial se tomarán en cuenta las siguientes investigaciones previas:

Mendoza, V. y Salcedo, M. (2016). *Estudio de mejora para el área de producción de la empresa Filtros San Jorge S.A.C.* (tesis para optar el título de ingeniero industrial). Universidad de Lima.

Esta investigación presenta similitudes con la investigación en el uso de herramientas de ingeniería industrial, así como la determinación de indicadores de gestión, diagrama de Pareto, el análisis FODA, la matriz EFI, la matriz EFE y la determinación de las estrategias de la empresa.

Por otra parte, al haber una diferencia en el producto y tipo de proceso entre ambas investigaciones resultó adecuado considerar la metodología que aplicaron como mejora.

Yauri, L. (2015). *Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado.* (tesis para optar el título de ingeniero industrial). Universidad Católica del Perú.

En el mencionado estudio podemos encontrar como similitudes con la presente investigación la identificación de los problemas a través del análisis de procesos determinando el porcentaje de fallas en un día laboral normal de la empresa. Además, ambas investigaciones pertenecen al rubro del calzado.

Por otra parte, el producto final de la tesis citada es el calzado terminado mientras que el de la presente investigación es la suela de un calzado. Cabe resaltar que

la metodología utilizada para determinar las causas raíces forma parte del presente trabajo.

Cacho, S. (2016). *Estudio de mejora del proceso de producción de mayonesa de la empresa Aliex* (tesis para optar el título de ingeniero industrial). Universidad de Lima.

La investigación mencionada presenta similitudes en el enfoque por incrementar la eficiencia del proceso de producción, análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos clave, la determinación de la productividad total del proceso.

A diferencia del presente trabajo, el producto de la tesis citada es la mayonesa. Sin embargo, muchas herramientas de ingeniería usadas en la investigación citada son aplicables para la situación de la empresa Pionnisan S.A.C.

Ortegon, S. (2015). *Mejoramiento de la línea de producción de suelas en poliuretano, utilizando el método del estudio del trabajo, en la empresa Formiplass S.A.* (tesis para optar el título de ingeniero industrial). Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia.

En esta investigación se realizó un estudio descriptivo necesario para identificar y describir el actual funcionamiento del proceso. Se utilizó herramientas como la elaboración de un Diagrama de Operaciones. Se encontraron las causas raíz que ocasionaban la reducción de la productividad en la empresa, como las mermas. Además, se realizó una estandarización de los procesos obteniéndose la capacidad real de las operaciones de línea.

Por otro lado, la empresa Formiplass S.A. no cuenta con un área de pintado de suelas que representa una oportunidad de mejora para la empresa Pionnisan S.A.C.

García Miranda, E.L. (2009). *Propuesta de rediseño de la productividad del proceso de fabricación de suelas de poliuretano.* (tesis para optar el título de ingeniero industrial). Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala.

Esta investigación se enfoca en la producción de suelas y tacones de poliuretano de la empresa Technicalsa. Presenta un proceso de producción similar al de la empresa Pionnisan S.A.C., cuenta con un área de pintado de suelas y se enfoca en la productividad. Se realizaron varios diagramas como el de operaciones, de flujo y de recorrido. Se realizó también un análisis FODA y un diagrama causa-efecto para la realización de la propuesta de rediseño de la productividad en el proceso de fabricación de suelas.

Esta investigación describe un área de producción de suelas cuya materia prima es el policloruro de vinilo (PVC) o el caucho termoplástico (TR) lo cual no es objeto de estudio para esta investigación.

1.7 Marco conceptual

Como marco conceptual se tomarán en cuenta los siguientes conceptos:

Diagnóstico Organizacional: Es un proceso analítico que permite conocer la situación real de una empresa en determinado momento para hallar las oportunidades de mejora y problemas presentes en los procesos de la organización para aprovecharlos o corregirlos. En el diagnóstico se examinan y analizan los procesos internos y externos de la organización en todos los niveles existentes haciendo uso de diversas técnicas, herramientas e información obtenida de primera mano de encuestas o entrevistas con los implicados del proceso.

Diagrama de Relaciones Causa – Efecto: Es una herramienta que permite analizar problemas cuyas causas raíces se encuentran relacionadas de una forma compleja y permite tener una amplia visión de conjunto sobre cómo están en relación con sus efectos. El objetivo principal de esta herramienta es la identificación de las relaciones causales que pueden existir en determinada situación o proceso.

Diagrama de Pareto: Principio de Pareto: Según Galvano, A. (1995) “El análisis de Pareto es un método gráfico para definir los problemas más importantes de una determinada situación, y por consiguiente las prioridades de intervención.” (p. 115).

Balanced Scorecard: El Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral es una herramienta que permite relacionar estrategias y objetivos clave con desempeño y

resultados de los 4 factores más importantes de cualquier empresa, los cuales son la perspectiva financiera, el cliente, los procesos internos y la perspectiva de aprendizaje y crecimiento.

Mapa de procesos: Es una herramienta de ingeniería que permite observar el despliegue y conformación del Modelo de Gestión por procesos en macroprocesos, procesos y subprocesos. Para ello se consideran tres niveles: los procesos estratégicos, los procesos clave y los procesos de apoyo. Asimismo, se muestra las relaciones existentes entre ellos y sus relaciones con el exterior.

Además, es importante comenzar conociendo conceptos básicos para el entendimiento pleno de este proyecto de investigación. A continuación, se definen algunos conceptos claves para este trabajo:

Glosario de términos

Poliuretano: Es un polímero obtenido mediante la reacción de adición de un alcohol a un isocianato. Se clasifican en dos grupos: termoestables y termoplásticos. En la presente investigación se hace referencia al poliuretano termoplástico (TPU), el cual posee propiedades especiales que ofrece tanto rendimiento superior como flexibilidad de procesamiento. Es el polímero ideal para aplicaciones en mercados como el del calzado, los adhesivos y el moldeo especializado. (Ege, 1997)

Poliol: Es un tipo de alcohol que tiene más de un grupo $-OH$; un poliol con dos grupos $-OH$ recibe el nombre de glicol. Es utilizado en varias formas: el poliol poliéster, el poliol polibutadieno y el poliol poliéter. La elección de los tipos de polioles determinará la flexibilidad y dureza del producto final. (Pereira Uzal, 2010)

Isocianato: Este compuesto es uno de los componentes clave del poliuretano. Este compuesto se presenta en dos formas, en isocianato de tolueno TDI (Usado en las espumas) y el difenil metano disocianato MDI (usado en espumas y poliuretanos rígidos). (Pereira Uzal, 2010)

Catalizadores: Son sustancias que pueden agregarse a los sistemas de reacción para incrementar la velocidad de esta, lo que permite que las reacciones tengan lugar a través de trayectorias alternativas en las que se incrementa la velocidad de reacción y se

abate la energía de activación. En el presente trabajo son los responsables de provocar la reacción de polimerización del PU. (Whitten, Davis, Peck, & Stanley, 2014).

Percloroetileno: También conocido como tetracloroetileno, PERC o CPE, es un líquido incoloro, no inflamable y que tiene un olor dulce parecido al éter. Su fórmula química es C_2Cl_4 . “El percloroetileno es un compuesto orgánico volátil (COV). Es un químico que se usa sobre todo para el lavado en seco de textiles y para desgrasar metales. También se ha empleado en la fabricación de otras sustancias químicas, como clorofluorocarbonos, y revestimientos de caucho; como fluido aislante y gas refrigerante en transformadores eléctricos; y como agente de limpieza, engomado y desengomado de textiles. Cabe mencionar que la exposición prolongada a esta sustancia puede afectar la salud.” (National Institutes of Health (NIH), 2017).

Inyección: Es un proceso que se realiza para la obtención de formas complejas de diversos tamaños que requieren altas tasas de producción, las herramientas que se usan son costosas y se logra una buena precisión dimensional. (Kalpakjian & Schmid, 2002, pág. 481). La máquina inyectora tiene dos partes: las extrusoras que preparan el material y el sistema de moldes para conformar los productos. Este proceso permite que la materia prima se pueda transformar en un producto acabado en un solo paso.

Productividad: Es un índice para medir la eficiencia con que un proceso de fabricación transforma recursos en productos utilizables. La productividad y la calidad están estrechamente relacionadas, ambas tienen el objetivo de obtener más productos utilizables. La única diferencia está en que el estudio de la productividad hace mayor hincapié en la palabra “más”, en tanto que la calidad subraya el término “utilizable”. (Hansen & Ghare, 1990, pág. 18)

Árbol de problematización: Es también llamado Diagrama Causa-Efecto y según Ariane de Saeger (2016) “es una herramienta gráfica utilizada en empresas que ofrece una visión global de las causas que han generado un problema y de los efectos que este ha provocado” (p. 7).

CAPÍTULO II: ANÁLISIS SITUACIONAL DE LA EMPRESA Y SELECCIÓN DEL SISTEMA O PROCESO A SER MEJORADO

2.1 Análisis Externo de la Empresa

2.1.1 Análisis del entorno global

Con el fin de tener una mejor visión del entorno global de la empresa, se analizarán los siguientes factores externos, siguiendo los parámetros del análisis PEST:

Análisis Político

La coyuntura política que vivió el Perú en los últimos años (2017, 2018) y meses del 2019 generó un desprestigio de todo el sistema y una incertidumbre política que perjudicó el crecimiento económico del Perú. (Económica, s.f.) En la actualidad, el panorama político se encuentra muy marcado por los escándalos relacionados a la constructora brasileña Odebrecht que involucran a varios personajes políticos. Además, los constantes enfrentamientos entre el Poder Ejecutivo y el Poder Legislativo no permiten avanzar los proyectos del Estado.

Todo este escenario genera un ligero desequilibrio en las importaciones de materia prima realizadas por la empresa, debido a la desconfianza provocada por el escenario político, por lo que se elevaron en un ligero porcentaje los precios del poliisocianato y las ventas de la empresa no se encuentran teniendo un porcentaje de crecimiento elevado según indicó el gerente general de la empresa, el sr. Vilca.

Análisis Económico

Para el análisis económico se tomará como referencia datos publicados en “América Economía” con fecha 18 de junio de 2019. Según el ministro de Economía y Finanzas, Carlos Oliva, el crecimiento económico del Perú se bajará a un crecimiento de 4,2% a 3,7%. Siendo este ajuste realizado debido a que factores externos como la

desaceleración económica global y conflictos sociales afectan el Producto Interno Bruto (PIB).

Por otra parte, la ministra de Producción, Rocío Barrios, dio a conocer que el sector retail está creciendo fuertemente impulsado por los buenos resultados de sectores como tiendas por departamento y supermercados. Específicamente el sector calzado representa un 3,9% del avance registrado en la actividad del subsector tiendas por departamento.

Con respecto a los precios de las materias primas (poliol e isocianato) mostraron un incremento del 28.9% con respecto a su precio anterior, según información brindada por la empresa, lo cual incrementó los costos de producción de la empresa.

Análisis Social

Una de las características principales del sector calzado es la constante evolución en cuanto a los modelos que ofrece el mercado según la temporada en la que se encuentre. Además, los consumidores no solo se encuentran en busca de las últimas tendencias, sino también calidad y comodidad. El sector se está orientando al desarrollo de calzados elaborados con materiales más valiosos.

También, existe una alta competencia en el sector debido a la mayor cantidad de importación de productos chinos, los cuales tienen como característica que presentan una mejor calidad y otros un bajo precio.

Cabe resaltar para este análisis el crecimiento de la población en los últimos años ha sido mayor, lo que ha aumentado la demanda de calzado ya que existe un mayor mercado de mujeres y, por lo tanto, la demanda de suelas se elevó.

Análisis Tecnológico

En cuanto a la tecnología, cada vez son más las empresas que decidieron invertir recientemente en software e infraestructura tecnológica, debido a que poco a poco las altas direcciones van comprendiendo que para una empresa pueda prosperar es necesario transformar su modelo de negocio. Cada vez es mayor la incorporación de sistemas integrados ERP, así como el software Customer Relationship Management

(CRM), para el manejo de la relación con el cliente está evolucionando en nuestro país. Incluso la penetración de nuevas tecnologías importadas que son usadas en los procesos clave de las empresas. (Morris, 2017)

En este aspecto, la empresa no cuenta con sistemas de información que puedan integrar sus procesos tales como ERP o CRM, lo cual es una desventaja competitiva para la organización, ya que se reducen la eficiencia de los procesos al no ser tan rápidos como los de la competencia.

Análisis Legal

Existen diversas leyes y decretos relacionados a la industria del calzado por diferentes factores como los trabajadores, la gestión de residuos y riesgos en el área laboral. Por una parte, el Decreto Supremo N° 009-2005-TR establece que las empresas de este rubro deberán implementar un sistema de gestión de salud y seguridad en el trabajo (SGSST) y un reglamento interno de seguridad y salud en el trabajo (RISST). Asimismo, el Decreto Supremo N° 015-2005-SA señala que se debe monitorear los valores límites permisibles de agentes y sustancias químicas o cancerígenas que puedan ocasionar riesgos y/o daños a la salud y seguridad de los trabajadores.

Cabe resaltar que la empresa cuenta con un RISST del cual todos los trabajadores tienen conocimiento y han sido capacitados en temas de salud e higiene ocupacional.

2.1.2 Análisis del entorno competitivo

Para analizar el sector competitivo de la empresa se utilizó el método de análisis del sector de Porter tal como sigue:

Amenaza de nuevos participantes

La amenaza de nuevos participantes es baja debido a que en la actualidad las empresas de este rubro ya se encuentran posicionadas y los clientes tienden a comprar en las empresas que ya cuentan con una buena reputación ganada a lo largo de los años lo que genera mayor confianza para el público; por lo que el riesgo de entrada nuevos competidores es alto.

Además, los clientes ya desarrollaron una identidad de marca, el requerimiento de capital para el ingreso es alto, y las empresas ya existentes han generado economías de escala que generan barreras muy altas para el acceso al mercado.

Poder de negociación de los proveedores

El poder de negociación de los proveedores (Elachem, Coin) de materia prima (poliol, isocianato) y maquinaria (Sulpol) es medio, debido a que son pocas las empresas que proveen estos materiales; y son empresas extranjeras, por lo que para el proceso de compra se requiere mayor planificación y coordinación.

En el caso de los proveedores de pintura (Romana Perú Chemical, Romana Brasil, Yndac) el poder es medio bajo, debido a que existen distintos proveedores nacionales e internacionales de los que se puede adquirir este componente.

Por el lado de los insumos secundarios como son las siliconas, el percloroetileno, el huaype, las bolsas, sacos y cinta adhesiva el poder de negociación que tienen es bajo debido a la fácil adquisición de los insumos antes mencionados en cualquier punto de venta cercano (ferreterías, tiendas por departamento especializados en la venta de artículos de ferretería).

Poder de negociación de los compradores

El poder de negociación de los compradores es medio debido a distintos factores.

Por un lado, el poder de negociación de los clientes del mercado trujillano es bajo debido a que la empresa ofrece gran variedad de productos a precios accesibles, además de contar con una capacidad productiva mayor al de la competencia lo que asegura la rapidez en el cumplimiento de los pedidos.

Por otro lado, los retails (Bata, Viale, Passarela) tienen un poder de negociación alto debido a que exigen productos que cumplan con mayores especificaciones, lo que implica un mayor control de la calidad de la suela y tiene como resultado un mayor precio de venta impuesto a los clientes antes mencionados.

Amenaza de los sustitutos

Existen otras materias que sirven para la producción de suelas tales como el policloruro de vinilo (PVC), el PVC expandido y el caucho que representan una amenaza media, debido a que estas se ofertan en el mercado a un menor precio, aunque no poseen la misma calidad ni resistencia ni duración que una suela de poliuretano.

Por último, se encuentran las suelas de material Eva (acetato de vinilo), que son de peso ligero, cuentan con similar resistencia; pero que son mayormente usados para producir suelas de calzado deportivo; por lo que representa una amenaza baja para la empresa Pionnisan S.A.C., la cual se dedica a la fabricación de suelas de calzado femenino casual, en la actualidad.

Rivalidad entre los competidores

La rivalidad existente en el sector es media alta debido a que existen varias empresas que se dedican al mismo rubro, las cuales operan en el departamento de La Libertad principalmente. El problema en este ámbito es la facilidad para copiar los modelos del competidor y venderlos en el mercado con tu propia marca, desfavoreciéndoles la baja capacidad productiva que mantienen lo cual incrementa el tiempo de entrega de sus pedidos. Entre las empresas competidoras de Lima se encuentran: La Varesina y Ragazzi con un porcentaje de participación del 30 y 15 por ciento del mercado limeño respectivamente. La empresa “La Varesina S.A.”, la cual tiene aproximadamente 40 años en el mercado y se encuentra bien constituida, cuenta con un organigrama bien establecido y personal capacitado para desempeñar de manera eficiente las distintas funciones en la empresa. Además, ésta se caracteriza por entregar al cliente productos de calidad, aunque esto implique un mayor tiempo de entrega del pedido comparado con otras empresas. Esta organización no cuenta con gran cantidad de modelaje por lo que lanzan pocos modelos por temporada y poca variedad de colores para no complicar el proceso de fabricación de suelas. Con respecto a su infraestructura, ésta es adecuada y cuenta con una buena distribución de áreas. Otro dato es que la empresa opera principalmente con personal administrativo femenino y que la fuerza de venta se encuentra zonificada.

Con el pasar de los años, el número de empresas del rubro calzado se ha incrementado, especialmente en la ciudad de Trujillo donde existe mayor cantidad de empresas entre grandes y pequeñas, resaltando sobre estas la empresa “Ragazzi” que tiene más de 20 años en el mercado y se enfoca únicamente en satisfacer la demanda de la ciudad donde se ubica. Esta empresa cuenta con una buena infraestructura, distribución de ambientes y seguridad. Asimismo, las demás empresas de Trujillo son pequeñas y solo se dedican a fabricar suelas para ese mercado.

Como conclusión, el sector es atractivo siempre y cuando se cuente con un buen aporte de capital para ser competitivo en este mercado. De lo contrario, no se podría invertir para ofrecer variedad y capacidad al público lo cual generaría fracaso.

2.1.3 Identificación y evaluación de las oportunidades y amenazas del entorno

Luego de haber realizado un análisis del entorno global y competitivo de la empresa, en conjunto con información brindada por el gerente general de la empresa y el jefe de producción, se determinó las oportunidades y amenazas más importantes relevantes para el análisis los cuales se detallan a continuación:

Oportunidades

- La expansión del mercado objetivo de la empresa a otros sectores como el de niños y hombres debido a que actualmente la empresa sólo produce suelas para la fabricación de calzado femenino.
- El incremento del nivel tecnológico de las máquinas ofrecidas por los proveedores usadas en el proceso de producción tales como la máquina inyectora, máquina de corte y máquina lavadora, que permiten mayor eficiencia.
- Aumentar alianzas estratégicas con los principales proveedores para obtener precios especiales al realizar compras de materia prima, lo cual tiene como consecuencia la reducción de los costos de producción.
- El crecimiento poblacional, mencionado en el análisis PEST, genera un crecimiento en el mercado de las suelas.

- El cambio climático estacional produce una mayor demanda de suelas. Esto debido al desgaste que sufre el calzado durante climas húmedos, por lo que el consumidor final compra una mayor cantidad pares de zapatos en determinadas estaciones y esto genera un incremento de las ventas hacia los fabricantes de calzado.

Amenazas

- La copia de modelos de suelas por parte de la competencia es un factor importante para considerar. La empresa realiza un catálogo de los modelos de suelas que van a ser lanzados al mercado con medio año de anticipación, la información puede llegar a ser filtrada y llegar a manos de los competidores.
- Entorno político del Perú inestable que afecta la economía del país y presentó como consecuencia un aumento en los precios de importación que forman parte de la cadena productiva por lo que los costos de producción aumentaron.
- La importación de productos asiáticos es una amenaza ya que muchas veces se venden a precios menores a los productos nacionales debido a que están fabricados con otras materias primas de menor precio; sin embargo, es considerado un factor importante debido a que forman parte de la participación de mercado de suelas.
- El aumento del precio de materia prima e insumos, analizado en el factor económico del PEST, afecta directamente los costos de producción.
- Proveedores incumplidos o informales que pueden perjudicar directamente a la producción diaria. La empresa cuenta con proveedores extranjeros para la materia prima (poliol, isocianato) y maquinaria; y con proveedores nacionales en el caso de insumos secundarios. La demora en la llegada de productos de importación o productos nacionales puede llegar a afectar la producción de pedidos para los clientes.

La matriz de Evaluación de Factores Externos nos permite evaluar los factores que se han determinado como oportunidades y amenazas, resultado del macro y

microentorno, lo cual nos permitirá obtener el impacto total que posee el ambiente externo sobre la empresa. Se tomó en cuenta los factores evaluados en el análisis externo de este capítulo y se efectuó la matriz EFE.

Para obtener el valor de cada factor se utilizó una matriz de enfrentamiento de oportunidades vs amenazas. Usaremos los siguientes valores para la calificación:

1: Mala 2: Regular 3: Buena 4: Superior

Tabla 2.1

Matriz de Evaluación de Factores Externos de Pionnisan S.A.C

Factores externos clave	Valor	Calificación	Valor ponderado
Oportunidades			
Expansión del mercado a otros sectores como el de niños y hombres.	0,10	2	0,20
Incremento del nivel tecnológico de las maquinarias.	0,10	3	0,30
Aumentar alianzas estratégicas de proveedores.	0,12	2	0,24
Crecimiento poblacional que genera crecimiento del mercado.	0,09	3	0,27
Cambio climático estacional que produce mayor demanda.	0,09	4	0,36
Amenazas			
Copia de la competencia de modelos de suelas.	0,12	2	0,24
Entorno político del Perú inestable que afecta la economía del país.	0,07	3	0,21
Ingreso de productos importados asiáticos más baratos.	0,12	3	0,36
Aumento del precio de materia prima e insumos.	0,10	4	0,40
Proveedores incumplidos o informales que pueden afectar la producción.	0,09	3	0,27
Total	1,00		2,85

Se obtuvo como resultado 2,85, resultado que al ser mayor que 2,5 nos indica que la empresa responde bien a las oportunidades y amenazas. Asimismo, se observa que los factores más relevantes identificados son “Aumentar alianzas estratégicas de proveedores” como oportunidad, dado que permitiría obtener mejores precios en la compra de materia prima e insumos. Por otro lado, los factores que muestran una mayor

amenaza para la empresa son la “Copia de la competencia de modelos de suelas” dado que la originalidad de las suelas y ser los pioneros en presentar los modelos es de suma importancia; y el “Ingreso de productos importados asiáticos más baratos” que, a pesar de estar hechos de materiales más baratos, son parte de la competencia del mercado.

2.2 Análisis Interno de la Empresa

2.2.1 Análisis del direccionamiento estratégico: visión, misión y objetivos organizacionales

Actualmente, la empresa no ha definido una visión y una misión, y tampoco han difundido su esencia entre los trabajadores de la organización por lo cual el personal no estaría totalmente identificado con los objetivos empresariales. Para subsanar esta situación, en coordinación con la alta dirección y conversando con los trabajadores, se ha propuesto los siguientes enunciados de misión y visión:

Visión

“Ser el líder en la fabricación y venta de materiales para el calzado a nivel nacional, a través de una mejora continua de nuestros productos y procesos, creando y ofreciendo productos innovadores a nuestros clientes.” (Pionnisan, 2018)

Misión

“Satisfacer las necesidades del mercado a través de la venta de suelas e insumos para el calzado de alta calidad y variedad, sumado a una atención al cliente personalizada y eficiente.” (Pionnisan, 2018)

Objetivos Organizacionales

La empresa Pionnisan S.A.C. establece los siguientes objetivos organizacionales:

- Incrementar la participación de mercado en un 15% anual.
- Mejorar el desempeño laboral por medio de programas de capacitaciones por lo menos al 90% del total de colaboradores.

- Mejorar la eficiencia en la producción incrementando la productividad en un 5% anual.

Se puede observar que entre los objetivos a largo plazo la empresa quiere extender su mercado objetivo hacia sectores no aprovechados. Se desea implementar un sistema de producción automatizado que pueda mejorar la eficiencia de la producción reduciendo costos innecesarios y aumentando la productividad. Cabe resaltar que la empresa tiene además un objetivo relacionado con el recurso humano debido a que actualmente no cuenta con un área de recursos humanos.

2.2.2 Análisis de la estructura organizacional

La empresa cuenta con un organigrama que no ha sido actualizado por unos años, por ello, realizamos las actualizaciones respectivas y logramos desarrollar la estructura organizacional vigente en la organización. El organigrama (ver figura 2.1) se encuentra encabezado por el gerente general de la empresa, el sr. Vilca. Luego, figura el asesor legal de la empresa cuya labor es importante en el desempeño de la. Pionnisan tiene 3 grandes áreas: financiera, administrativa y de producción; las cuales están lideradas por un gerente de línea y sus respectivos equipos de trabajo.

La empresa Pionnisan es una sociedad anónima cerrada y está constituida por dos socios con el 55% y 45% de acciones cada uno. Es considerada una empresa de tamaño mediana con 83 colaboradores en total. Cuenta con todas las licencias exigidas para su adecuada puesta en funcionamiento.

El área de Finanzas cuenta con un jefe, el cual trabaja con dos contadoras que realizan el trabajo contable, negociaciones con el banco, así como la tramitación de documentos para la exportación de productos. Además, se usa un servicio externo de contabilidad de respaldo.

Según nos informa el Gerente Administrativo, el área de ventas cuenta con gran cantidad de participantes en los puntos de venta de Trujillo y Lima, a los cuales llaman “grupos de apoyo”, que se encargan de las ventas al por mayor y menor.

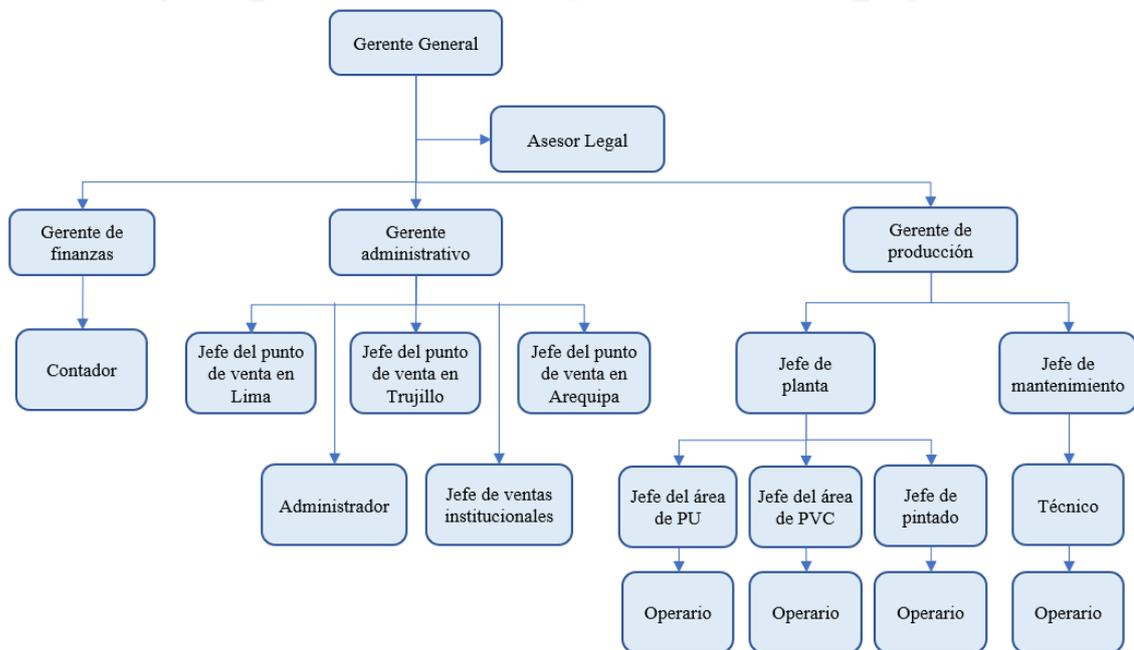
El área de producción es el área con mayor cantidad de colaboradores, el cual presenta jefes por cada tipo de materia prima usada en la fabricación de la suela. Cada

jefe debe presentar el reporte de producción diaria al final de la semana al gerente de producción y es así como miden el rendimiento que tiene cada línea de producción por tipo de suela.

Finalmente, se observa que no existe un área destinado a la compra y reposición de materiales ni un área de planificación de la producción que es clave para poder manejar correctamente los inventarios de la empresa y así satisfacer la demanda en épocas de campaña.

Figura 2.1

Organigrama de Pionnisan S.A.C

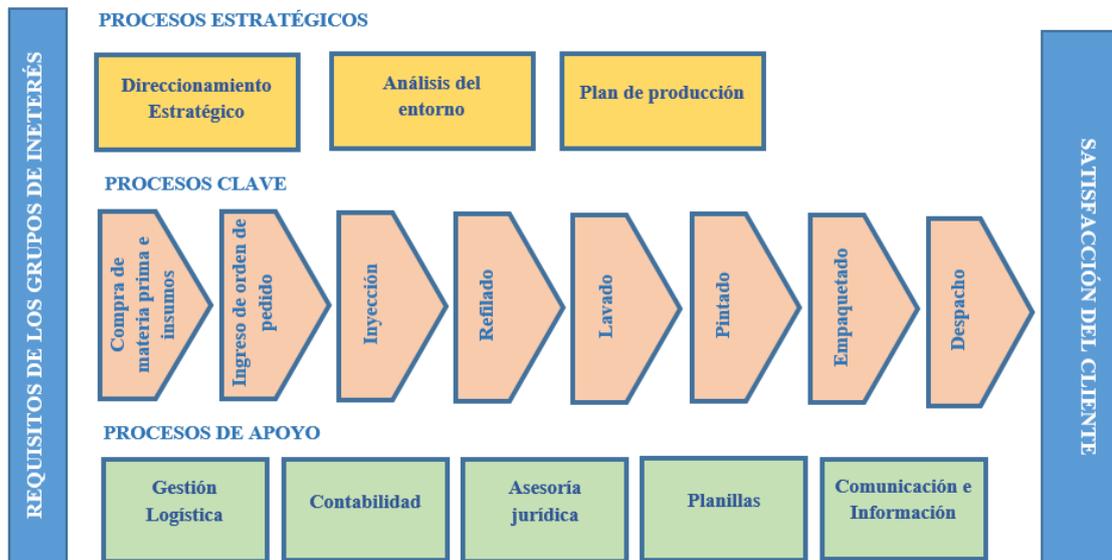


2.2.3 Identificación y descripción general de los procesos claves

El Mapa de Macroprocesos de la empresa Pionnisan S.A.C. (ver Figura 2.2) nos permitirá identificar los procesos estratégicos, los procesos clave y los procesos de apoyo que forman parte de la empresa. Nos enfocaremos en los procesos clave de la empresa ya que son los que aportan mayor valor a la empresa y cuyos resultados se pueden percibir directamente por el cliente, estos procesos tienen que fin principal la satisfacción del cliente y/o usuario final.

Figura 2.2

Mapa de Macroprocesos de Pionnisan S.A.C.



- **Compra de Materia prima e insumos:**

El proceso de compra es un de las actividades claves en la empresa, dado que por medio de ella se puede iniciar con el proceso de producción. Este proceso consiste en la realización de las siguientes tareas:

Búsqueda, cotización y evaluación de proveedores: En este caso, el trato con los proveedores de materia prima es permanente; mientras que en el caso de los insumos se busca constantemente distintas cotizaciones y se evalúa la calidad y beneficios de cada proveedor, esto para reducir los costos de la empresa.

Compra de materia prima e insumos: Para el caso de la materia prima como el polioliol y el isocianato, estos son importados en grandes cantidades. Por otro lado, los insumos en su mayoría son comprados en el mercado nacional y en poca proporción son importados de China.

Ambas tareas son realizadas por una encargada administrativa, la cual presenta informes y se reúne con el gerente general para coordinar la realización de las antes mencionadas de manera correcta.

- **Producción de las suelas:**

En el área de producción se encuentra el principal proceso de la empresa, la fabricación de suelas de poliuretano, policloruro de vinilo (pvc), pvc expandido, y caucho termoplástico.

Este proceso comienza con la orden de pedido entregada por el área de ventas al jefe de producción de la planta. Cabe resaltar que la empresa Pionnisan sigue un sistema de fabricación “Make to order” para aquellos clientes con trato directo en fábrica y “Make to Stock” para los puntos de venta. El tiempo de entrega de pedidos para clientes es de dos semanas calendario, mientras que los pedidos de los puntos de venta de la empresa se entregan, con mayor prioridad, en un tiempo promedio menor o igual a una semana.

- **Venta del producto terminado:**

El área de ventas es una parte clave de la empresa. Actualmente, existen distintos puntos de venta, tales como:

Punto de venta en Lima: Constituido por la tienda principal ubicada en el distrito del Rímac, en una zona conocida como “Caquetá”, en la cual se realizan ventas al por mayor y menor. También existe un área de recepción de pedidos en la fábrica de la empresa, en la cual se realiza solo ventas al por mayor y está dirigida principalmente a las empresas de zapatos que tienen contratos con los retailers.

Punto de venta en Trujillo: La empresa cuenta con dos tiendas ubicadas en zonas comerciales de esa ciudad. En estos puntos de venta son centrales debido a la gran cantidad demandada de suelas.

Punto de venta en Arequipa: Existe una tienda pequeña en esta ciudad, la cual mayoritariamente trabaja por pedido debido a que no existen grandes requerimientos.

La fuerza de ventas se encuentra segmentada. Por un lado, una parte de ellos se encarga de realizar visitas a los clientes con las distintas novedades de la empresa. Por otro lado, existen vendedores en los puntos de venta con un puesto fijo en las tiendas. Además, los vendedores pueden ser comisionistas como fijos.

2.2.4 Análisis de los indicadores generales de desempeño de los procesos claves – línea base

Según el Balanced Scorecard o Cuadro de Mando Integral de Pionnisan S.A.C. (ver Figura 2.3), la empresa tiene bien definidos sus objetivos estratégicos y los indicadores que les permiten evaluar cada uno de ellos. Asimismo, se muestran los programas para que se puedan llegar a las metas de cada perspectiva.

En la perspectiva financiera, la empresa tiene como objetivos estratégicos el incremento de la rentabilidad el cual sería consecuencia de una reducción de los costos. Actualmente se tiene una rentabilidad del 28% la cual a pesar de no ser baja, se ve afectada por los altos costos de producción de la empresa. Es por ello por lo que parte de las medidas a implementar son la reducción de los desperdicios de materia prima e insumos, lo cual generaría un incremento de la productividad.

En la perspectiva del cliente, la empresa tiene como objetivos abarcar un mercado más amplio y mantener la satisfacción y fidelidad de sus clientes actuales. De acuerdo con los registros que tiene Pionnisan, el % de satisfacción de los clientes se maneja en un 93% aproximadamente, para lo cual se tiene una meta de 95% a más; es por ello por lo que se busca eliminar las causas raíces de las quejas. Por otro lado, la empresa ha logrado superar la meta de más de 10 clientes nuevos por año con un promedio de 15 en el 2018.

En la perspectiva de procesos internos, se busca incrementar la productividad actual que es 0,18 par/sol a 0,2 par/sol, esto gracias a la estandarización del proceso (revisar los parámetros del proceso) de producción lo cual además traería una mejora de la calidad del producto. Actualmente existe un alto % de defectuosos, el cual tiene la meta de ser inferior 2% y es de 8%.

En la perspectiva de desarrollo, la empresa no tiene una buena estrategia para poder retener a sus colaboradores dado que no existe un adecuado ambiente laboral. Es por ello por lo que se tiene como programas la realización de actividades de integración donde se den a conocer los objetivos como área y empresa. Asimismo, se tiene pensado un programa de incentivos para que la rotación del personal sea mínima.

Figura 2.3

Balanced Scorecard de la empresa Pionnisan S.A.C.

	Objetivos Estratégicos	Indicador	Meta	Resultado	Programa
Perspectiva Financiera		Rentabilidad: Margen bruto de utilidades (Utilidad bruta/Ventas) % Costos de venta	U% = 40% < 60% =	U% = 28% Costo de venta= 72%	Aumentar las ventas con promociones. Reducir desperdicio de MP e insumos.
Perspectiva del Cliente		Número de quejas/Total de pedidos Número de nuevos clientes x año	< 5% > 10 clientes nuevos	7% 15 promedio	Eliminar las causas raíces de las quejas. Solicitar / hacer encuestas a los clientes opiniones sobre el servicio brindado.
Perspectiva de Procesos Internos		Productividad % Defectuosos % Pedidos entregados a tiempo	0.2 par/sol 2% 99%	P = 0.18 par/sol 8% 82%	Eliminar tiempos muertos de producción. Revisar los parámetros de la producción.
Perspectiva de Desarrollo		Rotación del personal Encuesta de satisfacción de colaboradores	2% del total operarios rote 95%	20% de operarios rota 70%	Realizar actividades de integración. Mejorar el ambiente laboral con un área de recursos humanos.

Nota. Los indicadores meta fueron determinados por la gerencia de Pionnisan S.A.C.

A continuación, se presentarán el Estado de Situación Financiera del año 2018 y el Estado de Resultados, los cuales nos permitirán determinar algunos indicadores claves de la empresa en estudio. Es necesario señalar que el estado de resultados presenta la utilidad general de la empresa, la cual cuenta con varias líneas de producto con diferentes márgenes de contribución.

Tabla 2.2

*Estado de situación financiera de Pionnisan S.A.C al 31 de Diciembre del 2018
(Valores expresados en soles)*

ACTIVOS		PASIVOS Y PATRIMONIO	
ACTIVOS CORRIENTES		PASIVOS CORRIENTES	
Efectivo y Equivalentes de Efectivo	1 032 755	Obligaciones Financieras	3 031 272
Cuentas por Cobrar Comerciales	5 333 351	Tributos por Pagar	12 730
Existencias Materias Primas	4 634 591	Cuentas por Pagar Comerciales	789 456
Mercadería	2 267 402		
Otros Activos	2 409 243		
TOTAL ACTIVOS CORRIENTES	15 677 342	TOTAL PASIVOS CORRIENTES	3 833 458
ACTIVOS NO CORRIENTES		PASIVOS NO CORRIENTES	
Inmuebles, Maquinaria y Equipo	450 000	Obligaciones Financieras	7 751 529
Depreciación Acumulada	- 24 300	Otras Cuentas por Pagar	
TOTAL ACTIVOS NO CORRIENTES	425 700	TOTAL PASIVOS NO CORRIENTES	7 751 529
		PATRIMONIO NETO	
		Capital Social	2 273 220
		Resultados acumulados	- 841 210
		Resultados del Ejercicio	3 086 045
		TOTAL PATRIMONIO NETO	4 518 055
TOTAL ACTIVOS	16 103 042	TOTAL PASIVO Y PATRIMONIO	16 103 042

Nota. De Estados Financieros Pionnisan S.A.C, por Pionnisan S.A.C., 2019.

Tabla 2.3

Estado de resultados de Pionnisan S.A.C. del 1 de enero al 31 de diciembre del 2018

ESTADO DE RESULTADOS DE PIONNISAN S.A.C DEL 1 DE ENERO AL 30 DE DICIEMBRE DEL 2018 (EXPRESADO EN SOLES)	
INGRESOS OPERACIONALES	
Ventas Netas	16 156 886
Costo de Ventas	-11 642 239
UTILIDAD BRUTA	4 514 647
Gastos de Ventas	- 246 074
Gastos de Administración	- 415 126
RESULTADO DE OPERACIÓN	3 853 447
OTROS INGRESOS Y EGRESOS	
Ingresos Financieros	1 021 966
Gastos Financieros	- 409 963
Diferencia de Cambio	- 623 927
RESULTADO ANTES DE PARTICIPACIÓN	3 841 523
IMPUESTO A LA RENTA	-1 152 457
RESULTADO TOTAL	2 689 066

Nota. De Estados Financieros Pionnisan S.A.C, por Pionnisan S.A.C., 2019.

Indicador del proceso de ventas

- Crecimiento anual de las ventas:

$$\% \text{ de Crecimiento} = \frac{\text{Total ventas año } x - \text{Total ventas año } x-1}{\text{Total ventas año } x-1} * 100$$

En los dos últimos años, 2017 y 2018, la empresa creció en un 12% y 14% respectivamente, lo que indica un resultado favorable que puede estar motivado por la atención al cliente, la variedad de modelos y el posicionamiento en el mercado nacional.

Indicadores del proceso financiero

- Indicador de liquidez:

$$\text{Razón Corriente} = \frac{\text{Activo corriente}}{\text{Pasivo Corriente}}$$

La razón corriente de la organización en el año 2018 fue de 4,09 veces, esto indica que ésta tiene una alta capacidad para satisfacer sus obligaciones financieras en el corto plazo.

- Indicador de solvencia:

$$\text{Razón deuda/patrimonio} = \frac{\text{Total pasivo}}{\text{Total patrimonio}}$$

Este indicador de solvencia resultó equivalente a 2,56 veces, lo que significa que gran parte del patrimonio ha sido obtenido a través de financiamientos de terceros. Es decir, que la empresa tiene una deuda casi tres veces el valor de su patrimonio.

2.2.5 Determinación de posibles oportunidades de mejora

Después de haber analizado a la empresa internamente como externamente, se determinaron los siguientes problemas.

- Paradas excesivas imprevistas de las máquinas lo cual genera retrasos en la entrega de pedidos. En la línea de producción de policloruro de vinilo (PVC) y de caucho termoplástico (TR) no ocurren paradas con frecuencia debido a que la empresa no produce gran cantidad de suelas con esta materia prima. En la línea de producción de pvc expandido ocurre una

parada semanal en una de las de las cuatro máquinas inyectoras rotativas. Mientras que en la línea de producción de poliuretano (PU) ocurren dos paradas inesperadas por semana que traen consigo un mantenimiento reactivo que duran aproximadamente 2 horas cada una. No se realizan mantenimientos preventivos en la empresa.

$$\begin{aligned} \text{Paradas imprevistas (Expanso)} &= \frac{1 \text{ hora parada}}{55 \text{ horas efectivas semanales} - \text{máquina}} \\ &= 1.82\% \end{aligned}$$

$$\text{Paradas imprevistas (PU)} = \frac{2 \text{ horas paradas} * 2 \text{ veces}}{55 \text{ horas efectivas semanales} - \text{máquina}} = 7,27\%$$

- En el área de ventas, existe mucha fuga de información de los clientes ya que el vendedor no es el único que interactúa con los compradores sino también el área de marketing, el área contable, el área administrativa y el de distribución.
- Devolución de suelas. Se mantuvo un control de las suelas devueltas por cada tipo de material durante los últimos meses y se obtuvo las siguientes cifras:

Tabla 2.4

Suelas devueltas por mes

Material de la suela	Suelas devueltas en abril del 2019	Suelas devueltas en mayo del 2019	Suelas devueltas en junio del 2019
Pvc	0	0	0
Pvc expandido	53 pares	45 pares	29 pares
Caucho termoplástico	0	21 pares	15 pares
Poliuretano	2 500 pares	4 200 pares	10 000 pares

Nota. Datos extraídos del historial de devoluciones de suelas de PU.

- Alto porcentaje de defectuosos en el proceso de inyección de suelas lo cual impacta en el incremento de costos de producción y retrasa la entrega de pedidos en la fecha pactada con el cliente. En el caso de las suelas de poliuretano, se obtuvo la siguiente ratio de suelas falladas diarias:

Pares de suelas de PU falladas

$$\begin{aligned}
 &= 5 \frac{\text{canastas}}{\text{estación}} * 15 \frac{\text{pares}}{\text{canasta}} * 36 \text{ estaciones} * 8\% \text{ falladas} \\
 &= 216 \frac{\text{pares fallados}}{\text{día}}
 \end{aligned}$$

- Demora en la llegada de materia prima, lo cual es más notorio en las épocas de mayor venta (Octubre – Marzo). Los insumos para la producción de suelas de pvc y pvc expandido son comprados de proveedores nacionales, así como de internacionales. Por el lado de los materiales como caucho termoplástico, polioliol e isocianato, estos son comprados de proveedores del extranjero por lo que se deben comprar con mínimo cuatro meses de anticipación. Debido a que los insumos son importados de Brasil, Italia y Corea del Sur; los requerimientos se deben realizar con anticipación y una mala coordinación en el control de la cantidad de materia prima existente genera retrasos en la producción de los pedidos.

2.2.6 Identificación y evaluación de las fortalezas y debilidades de la empresa

Para poder determinar las principales debilidades y fortalezas de la empresa se tomó en consideración una entrevista con el gerente de Pionnisan S.A.C. Asimismo, se elaboró el Modelo de diagnóstico integral de J. P. Thibaut (ver Tabla 2.5) para poder comprender mejor la gestión de la organización.

Se puede observar que existe una carencia de procedimientos en el área de producción de la empresa, lo cual está generando que no se cumplan con los KPI's definidos. Actualmente la empresa maneja un cumplimiento del programa de ventas del 90% según gerencia, cifra afectada por la inexistencia de un programa de calidad que permita obtener un producto que no genere devoluciones. Asimismo, la falta de mantenimientos preventivos genera retrasos en la producción. Por otro lado, la falta de

capacitaciones a los operarios y la inexistencia de un procedimiento establecido de producción genera ineficiencia y baja productividad. Por último, es necesario resaltar que no siempre se cuenta con un stock de materia prima e insumos en el almacén, lo que tiene como consecuencia retrasos de pedidos.

Tabla 2.5

Diagnóstico del área de producción en Pionnisan S.A.C.

ANÁLISIS DE RESULTADOS			
- Alto costo de producción		KPI = 55% PV	Meta: KPI < 40% PV
- Alto nivel de devolución de suelas mensual		KPI > 14%	Meta: KPI < 2%
- Nivel de disponibilidad máquina		KPI = 96%	Meta: KPI > 99%
- Alto porcentaje de rebaba		KPI = 40% Peso	Meta: KPI <=25% Peso

ANÁLISIS DE POLÍTICAS Y OBJETIVOS	ANÁLISIS DE MEDIOS Y RECURSOS	ANÁLISIS DE MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	ANÁLISIS DE RELACIONES INTERNAS Y EXTERNAS
No existe una política de calidad para el proceso/final.	Bajo nivel de conocimiento en tareas por parte de los nuevos operarios.	No se cuenta con un control riguroso de la calidad de PT y en proceso.	Mantenimiento: Falta de programación de mantenimientos preventivos.
No existe un plan de mejoramiento de la calidad constante.	Carencia de programación de capacitaciones en el área productiva.	No existe un control de procedimiento de producción.	RRHH: No hay capacitaciones continuas. Alta rotación del personal.
Inexistente política de contratación de personal calificado.	Inexistencia de presupuesto de capacitaciones.	No están definidos los estándares para producción.	Compras: Ineficiente gestión de compras de materia prima e insumos.
Ineficiente plan de programación de producción.	Falta de stock de materia prima e insumos.	No existe un procedimiento de planificación de MP.	Ventas: Retraso en el cumplimiento de pedidos.

Nota. Los KPI meta fueron determinados por la gerencia de Pionnisan S.A.C.

Una vez realizado el diagnóstico de los problemas de la empresa, podemos notar que existe una gran carencia de políticas tanto de calidad, contratación y capacitación de personal y programación de compras, producción y de mantenimientos preventivos. Estos requieren el establecimiento de un procedimiento y un presupuesto definido para que la empresa pueda reducir los excesivos costos de producción existentes, los cuales

perjudican todas las áreas de la empresa e impiden que lograr los objetivos organizacionales de la misma.

Se determinaron los factores internos clave entre fortalezas y debilidades, los cuales se detallan a continuación:

Fortalezas

- La empresa cuenta con una alta capacidad de producción para responder a grandes cantidades de pedidos debido a su producción en masa.
- Buen posicionamiento en el mercado competitivo debido a que cuenta con un prestigio ya ganado por el pasar de los años.
- Variedad de modelos de suelas para ofrecer a los clientes, ya que la empresa prepara los modelos que lanzará hasta con dos años de anticipación.
- La empresa cuenta con local propio tanto para el área administrativa como el área de producción.
- Se mantiene una buena relación con los proveedores.
- Presencia en mercados de provincia como en el norte del país donde tiene clientes ya fidelizados.

Debilidades

- Se tiene una baja capacitación realizada a los trabajadores para que puedan desempeñar sus funciones, debido a que es necesario mayor cantidad de horas de preparación.
- Falta de motivación al personal, falta de incentivos cuando se realizan buenos trabajos.
- Alto porcentaje de mermas obtenidas en el proceso de producción de suelas.
- Ausencia de personal profesionales altamente calificados, como ingenieros que puedan verificar y controlar el proceso de producción y evitar así posibles fallas.
- Mala disposición de planta, debido a que no existe un buen ordenamiento de la secuencia de las máquinas y se tiene dos locales de producción.
- Falta de programación de mantenimientos preventivos para evitar paradas de máquinas, imprevistos que puedan afectar el normal funcionamiento de la planta.

Para obtener el valor de cada factor se utilizó una matriz de enfrentamiento de fortalezas vs debilidades. Usaremos los siguientes valores para la calificación:

1: Mala 2: Regular 3: Buena 4: Superior

Tabla 2.6

Matriz de Evaluación de los Factores Internos de Pionnisan S.A.C

Factores internos clave	Valor	Calificación	Valor ponderado
Fortalezas			
Alta capacidad de producción para responder a pedidos.	0,10	4	0,40
Buen posicionamiento en el mercado competitivo.	0,10	3	0,30
Variedad de modelos de suelas a ofrecer a los clientes.	0,08	3	0,24
La empresa cuenta con local propio (administrativo y planta).	0,07	3	0,21
Se mantiene una buena relación con los proveedores.	0,04	2	0,08
Presencia en mercados de provincia.	0,08	3	0,24
Debilidades			
Baja capacitación a los trabajadores para realizar sus funciones.	0,08	3	0,24
Falta de motivación al personal.	0,08	2	0,16
Alto porcentaje de mermas obtenidas en el proceso de producción de suelas.	0,10	1	0,10
Ausencia de personal profesionales altamente calificados (ingenieros).	0,08	2	0,16
Mala disposición de planta (dos locales de producción).	0,10	1	0,10
Falta de programación de mantenimientos preventivos.	0,09	3	0,27
Total	1,00		2,50

Se obtuvo como resultado 2,50, lo que nos muestra que la empresa se encuentra en una posición promedio internamente frente a sus competidores, sin embargo, no está aprovechando del todo sus fortalezas para superar sus debilidades. Las fortalezas más resaltantes son su alta capacidad de producción que le permite tener respuesta a todos los pedidos recibidos y el buen posicionamiento que tiene en el mercado de las suelas.

2.2.7 Selección del sistema o proceso a mejorar

Se determinaron los principales problemas de la empresa gracias al análisis interno y externo de la empresa, y a través de entrevistas y encuestas realizadas al gerente general, gerente de producción y jefe de producción acerca de los procesos claves de la empresa. Los tres procesos clave evaluados son los que forman parte del Mapa de Procesos de Pionnisan S.A.C. Se realizó un Ranking de Factores con los siguientes criterios:

- La contribución a la rentabilidad, debido a que cada proceso representa un impacto diferente en la utilidad de la empresa.
- La criticidad del proceso, que se determina con las brechas existentes entre los KPI actuales y los objetivos establecidos por la empresa. A mayor brecha, mayor será el puntaje.
- La generación de diferenciación, es decir el valor agregado que le brinda el proceso clave al cliente final.
- El alineamiento estratégico, es decir en que magnitud el proceso puede contribuir con el cumplimiento de las estrategias de la empresa.

Tabla 2.7

Tabla de Enfrentamiento

Factor	Contribución a la rentabilidad	Criticidad del proceso	Generación de diferenciación	Direccionamiento estratégico	Suma	Peso
Contribución a la rentabilidad	1	0	1	1	3	25,00%
Criticidad del proceso	1	1	1	1	4	33,33%
Generación de diferenciación	1	0	1	1	3	25,00%
Direccionamiento estratégico	0	0	1	1	2	16,67%
					12	100,00%

Se evaluó cada proceso clave con una puntuación de 1, 3 o 5 según cada factor detallado anteriormente.

Tabla 2.8*Ranking de factores para seleccionar área a mejorar*

Procesos	Peso	Compra de materia prima		Producción de suelas		Venta del producto terminado	
		Factor	Total	Factor	Total	Factor	Total
Contribución a la rentabilidad	25,00%	3	0,75	5	1,25	5	1,25
Criticidad del proceso	33,33%	3	1	5	1,67	3	1
Generación de diferenciación	25,00%	1	0,25	1	0,25	3	0,75
Direccionamiento estratégico	16,67%	3	0,5	5	0,83	3	0,5
	100,00%		2,5		4		3,5

De acuerdo con el ranking de factores, se determinó que el área seleccionada para realizar la mejora es el área de producción de suelas, ya que es el área que genera mayor contribución a la rentabilidad y es la más crítica según los indicadores revisados. Además, esta área está más enfocada a los objetivos organizacionales de la empresa y más orientada al cliente.

Ahora, para determinar la línea de producción según el tipo de suela específica a estudiar se consideró el nivel de ingresos por venta de la empresa (ver tabla 2.9), donde se puede observar que la participación en la ganancia total de cada tipo de suela.

Tomando en consideración los ingresos operacionales, se determinó que se estudiará el área de producción de suelas de poliuretano, no sólo por generar el mayor nivel de rentabilidad para la empresa sino también debido a que cuenta con un proceso con mayor cantidad de operaciones, lo cual lo vuelve un proceso más completo.

Tabla 2.9

Ingresos operacionales del mes de diciembre del 2018

Descripción	Venta Neta del Mes	%
Plantas de pvc	S/123 869	9,20%
Plantas de pu	S/504 903	37,50%
Plantas de expanso	S/220 811	16,40%
Plantas de tr	S/274 667	20,40%
Mercaderías importadas	S/223 504	16,60%
Total	S/1 346 407	100,00%

Nota. Datos de venta neta proporcionados por la gerencia de Pionnisan S.A.C.

CAPÍTULO III: DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA O PROCESO OBJETO DE ESTUDIO

3.1 Análisis del sistema o proceso objeto de estudio

3.1.1 Descripción detallada del sistema o proceso objeto de estudio

Este proyecto de investigación se centrará en el proceso de producción de suelas de poliuretano el cual se encuentra dividido en cuatro estaciones principales:

- **Estación de inyección de suelas:**

Esta actividad implica el calentamiento previo de la materia prima e insumos, los cuales son el polioliol e isocianato, hasta llegar a su punto de fusión lo cual demora entre 4 a 6 horas de acuerdo con la materia prima. Luego, el polioliol se mezcla con el catalizador y agua mineral. Para lograr homogeneidad, esta mezcla se coloca en un agitador durante 20 minutos. Seguidamente, estos insumos se colocan detrás del cabezal de máquina inyectora y a través de mangueras se absorben ambos materiales a la alimentadora de la máquina. Asimismo, el encargado realiza la programación respectiva de la máquina para poder comenzar el proceso. Previo al inicio de la inyección, se esparce silicona en los moldes de aluminio, continuando con el quitado del excedente de la misma. Luego, un operario manipula el cabezal de la máquina y rocía (inyecta) la mezcla en el molde respectivo; luego, el molde es cerrado y es ahí donde ocurre la solidificación de la mezcla. Pasado un tiempo promedio que varía entre tres y cuatro minutos (según la altura de suela), se abre cada molde y se procede a extraer un par de suelas de cada estación de trabajo. Un operario se encarga de realizar un control visual de las suelas y las coloca en cajas.

En la actualidad, la empresa cuenta con 2 máquinas inyectoras, cada una con 36 estaciones de trabajo lo cual permite colocar 36 moldes a la vez y producir dicha cantidad de pares cada 4-5 minutos aproximadamente.

- **Estación de refileado:**

Este proceso consiste en el corte de rebabas de las suelas salidas del proceso de inyección. Se considera una actividad importante ya que es realizada de manera manual por operarios que hacen uso de una máquina de corte la cual deja la suela sin excedentes por los lados. Esta actividad implica concentración y precisión, de lo contrario, la suela podría terminar mal cortada y se volvería un producto defectuoso.

- **Estación de lavado:**

Luego de obtener la suela sin bordes sobrantes, esta pasa por el proceso de lavado en seco. Para este tipo de lavada se utiliza un solvente llamado percloroetileno. La máquina lavadora tiene una capacidad de lavado de 120 pares en un tiempo promedio de 13 minutos. En este proceso se eliminan los restos de silicona y de percloroetileno excedente para facilitar el pintado.

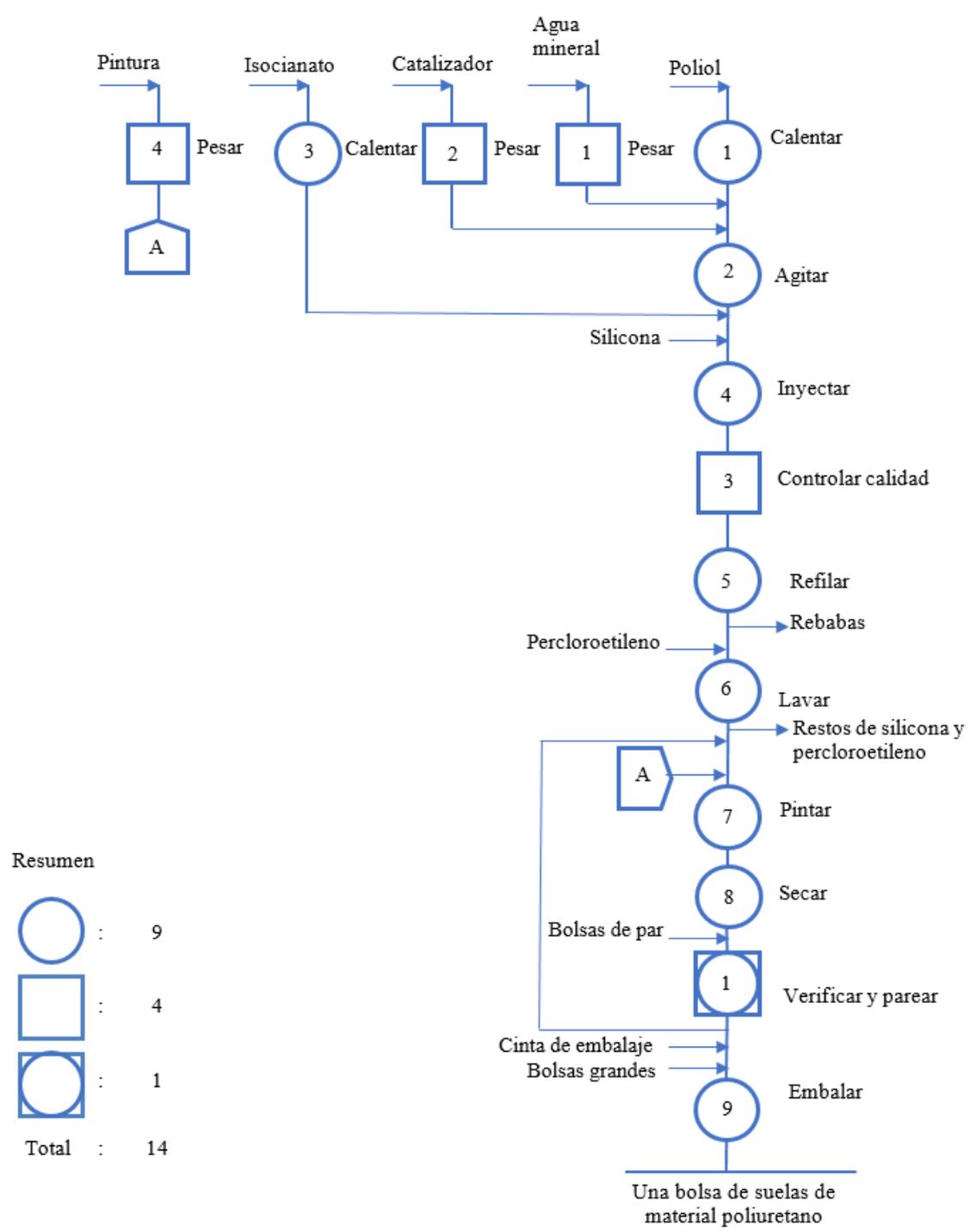
- **Estación de pintado y empaquetado:**

Una vez lavadas las suelas, se colocan en fajas transportadoras, y llegan a la zona de pintado en donde un operario especializado pinta suela por suela en la cabina de pintura. Inmediatamente, la suela se coloca nuevamente en la faja transportadora y pasa por la zona de la estufa (horno) para que el color penetre y quede fijo en la suela. Un operario verifica que la planta esté bien pintada, si encuentra alguna falla en el acabado ésta se reprocesa de lo contrario, se parean las suelas y a la vez, se revisa que sean de la misma talla y se embolsan por par. Seguidamente, se embalan las suelas en bolsas de despacho donde entran 40 pares aproximadamente y de esta forma se procede al almacenamiento de los productos terminados.

A continuación, se presenta el diagrama de operaciones del proceso de producción de las suelas de material poliuretano:

Figura 3.1

Pionnisan S.A.C - Diagrama de Operaciones de la producción de las suelas de material PU



Nota. El DOP fue elaborado en base a la información proporcionada por el jefe de producción de PU.

3.1.2 Análisis de los indicadores específicos de desempeño del sistema o proceso

El área de producción En esta sección analizaremos los indicadores productivos del proceso en estudio:

Indicadores del área de producción:

Porcentaje de fallas en la inyección de suelas:

$$\% \text{ fallas} = \frac{\text{número de pares fallados}}{\text{carga} - \text{máquina}} * 100$$

$$\% \text{ fallas} = \frac{3}{36} * 100 = 8,33\%$$

Actualmente, una carga equivale a 36 pares debido a que la mezcla de polioliol con isocianato se inyecta en las treinta y seis subestaciones que contiene cada máquina inyectora de poliuretano. Además, a través de las revisiones realizadas en un día de campo en la planta se determinó que cuatro pares de suelas salen mal inyectadas por cada carga. Se obtiene un % de fallas correspondiente a 8,33% cada cuatro minutos, tiempo en que se realiza la carga de la mezcla en los moldes ubicados en la máquina inyectora. Este indicador es muy elevado, ya que, según técnicos brasileros expertos en este rubro, el porcentaje de fallas máximo debería ser de 2%.

Porcentaje de mermas:

Este indicador es de suma importancia dado que la empresa tiene un alto costo de producción producto del material que se desperdicia en forma de mermas. Se realizó una medición de los pesos de las rebabas para 5 muestras, se procedió a determinar los porcentajes de rebaba, y con el dato del precio de materia prima y la cantidad de suelas producidas al mes, se obtuvo como resultado el costo aproximado total por merma en el mes. Este costo se encuentra alrededor de los S/ 50 000 al mes, lo cual es muy elevado e influye mucho en la utilidad de la empresa. Las rebabas son producto de una mala combinación de proporciones de la materia prima o fallas en la máquina inyectora.

Tabla 3.1*Porcentaje de mermas*

	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5
Peso de par de suelas con rebaba (KG)	0,452	0,458	0,442	0,46	0,446
Rebaba (KG/Par)	0,180	0,186	0,170	0,188	0,174
% Rebaba = Peso rebaba/ Peso suela	39,8%	40,6%	38,5%	40,9%	39,0%
Precio de MP (Soles/KG)	S/ 4,53				
Q de suelas producida en un mes (Pares)	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800
Costo de rebaba	S/ 52 022,52	S/ 53 756,60	S/ 49 132,38	S/ 54 334,63	S/ 50 288,44

Nota. Costos determinados en base a las rebabas de muestras y la producción mensual.

Productividad Total:

Para este indicador, tomaremos en cuenta el costo de materia prima, mano de obra y máquina por un día de trabajo. La producción de suelas promedio por día es 2900 pares/día.

$$Productividad\ total = \frac{Pares\ producidos}{Costo\ total\ de\ los\ recursos\ utilizados}$$

En toda el área de producción de suelas de PU hay 37 operarios y 3 jefes, se considera un tiempo de trabajo de 10 horas efectivas diarias, operando un turno al día. De esta manera, se halló la productividad:

$$Productividad\ (PU) = \frac{2900\ pares}{S/15\ 991,85} = 0,18 \frac{pares}{S/}$$

El valor hallado podría incrementarse debido a que durante las visitas a la planta se percibieron muchas suelas defectuosas producto del inyectado, el abandono del puesto para comprar snacks durante el tiempo de trabajo o el poco empeño de los operarios al realizar sus tareas.

Nivel de cumplimiento de pedidos:

La empresa considera que la fecha máxima de entrega de un pedido es hasta 15 días después de colocado la orden de compra. Se determinó el siguiente porcentaje de cumplimiento de pedidos, cuyas causas raíces serán determinadas más adelante.

Tabla 3.2

Índice de cumplimiento de pedidos

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Cantidad total de pedidos	83	104	92	87	96	107
Cantidad de pedidos entregados a tiempo	76	91	82	79	87	95
Índice de cumplimiento	91,57%	87,50%	89,13%	90,80%	90,63%	88,79%

Devolución de suelas por mal inyectado:

Se presente en el siguiente cuadro, la cantidad de pares de suelas devueltas y su valor para la empresa como costos de producción y pérdida de ventas.

Tabla 3.3

Devoluciones de Suelas de PU

Mes	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Pares de Suelas de PU devueltas/ Mes	1700	2300	1900	2500	4200	10000
Costo por Suelas Devueltas	S/ 9 367	S/ 12 673	S/10 469	S/ 13 775	S/ 23 142	S/ 55,100
Pérdida de Ventas	S/17 000	S/ 23 000	S/ 19 000	S/ 25 000	S/ 42 000	S/ 100,000

Disponibilidad de máquina inyectora:

Mediante entrevistas con el jefe de producción encargado de la máquina inyectora se determinó que la máquina registra paradas imprevistas en plena

producción, las cuales producen un atraso en la producción de suelas e incumplimiento de pedidos.

Tabla 3.4

Disponibilidad de máquina inyectora

	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
Paradas reactivas (Horas/mes)	8	10	6	9	7	4
Disponibilidad de máquina inyectora	96%	95%	97%	95%	96%	98%
Suelas no producidas (pares)	2 578	3 222	1 933	2 900	2 256	1 289

3.2 Determinación de las causas raíz de los problemas hallados

Mediante los indicadores presentados anteriormente se pudo observar los principales problemas del área de producción que incurren en costos elevados no deseados que afectan la utilidad. En primer lugar, se establecen las brechas existentes entre los objetivos organizacionales y la realidad de la empresa, para lo cual se presenta el siguiente cuadro comparativo:

Tabla 3.5

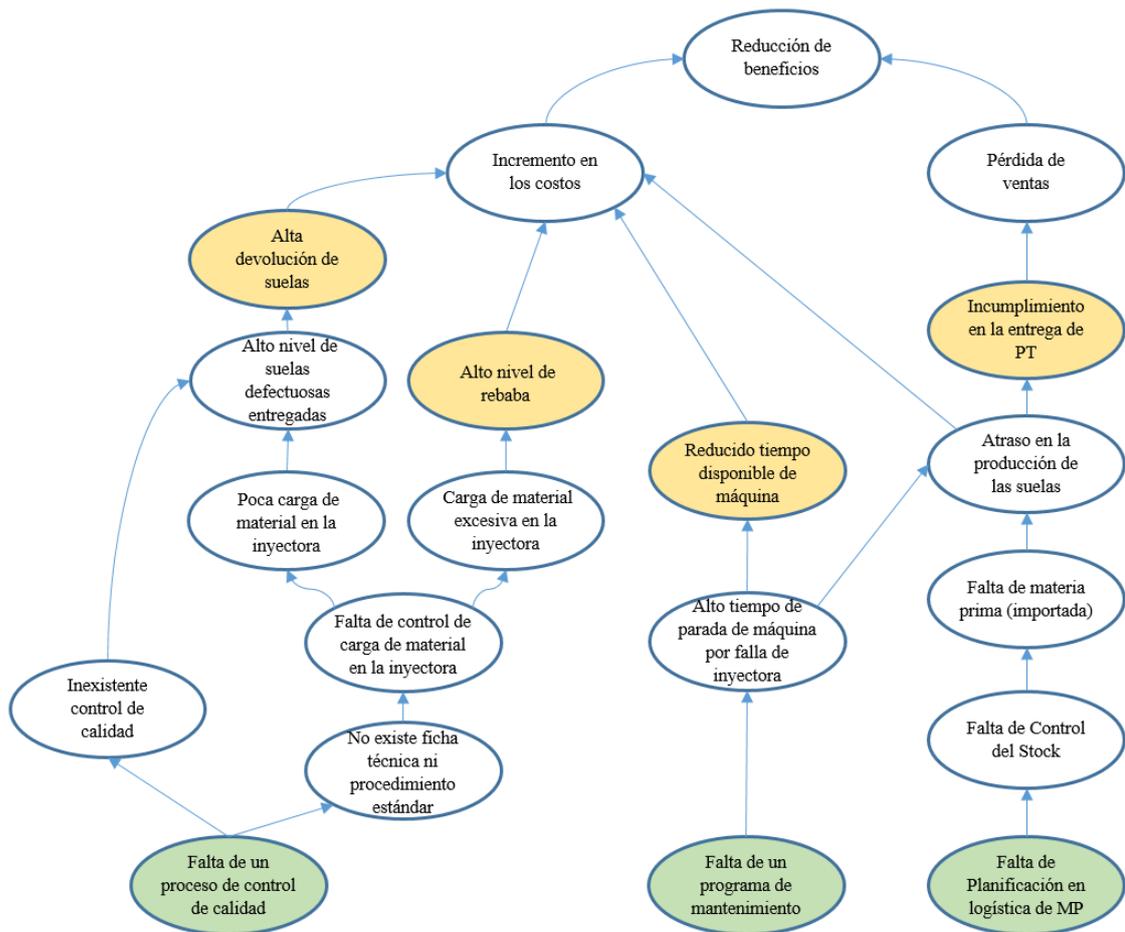
Medición de desviaciones de metas empresariales

Objetivos organizacionales	Meta	Real	Desvío/Brecha
Incremento de la participación de mercado anual	15%	10%	
Capacitación del personal operativo	100%	80%	
Incremento en la productividad	0,18 par/ S/	0,22 par/ S/	
Índice de número de pedidos bien despachados	95%	90%	
Mejora en la calidad del producto y servicio	15%	5%	

Se puede observar que las metas de los objetivos no se están alcanzando, por lo que se vuelven objeto de estudio y motiva la realización del análisis de causa - efecto (ver Figura 3.2) que nos permitirá determinar las causas raíces de los problemas encontrados.

Figura 3.2

Diagrama de Relaciones Causa - Efecto



Como se muestra en el diagrama, los problemas principales hallados son la alta devolución de suelas, el alto nivel de rebaba, el reducido tiempo disponible de máquina y el incumplimiento en la entrega del producto terminado; los cuales están generando un incremento en los costos de aproximadamente S/ 50 000 y pérdida en las ventas que ha llegado a ser de S/ 100 000 en un mes. Estos problemas se dan como consecuencia de 3 causas raíz, las cuales son la falta de un proceso de control de calidad, la falta de

un programa de mantenimiento y la falta de planificación en la logística de la materia prima.

En primer lugar, se encontró que no existe un procedimiento debidamente establecido y con parámetros definidos a seguir para el área de inyectado. Asimismo, la empresa no cuenta con una ficha técnica de la materia prima e insumos utilizados en el proceso lo que está generando problemas en el inyectado de las suelas. Por otra parte, no existe un adecuado proceso de control de calidad para el proceso de inyectado lo cual está teniendo como consecuencia un alto porcentaje de mermas y defectuosos al final de la actividad.

Se determinó también que la falta de un sistema de planificación y control de inventarios está generando una ineficiencia en el proceso clave de compras a materias primas e insumos y que la empresa se quede sin stock de ellos en determinados momentos lo que provoca atrasos en la producción de suelas.

Por otra parte, la falta de un programa de mantenimiento preventivo para las máquinas del proceso de producción genera fallas en la máquina inyectora que retrasan la producción y tiene como consecuencia incumplimiento de pedidos, lo que a su vez en los objetivos estratégicos se menciona una atención de calidad al cliente.

CAPÍTULO IV: DETERMINACIÓN DE LA PROPUESTA DE SOLUCIÓN

4.1. Planteamiento de alternativas de solución

Para poder solucionar los problemas que presenta la empresa, los cuales están generando la reducción de beneficios, se tendrá en consideración las causas raíces e intermedias determinadas con anterioridad. En base a ellas, se elaboró el diseño de las soluciones (ver Tabla 4.1).

Según el árbol de problemas, una de las principales causas raíces es la falta de un proceso de control de calidad que está generando un alto nivel de devoluciones de suelas y costos debido a las mermas producidas, cuyas variables independientes son la cantidad de material que se carga a la inyectora dado que no existe un procedimiento estándar para este proceso y los parámetros del proceso de inyección. Por otro lado, la solución Aplicar un proceso de control de calidad busca reducir los productos defectuosos y las mermas que están generando un incremento en los costos.

Otra causa raíz encontrada es la falta de un programa de mantenimiento preventivo que está generando paradas de la máquina inyectora debido a las fallas que ocurren. Las variables independientes son las intervenciones para mantenimiento preventivo, las inspecciones y sustituciones preventivas. La solución diseñada es adecuar un programa de mantenimiento para las máquinas de producción cuyo objetivo es la reducción del tiempo por falla de las máquinas, poder aumentar su disponibilidad para así aumentar la capacidad de producción y cumplir con todos los pedidos de la empresa.

Otra causa raíz que hemos podido encontrar es la falta de un programa de planificación logística para las materias primas que está generando retrasos en la producción debido a la falta de control de stock de materiales. La solución diseñada para este problema es la creación de un programa de planificación logística de materia prima para así reducir el indicador de incumplimiento de ventas y mantener un stock de materiales para la producción.

Tabla 4.1

Diseño de la solución

Diseño de la Solución	Causa raíz	Causas Intermedias	Variables Independientes	Objetivos	Variables Dependientes
<p>Aplicar un proceso de control de la calidad para reducir los productos defectuosos y el nivel de mermas.</p> <p>Criterios: Reducir costos. Aumentar capacidad de producción y productividad.</p>	<p>Falta de un proceso de control de la calidad que produce error en la carga de materia prima.</p>	<p>Determinar un procedimiento estándar para la carga de materiales y control de calidad del material.</p>	<p>Cantidad de material cargado en la inyectora. Parámetros del proceso de inyección.</p>	<p>Reducir los productos defectuosos y la cantidad de merma. Aumentar la capacidad de producción y productividad. Reducir costos extraordinarios.</p>	<p>Costos de producción. Capacidad de producción. Productividad.</p>
<p>Adecuar un Programa de Mantenimiento.</p> <p>Criterios: Reducir el tiempo por falla de máquina. Aumentar capacidad de producción y productividad.</p>	<p>Falta de un programa de mantenimiento.</p>	<p>Reducir las paradas de inyectora debido a falla de máquina.</p>	<p>Intervenciones de Mantenimiento Preventivo, Inspecciones Preventivas y Sustituciones Preventivas.</p>	<p>Reducir el tiempo por falla de máquina. Aumentar la disponibilidad de máquina.</p>	<p>El tiempo muerto por falla de máquinas. Capacidad de producción Productividad.</p>
<p>Adecuar un programa de planificación logística de materia prima.</p> <p>Criterios: Reducir la falta de materiales importados. Reducir el incumplimiento de las ventas.</p>	<p>Falta de un programa de planificación logística de materia prima.</p>	<p>Proceso para el Control del stock de materiales.</p>	<p>Los quiebres de inventario y el tiempo de falta de material importado.</p>	<p>Reducir la falta de MP importada. Reducir el atraso en la producción y el incumplimiento de ventas.</p>	<p>Tiempos de atraso en producción. Pérdida de ventas.</p>

Tabla 4.2

Alternativas de solución

N°	Causas	Solución
1	Falta de un proceso de control de calidad	Creación de proceso de control de calidad
2	Falta de un programa de mantenimiento	Creación e implementación de programa de mantenimiento preventivo
3	Falta de planificación en logística de MP	Implementar un proceso de control logístico

Como se muestra en la tabla anterior, se plantearon las siguientes alternativas de solución:

Alternativa 1: La creación de un proceso de control de calidad. Esta solución es necesaria debido a que no existe un adecuado control de la calidad, es por ello que involucra establecer un procedimiento estándar con la determinación de la cantidad de carga de material para poder reducir los defectos y mermas durante el proceso productivo. Asimismo, es necesario que se realice un exhaustivo control de calidad durante el proceso de inyectado para que las suelas que por algún motivo estén fuera de especificación se consideren suelas defectuosas y no sean despachadas al cliente final generando un bajo nivel de satisfacción. Así se reducirá los costos generados por la devolución de las suelas y aumentará el indicador de satisfacción del cliente.

Alternativa 2: Creación e implementación de un programa de mantenimiento preventivo. Las horas perdidas que generan las paradas reactivas reducen el indicador de disponibilidad de máquina inyectora y generan retraso en la entrega de pedidos debido a las suelas que se dejan de producir durante las horas de parada. La aplicación de esta solución permitirá reducir el tiempo de parada por falla de la inyectora e incrementar la disponibilidad de máquina, ya que se realizará un estudio exhaustivo del funcionamiento de la máquina que permitirá crear un adecuado programa de mantenimiento.

Alternativa 3: Implementar un sistema de control logístico. La implementación de un sistema de control para los procesos logísticos de compra y venta en la empresa

debe ser considerado de suma importancia ya que tiene consecuencias directas en el cliente (cumplimiento de entrega de pedidos) debido a que la empresa busca brindar un servicio de calidad. El impacto que tendría esta solución es evitar los atrasos en el aprovisionamiento de materiales importados, lo que también evitaría el atraso en la producción de suelas que tienen una fecha de entrega (make to order), además es necesario tener un control del stock de MP e insumos. Por lo tanto, aumentaría la satisfacción de los clientes. Se adaptará el proceso logístico a un ERP de acuerdo con las necesidades de la empresa.

4.2. Selección de alternativas de solución

4.2.1 Determinación y ponderación de criterios evaluación de las alternativas

Los criterios de evaluación que serán considerados para la evaluación de las alternativas de solución son:

La escala de complejidad es de mucha importancia ya que las diferentes alternativas de solución son variables en este factor.

El tiempo de implementación, es también importante ya que se relaciona con la coordinación que tendrán las áreas para llevar a cabo el proyecto.

El nivel de inversión, ya que cada solución implica un costo diferente que se va a invertir para llevarlo a cabo. Debe guardar relación con los resultados que se desea obtener y estar dentro del presupuesto.

El impacto en el cliente es de suma importancia ya que es el eslabón principal de la empresa. Además, la empresa busca la satisfacción y fidelidad de ellos; y ampliar su cartera de clientes.

El alineamiento con las estrategias de la empresa, ya que la empresa tiene objetivos organizacionales a largo plazo que no se están cumpliendo y deberían tomarse acciones para hacerlo.

Para poder determinar el peso de importancia de los factores presentados, se realizó una matriz de enfrentamiento.

Tabla 4.3*Matriz de enfrentamiento de factores*

Factor	Escala de complejidad	Tiempo de implementación	Costo de inversión	Impacto en el cliente	Alineamiento a las estrategias de la empresa	Total	Ponderación
Escala de complejidad		1	0	0	0	1	7,14%
Tiempo de implementación	0		1	1	0	2	14,29%
Costo de inversión	1	1		1	0	3	21,43%
Impacto en el cliente	1	1	1		1	4	28,57%
Alineamiento a las estrategias de la empresa	1	1	1	1		4	28,57%
						14	100%

4.2.2 Evaluación cualitativa y/o cuantitativa de alternativas de solución

Luego de haber planteado tres posibles alternativas de solución relevantes para el área, se procederá a elegir una de ellas usando el ranking de factores.

Para poder colocar una puntuación a cada una de las soluciones de acuerdo con cada factor explicado anteriormente, se considerará la siguiente información detallada en las tablas 4.4, 4.5 y 4.6 para la evaluación de cada propuesta de alternativa de solución.

Es necesario resaltar que todas las alternativas de solución tienen mucha relevancia para el área de producción y la empresa; sin embargo, se seleccionará una para empezar con la solución de los problemas del área y posteriormente se

desarrollarán el resto de las soluciones en la empresa según lo conversado con la gerencia de la empresa.

Tabla 4.4

Creación de un proceso de control de calidad

Alt 1: Creación e implementación de un proceso de control de calidad	
Escala de complejidad	Es necesario realizar un estudio de los parámetros dentro de los cuales debe de estar el producto en proceso: temperatura, densidad, porosidad, volumen, etc. Considerar las especificaciones del producto final, crear el procedimiento estándar de inyectado.
Tiempo de implementación	Se considera el tiempo que toma la elaboración, además que será necesario realizar capacitaciones a todo el personal involucrado para que tengan conocimiento de los nuevos procedimientos a seguir. Esto podría tomar aproximadamente un mes de capacitaciones y un mes de pruebas medibles.
Costo de inversión	El presupuesto para esta solución implica una inversión de tiempo tanto para el análisis, estudio, pruebas y capacitaciones de los operarios, por lo cual se deduce un costo de inversión medio bajo.
Impacto en el cliente	La mejora tendrá como consecuencia la reducción del porcentaje de devoluciones de suelas, por lo tanto, un aumento en la satisfacción del cliente. Además, una reducción de las mermas, lo que reducirá costos por materia prima desperdiciada.
Alineamiento a las estrategias de la empresa	Esta alternativa cumple al 100% con los objetivos estratégicos de la empresa ya que crea valor, confianza y seguridad. Además, que va a permitir un aumento de la productividad.

Elaboración propia

Tabla 4.5

Creación e implementación de un programa de mantenimiento preventivo

Alt 2: Creación e implementación de un programa de mantenimiento preventivo	
Escala de complejidad	Es una solución que requiere de un estudio de los motivos de las paradas y sus tiempos de duración, se deberá de establecer un programa de mantenimiento que no afecte las horas de producción.
Tiempo de implementación	El tiempo que va a demandar no será mayor a 2 meses si se cuenta con el apoyo de los operarios necesario para la implementación. Se requiere la información de la máquina, de sus tiempos de parada y la frecuencia.
Costo de inversión	El costo será según la frecuencia en la que se deberá de realizar el mantenimiento. Además de los gastos que abarcará la realización del mismo.
Impacto en el cliente	La implementación del programa de mantenimiento se verá reflejada en la productividad debido al aumento de producción por las horas que ya no serán perdidas por paradas imprevistas. Se podrá cumplir con los pedidos dentro del plazo de entrega.
Alineamiento a las estrategias de la empresa	La solución se alinea con las estrategias de la empresa debido a que se quiere lograr una mayor productividad y esta solución lo permite. Además de aumentar el nivel de satisfacción del cliente.

Tabla 4.6

Implementar un programa de planificación logística

Alt 3: Implementar un programa de planificación logística	
Escala de complejidad	Se requiere realizar un estudio riguroso para determinar los procesos clave del área de logística para desarrollar el sistema ERP adecuado que requiere la empresa.
Tiempo de implementación	Implicará un tiempo de aproximado de 6 meses a 1 año debido a que se requiere realizar un estudio riguroso para determinar el sistema adecuado para la empresa y capacitar posteriormente los trabajadores.

(continúa)

(continuación)

Alt 3: Implementar un programa de planificación logística	
Costo de inversión	La inversión para la instalación de un software sí es un gran costo para la empresa, debido a que se debe adecuarse a sus necesidades por lo cual será único.
Impacto en el cliente	Integrar los procesos de compras y ventas permitirá trabajar de manera óptima y determinar los niveles de stock de insumos a mantener para poder cumplir con las órdenes a tiempo. Por lo tanto, tendría un alto impacto en la satisfacción de los clientes.
Alineamiento a las estrategias de la empresa	Esta solución al tener un alto impacto en la satisfacción de los clientes cumple con las estrategias de la empresa, por lo tanto, se encuentra alineada.

Elaboración propia

4.2.3 Priorización de soluciones seleccionadas

A partir de las tres alternativas de solución señaladas en la sección 4.1 y los 5 factores mencionados en la sección 4.2.1, se asignará un puntaje ponderado según los criterios de evaluación a cada alternativa y finalmente se implementará la propuesta de mayor valor.

Según el ranking de factores (ver Tabla 4.6) se ha determinado que la mejor alternativa de solución que se debe de realizar de manera inmediata por los costos excesivos que produce es la Creación del proceso de control de calidad. Esta solución va a permitir solicitar toda la información relacionada al proceso de producción de las suelas de poliuretano para poder elaborar un procedimiento estándar que pueda ser instruido a todos los operarios y se evite la enseñanza empírica.

Además, haciendo uso de las especificaciones de las materias primas y proveedores sobre la elaboración de las suelas, se determinará las variables que deben estar en constante seguimiento para cumplir con la calidad del proceso y producto final. Asimismo, mantener un registro de las especificaciones que el producto debe seguir y los tipos de muestreo que deberán aplicarse para asegurar al cliente que no habrá defectuosos dentro del pedido.

Por otro lado, las alternativas de solución que no se desarrollarán en el presente trabajo serán atendidas posteriormente, dado que son relevantes también para el área de producción ya que incurren en costos extraordinarios y para la empresa ya que forman parte del camino para cumplir con los objetivos organizacionales.

Tabla 4.7

Ranking de factores de las alternativas de solución

Factores de selección de solución	Peso	Alt 1: Creación e implementación de un proceso de control de calidad		Alt 2: Creación e implementación de un programa de mantenimiento preventivo		Alt 3: Implementar un programa de planificación logística	
		Calif.	Punt.	Calif.	Punt.	Calif.	Punt.
Escala de complejidad	7,14%	5	0,36	5	0,36	2	0,14
Tiempo de implementación	14,29%	5	0,71	4	0,57	2	0,29
Costo de inversión	21,43%	5	1,07	4	0,86	1	0,21
Impacto en el cliente	28,57%	5	1,43	4	1,14	4	1,14
Alineamiento a las estrategias de la empresa	28,57%	5	1,43	3	0,86	3	0,86
	100,00%		5,00		3,79		2,64

CAPÍTULO V: DESARROLLO Y PLANIFICACIÓN DE LAS SOLUCIONES

5.1 Ingeniería de la solución

Existe mucha pérdida (defectuosos y merma) registrada en el proceso de inyectado de suelas de poliuretano por lo cual la solución seleccionada permitirá reducir los porcentajes de merma y las devoluciones de suelas.

5.1.1 Diseño de la propuesta de solución

En este acápite se presentará el diseño de la solución seleccionada en el capítulo anterior a través de distintos métodos cuantitativos y cualitativos.

Creación de un proceso de control de calidad

La empresa no cuenta con un adecuado proceso de control de calidad debido a que las suelas son producidas sin seguir un procedimiento regulado y por lo tanto no cumplen especificación alguna que haya sido previamente estandarizada y por ello continúan en el proceso hasta llegar al cliente final, el cual tiende a devolver la mercadería por presencia de fallas y diferencias entre sí.

Por otra parte, la empresa no cuenta con la ficha técnica de cada lote de la materia prima e insumos que ingresan a la planta, por lo cual no se tiene un control adecuado de los parámetros de cada uno. Para el seguimiento de la ficha técnica se solicitará al proveedor dicha documentación al momento del ingreso de la materia prima a la planta. Una vez que se obtenga, se tomarán en cuenta los parámetros para usar esos insumos de manera correcta en el proceso. Para la elaboración del procedimiento estándar de inyectado de suelas de PU se seleccionarán las prácticas que se comprueben que tengan los mejores resultados para definir una metodología de trabajo única y se realizarán capacitaciones constantes para que todos y cada uno de los operarios trabaje de una misma forma.

Los pasos por seguir para la solución son:

- A. Solicitar la información de la ficha técnica a los proveedores de la materia prima e insumos.
- B. Realizar el estudio del procedimiento actual y analizar las actividades tomando en cuenta los parámetros de la ficha técnica.
- C. Diseñar el nuevo procedimiento estándar para un correcto inyectado de las suelas. (A partir de la mezcla de materia prima e insumos).
- D. Determinación de las especificaciones y costos de los equipos e instrumentos por adquirir.
- E. Establecimiento del nuevo procedimiento y capacitación del proceso de control de calidad.

Previamente a la implementación del proceso de control de calidad, es necesario realizar un estudio detallado de cada una de las especificaciones relevantes que se deben de cumplir para que las suelas no tengan defectos ni salgan defectuosas, estas serán las especificaciones fijas que el área de calidad debe supervisar.

Posterior al estudio de las especificaciones, es necesario adquirir instrumentos necesarios para poder medir las características de la materia prima e insumos y determinar que cumplan con las especificaciones requeridas antes, durante y después del proceso de inyectado. Las actividades por aplicar son:

- 1. Organizar la información obtenida del estudio de las especificaciones relevantes del producto.
- 2. Extraer las características a medir y comparar con especificaciones de posibles equipos e instrumentos.
- 3. Realizar la compra de los equipos e instrumentos necesarios.

Luego de determinadas las especificaciones y adquiridos los instrumentos y equipos para el área de calidad, se procede con el punto E.

Posterior a la adquisición de los equipos e instrumentos, se procederá a establecer el nuevo procedimiento de control de calidad. Además, será necesario incorporar un jefe de calidad que pueda dedicarse exclusivamente a la evaluación de las

entradas y salidas del proceso. Además, serán necesarias las capacitaciones a los operarios que forman parte del proceso productivo.

Las actividades por seguir son:

1. Creación del nuevo procedimiento de control de calidad.
2. Incorporación de un jefe de calidad al área y asistente.
3. Capacitación de los operarios de producción de suelas de poliuretano.

5.1.2 Desarrollo de la propuesta de solución

Continuando, se presenta el desarrollo técnico para la propuesta de solución:

Seguimiento de parámetros de ficha técnica y creación de procedimiento estándar

A. Solicitar la información de la ficha técnica a los proveedores de la materia prima e insumos.

Como se mencionó con anterioridad, el área de producción no tenía en cuenta los parámetros de la materia prima ingresada debido a que no se hacía uso de la ficha técnica del proveedor. Los operarios realizaban el trabajo de manera empírica y los jefes de producción siguiendo únicamente el conocimiento que tenían sobre el proceso por los años en el rubro. Se solicitó al proveedor la ficha técnica de la materia prima donde se pueden observar las características de la materia prima y los parámetros que se deben de tener en cuenta en el proceso para obtener un buen producto final.

La empresa compra la materia prima (Prepolímero Isocianato y Mezcla Polioliol) por cilindros y el catalizador, el cual viene en presentación de envase de PVC. Para obtener una suela de poliuretano se necesitan estos tres componentes y una pequeña cantidad de agua. Una vez solicitada la ficha técnica, se analiza y se seleccionan los parámetros fundamentales los cuales se incluirán en el proceso de estandarización y control de calidad.

La ficha técnica detalla inicialmente el código de reconocimiento de cada compuesto, así como su presentación en cantidad y envase:

Figura 5.1

Descripción de los componentes para la producción de poliuretano

UTI – 4170	Prepolímero Isocianato	230kg / Cilindro
UTE – 5170	Mezcla Poliol	210kg / Cilindro
SUC – 10	Catalizador	3kg / envase PVC

Nota. De SAMSUNGPOLYMER CO. LTD, por SAMSUNGPOLYMER CO.

A la vez, la ficha técnica indica las especificaciones de los compuestos y las propiedades considerar para la mejora:

Figura 5.2

Especificaciones del proveedor sobre la materia prima

Materia Prima	UTI – 4170	UTE – 5170
Apariencia	Líquido Transparente	Líquido o pastoso
Punto Fusión (80°C)	24 hrs (Invierno)	12 hrs
	12 hrs (Verano)	
Viscosidad (cps/40°C)	100±50	3000±300
Temp Proceso (°C)	40±5	40±5
Ratio Mezcla (% de Peso)	130±2	100
Cantidad Catalizador (kg/cilindro)		2.5-2.7

Nota. De SAMSUNGPOLYMER CO. LTD, por SAMSUNGPOLYMER CO.

Una vez analizada la ficha técnica se seleccionarán parámetros esenciales para la implementación de la mejora.

Tabla 5.1*Parámetros relevantes para la aplicación de la mejora*

Parámetro	Valor	Unidad
Punto de fusión	80	grados centígrados
Tiempo de calentamiento del isocianato y polioliol	12	horas
Temperatura del proceso	40 ± 5	grados centígrados
Ratio de mezcla isocianato/polioliol	130±2/100	kilogramos
Cantidad de catalizador por cilindro de polioliol	2,5	kilogramos

Se establecerán estos puntos como necesarios para la estandarización del proceso.

B. Realizar el estudio del procedimiento actual y analizar las actividades tomando en cuenta los parámetros de la ficha técnica.

Se realizó una entrevista al jefe de producción para obtener de manera detallada el actual procedimiento de inyección de suelas. Los cilindros que contienen los 230 kg de isocianato y 210 kg de polioliol son transportados del almacén de materia prima e insumos hacia los hornos de calentamiento. Ambos materiales son calentados por 10 horas a una temperatura de 80°C y 60°C. respectivamente Cabe mencionar que la ficha técnica indica que la temperatura de fusión de estos insumos es de 80 °C, requisito necesario para poder ser utilizados. El catalizador y agua no se calientan.

Posteriormente, el polioliol se mezcla con 2,5 kg de catalizador y 240 gr de H₂O durante 20 min en una máquina agitadora. Luego ambos cilindros son transportados al área de inyección y se les coloca una manguera que absorbe el material de cada cilindro hacia su respectiva tolva en la máquina. Es en este momento que el encargado programa todas las estaciones de la máquina y la proporción de mezcla para comenzar el mezclado e inyectado inmediato de material en cada molde.

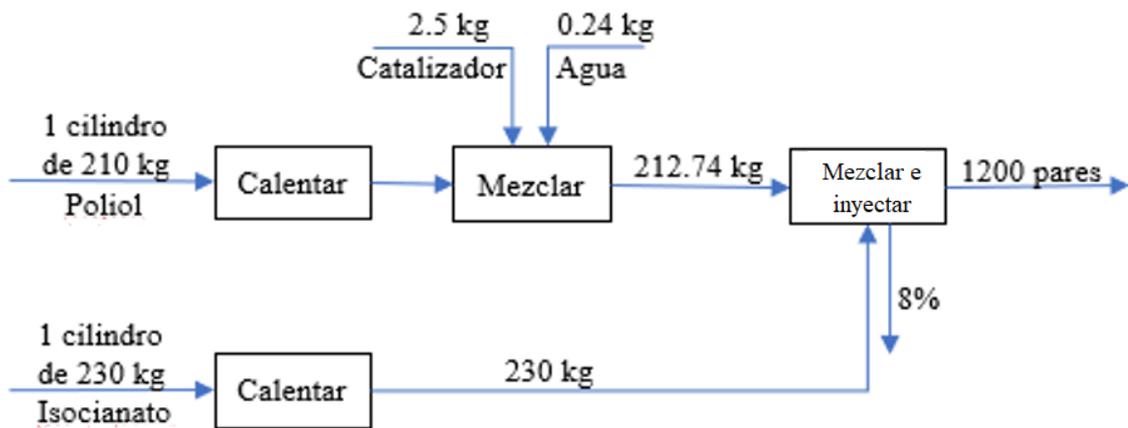
El jefe de producción programa la máquina según el modelo de suela que se va a inyectar y así los operarios empiezan la ronda colocando la silicona en cada una de las

36 estaciones, se retiran los excesos y restos; y se procede a manipular el cabezal de la máquina inyectora rociando la mezcla en el molde respectivo.

A continuación, se muestra el diagrama de bloques del actual proceso de inyectado:

Figura 5.3

Diagrama de bloques actual del proceso de inyectado



C. Diseñar el nuevo procedimiento estándar para un correcto inyectado de las suelas.

Se pudo observar que ya se tiene un método de trabajo y parámetros empíricos definidos pero que no han sido validados. Una de las propiedades que se debe de tener en consideración antes de iniciar con el inyectado de las suelas en los moldes es determinar la densidad libre de la suela.

Figura 5.4

Propiedades de la reacción para la producción de suelas de poliuretano

Tiempo Cremado(s)	Tiempo Levante(s)	Densidad Libre(g/cm ³)	Tiempo desmolde(s)	Temp molde(°C)
7 - 8	30 - 35	0.21 - 0.23	180 - 240	40 - 50

Nota. De SAMSUNGPOLYMER CO. LTD, por SAMSUNGPOLYMER CO.

Esta propiedad esta especificada en la ficha técnica (ver Figura 5.4) y se considera que se debe encontrar entre $0,21 \text{ g/cm}^3 - 0,23 \text{ g/cm}^3$ para así confirmar que la ratio de mezcla de las materias primas es el correcto y que la reacción va a tener como resultado un volumen y peso adecuado después de inyectar en el molde la mezcla y obtener las suelas.

Para poder determinar la densidad libre se inyecta el material que sale del cabezal a un vaso de papel de un volumen de 195 ml hasta aproximadamente un poco más de la mitad del vaso. Debido a que el material se infla este llega a sobrepasar el volumen interior del vaso, por lo cual se procede a cortar el excedente. Previo a esta prueba, se debe programar la máquina inyectora a una sola estación de trabajo y colocar la ratio de mezcla analizado y recomendando en la tabla 5.1 para esta mejora.

Figura 5.5

Vaso lleno con material poliuretano



Nota. Imágenes fueron tomadas durante prueba en planta.

Figura 5.6

Corte del material



Posterior al corte, se pesa el vaso que contiene el material ya inflado y teniendo en cuenta que el vaso vacío pesa 4,1 gramos, se le resta este peso para así obtener el peso del material puro. Luego, se procede a determinar la densidad libre dividiendo el peso obtenido del material inyectado puro en gramos entre el volumen del vaso que en este caso es 195 ml. Dicho resultado es la densidad libre y se debe encontrar en el rango previamente mencionado (ver figura 5.4) para así tener la certeza de que existe una correcta reacción y de esa manera evitar que las suelas salgas defectuosas. Si se encuentra en dicho rango, se comprueba que la ratio utilizado es correcto y se puede continuar con el proceso de inyectado a cada molde. En caso la densidad libre no se encontrará dentro del rango (más del establecido), se le debe de agregar 50 gr de agua al cilindro de polioliol para así reducir en $0,01 \text{ g/cm}^3$ la densidad libre.

Otro procedimiento que se debe de realizar y añadir es “la estandarización del peso de la suela según cada talla”, para ello se considera, en este estudio, como dato una densidad de moldeo de $0,40 \text{ g/cm}^3$, extraído de la ficha técnica (ver figura 5.7).

Figura 5.7

Propiedades físicas para la producción de suelas de poliuretano

Densidad de Moldeo(g/cm^3)	Dureza (shore A)	Resist Desg. (kg/cm)	Resist Tracción(kg/cm^2)	Elongación (%)
0.35 - 0.40	75 - 80	25 - 35	50 - 60	200 - 250

Nota. De SAMSUNGPOLYMER CO. LTD, por SAMSUNGPOLYMER CO.

El procedimiento para estandarizar el peso de la suela es el siguiente:

1. Hallar el volumen de un pie de suela en cm^3
2. Dato de ficha técnica: Densidad= $0,4 \text{ g/cm}^3$
3. Hallar el peso de 1 pie de suela (en gramos) con la fórmula de Arquímedes:
Densidad = Masa/ Volumen

- Determinar el valor a digitar en la máquina (valor de programación) para obtener el peso deseado.

En primer lugar, se llena un matraz cilíndrico con agua hasta que éste llegue a la altura del orificio lateral. Esperar unos segundos hasta que el agua en exceso salga del matraz.

Figura 5.8

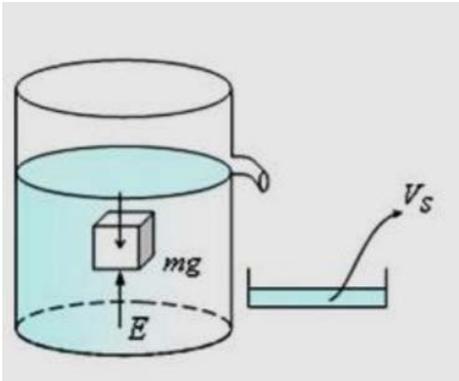
Matraz cilíndrico fabricado en la empresa



Se procede a tarar la jarra ubicada encima la balanza para así no considerar el peso del agua en exceso en la medición a realizar. Usando el principio de Arquímedes, se ingresa la suela al matraz cilíndrico de forma lenta, por lo cual el agua que hay en el interior va a comenzar a salir a través del orificio lateral y caer en la taza ubicada en la balanza. El peso del agua desplazada hacia la jarra determinará el volumen de la suela. Hay que considerar que la densidad del agua es 1 g/cm^3 y un $1\text{cm}^3 = 1 \text{ ml}$. De esta manera, hallamos el volumen de un pie de suela.

Figura 5.9

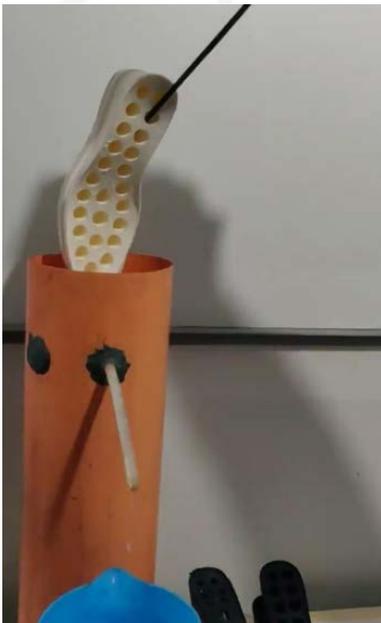
Representación del procedimiento



Nota. De Turmero, s.f.

Figura 5.10

Medición del volumen



Dado que se cuenta con la densidad de moldeo óptima como dato y la variación de la máquina, se procede a rellenar el siguiente formato creado para este procedimiento con los volúmenes hallados por talla.

Tabla 5.2

Formato para determinación del peso por suela y del valor de programación

FECHA: 12 / 02 / 2019

FORMATO DE ESTANDARIZACIÓN

DATOS GENERALES:

CÓDIGO DE IDENTIFICACIÓN DE LA SUELA:	6413
MATERIAL:	POLIURETANO
CÓDIGO DEL POLIOL:	UTE-5170
CÓDIGO DEL ISO:	UTI-4170
CODIGO DEL CATALIZADOR:	SUC-10
DENSIDAD ÓPTIMA (G/CM3):	0,4

INYECCIÓN:

TALLA	VOLUMEN POR PIE (CM3)	PESO POR PIE ÓPTIMO (GR)
35	450	180
36	480	192
37	512	205
38	540	216
39	575	230

Al multiplicar los volúmenes por la densidad óptima se determinará el peso que debe tener cada suela según modelo y talla; y así se procederá a colocar el valor obtenido en el controlador de la máquina inyectora y evitar las variaciones fuera del rango aprobado.

Este formato debe ser relleno por cada producto existente en la empresa. De esta manera, cada vez que se desee fabricar una suela específica ya se conocerá el peso óptimo y se programará de manera más rápida y eficiente. Este protocolo de trabajo permitirá reducir tiempos muertos y optimizar el uso de recursos.

D. Capacitar a los operarios sobre el uso de la ficha técnica y el nuevo procedimiento estándar.

Finalmente, se procederá con las capacitaciones a los operarios acerca del nuevo procedimiento que se va a considerar para la producción de suelas de PU y así se evitarán las fallas durante el proceso y se reducirán los costos de producción. Es necesario que todo el personal, sea o no los que realizarán los nuevos procesos, estén enterados de las actividades que se realizarán porque así le tomarán la debida importancia.

E. Determinación y estudio de las especificaciones relevantes del producto.

En el proceso de inyección se debe revisar el estado de la materia prima previo a su uso y también se debe revisar el estado y la programación adecuada de máquina a temperatura, presión y cantidad exacta para que las suelas salgan sin fallas de poros o malformadas.

A continuación, se presenta el cuadro de especificaciones que se deben de tener en consideración de la suela:

Tabla 5.3

Cuadro de Especificaciones de la Suela de Poliuretano

Nombre del producto:	Una suela de poliuretano	Desarrollado por:	Alison Rodriguez Karen Tarrillo
Función:	Proteger la planta del pie y proporcionar tracción y mayor fricción evitando caídas.	Verificado por:	Alison Rodriguez Karen Tarrillo
Insumos requeridos:	Poliol, isocianato, catalizador, agua	Verificado por:	Alison Rodriguez Karen Tarrillo
Costo del producto:	5,51 soles/par	Fecha:	16.11.19

Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Medio de control	Técnica de Inspección	NCA
	Variable / Atributo	Nivel de Criticidad	V.N. ±Tol			
Peso	Variable	Crítico	Peso estándar +5 g	Balanza	Muestreo	4%
Color	Atributo	Mayor	No tiene, es un atributo, pasa o no pasa	Inspección visual	Muestreo	Definido por el cliente
Dureza	Variable	Crítico	75 – 80 Shore A	Inspección visual	Durómetro Muestreo	Según ficha técnica
Densidad libre	Variable	Crítico	0,21 – 0,23 g/cm ³	Balanza	Inspección por lote	-

Para determinar las especificaciones que se van a controlar, se tuvo que separar las actividades de la manera siguiente:

1) Actividades de control de calidad de entrada:

- Solicitud de Certificado de Calidad de la materia prima por parte del proveedor.

El Certificado de Calidad del proveedor es un documento donde se señala que se realizaron exámenes a la materia prima y los resultados se encuentran dentro del rango permisible.

- Solicitud de la ficha técnica de los compuestos:

El proveedor deberá entregar la documentación pertinente para conocer las propiedades físicas, de reacción y otras especificaciones necesarias para llevar a cabo un procedimiento de fabricación adecuado.

2) Actividades de control de calidad durante el proceso:

Condiciones de procesamiento:

- Temperatura de fusión: 80° centígrados.
- Temperatura del molde: 40° a 50 ° centígrados.
- Tiempo de desmolde: 2 minutos 30 segundos.
- Medición de la densidad libre.
- Determinación del peso estándar de la suela.
- Rellenado de los formatos de estandarización (para todos los modelos en un inicio y luego para los que se vayan lanzando al mercado)

3) Actividades de control de calidad del producto terminado:

- Medición del peso del producto terminado.
- Medición de la dureza del producto terminado.

Determinación de las especificaciones y costos de los equipos e instrumentos por adquirir

Para realizar las pruebas físicas y medir las especificaciones que se van a controlar, serán necesarios los siguientes instrumentos:

Durómetro Shore A: Ejecuta mediciones de dureza en la escala Shore A de una gran variedad de materiales blandos, incluyendo gomas: goma blanda, caucho y elastómeros neopreno, éster poliacrílico flexible, poliuretano, silicona.

A continuación, se detalla las pruebas a realizar después del proceso de inyectado, se realizarán por muestreo:

➤ Objetivo

Medir la dureza de las suelas de PU.

➤ Alcance

Se aplica a las suelas de poliuretano que serán parte de la muestra representativa del lote.

➤ Responsabilidad

El encargado de Control de la Calidad es responsable del cumplimiento del presente método de análisis y los analistas de su correcta aplicación.

➤ Descripción

Mantener el durómetro en posición vertical sobre la superficie de la suela. A continuación, se ejerce presión con él y sin choques sobre la suela que será examinada hasta que la superficie de contacto se apoye completamente. Posteriormente se podrá leer el resultado en la pantalla. Como esta especificado en la ficha técnica la dureza del material debe encontrarse en el rango 75 – 80 Shore A.

Figura 5.11

Durómetro Shore A



Nota. De PCE INS, por Equipamiento Científico, 2019,

<http://www.equipamientocientifico.com/shop/product/durometro-digital-pce-instruments-pce-dd-a-10235>

Tabla 5.4

Especificaciones Técnicas del Durómetro

Fuerza de presión	12,5 N
Cuerpo penetrador	35 °
Norma	DIN 53505
Diámetro del reloj	57 mm
Longitud total	123 mm
Rango de indicación	0 ... 100
Rango de medición	10 ... 90
Límite de error	± 0,5
División de la escala	1
Aguja de arrastre	según el modelo
Peso	158 g

Nota. Las especificaciones fueron extraídas del manual del durómetro

Pirómetro: Un pirómetro es un dispositivo capaz de medir la temperatura de una sustancia sin necesidad de estar en contacto con ella. Para este proceso es necesario que se verifique que la temperatura del molde en el cual se va a inyectar las suelas este en un rango de 45°C a 50°C.

➤ **Objetivo**

Medir la temperatura de los moldes donde se inyectará el material para obtener las suelas de PU.

➤ **Alcance**

Se aplica a las suelas de poliuretano que serán parte de la muestra representativa del lote.

➤ **Responsabilidad**

El encargado de Control de la Calidad es responsable del cumplimiento del presente método de análisis y los analistas de su correcta aplicación.

➤ **Descripción**

Se acerca el pirómetro a la zona de los moldes y con tal solo acercar el instrumento de medición a los moldes, éste mostrará la temperatura en la pantalla.

Figura 5.12

Pirómetro



Nota. De UNI-T, por Toolboom, 201, (<https://tinyurl.com/yysef55c>)

Balanza de precisión de laboratorio

Es un instrumento que sirve para medir la masa de los cuerpos que se colocan encima de su plataforma.

➤ **Objetivo**

Medir la masa de las suelas de PU.

➤ **Alcance**

Se aplica a las suelas de poliuretano que serán parte de la muestra representativa del lote.

➤ **Responsabilidad**

El encargado de Control de la Calidad es responsable del cumplimiento del presente método de análisis y los analistas de su correcta aplicación.

➤ **Descripción**

Después de determinar la cantidad de la muestra para la aceptación del lote, se procederá a medir y el peso debe encontrarse dentro del rango permitido. Como se detalló en la anterior solución se obtuvo el peso estándar de la suela, el cual solo puede tener una variación aceptable de ± 5 gramos. Si se tiene un peso mayor, se controlará mediante el proceso de refileado.

Figura 5.13

Balanza de Precisión



Nota. De Corporación Vasot, por Corporación Vasot, 2019

(<https://corporacionvasot.com/producto/balanza-de-precision-de-1200g-2200g-3100g-4100g-6100g/>)

E. Establecimiento y capacitación del proceso de control de calidad

El nuevo procedimiento de control de calidad detallará lo siguiente:

Será necesario la verificación del nivel de calidad con el cual ingresa la materia prima a la planta, por lo cual se le solicitará al proveedor el Certificado de Calidad de la Materia Prima e Insumos, donde se registre que los mencionados hayan pasado por todas las pruebas requeridas por la empresa y especificadas en la ficha técnica.

Durante el proceso de inyectado se deberá controlar las condiciones de procesamiento indicadas con anterioridad: Condiciones de procesamiento:

- Temperatura de fusión: 80° centígrados.
- Temperatura del molde: 40° a 50 ° centígrados.
- Tiempo de desmolde: 2 minutos 30 segundos.
- Medición de la densidad libre.
- Determinación del peso estándar de la suela.
- Rellenado de los formatos de estandarización.

Muestreo de aceptación para variables

Además, se establece el siguiente Plan de Calidad: Para cada lote que se termine de producir se deberá realizar un muestreo de aceptación para variables, para ello se

hará uso de las tablas MIL – STD 414. Al ser grandes lotes de producción, se inspeccionará una muestra de cada lote y a partir de los resultados tomará la decisión de aceptar o rechazar el lote.

Para el presente trabajo se detallará el ejemplo de un día de trabajo de la empresa para fines explicativos de la aplicación de Plan de Muestreo de Aceptación por Variables. Se tiene un tamaño de lote de 400 y se va a manejar un nivel de inspección IV el cual corresponde a un nivel de inspección normal. Según la tabla de Letras Clave (ver tabla 5.3) para un tamaño de lote entre 301 - 500 unidades y un nivel de inspección IV se selecciona la letra clave I. Según lo conversado con el gerente de Pionnisan SA.C. se tiene fijado un AQL de 4%.

Tabla 5.5

Tabla de selección de letra

TAMAÑO DEL LOTE	NIVELES DE INSPECCION				
	I	II	III	IV	V
2 – 8	B	B	B	B	C
9 – 15	B	B	B	B	D
16 – 25	B	B	B	C	E
26 – 40	B	B	B	D	F
41 – 65	B	B	C	E	G
66 – 110	B	B	D	F	H
111 – 180	B	C	E	G	I
181 – 300	B	D	F	H	J
301 – 500	C	E	G	I	K
501 – 800	D	F	H	J	L
801 – 1300	E	G	I	K	L
1301 – 3200	F	H	J	L	M
3201 – 8000	G	I	L	M	N
8001 – 22000	H	J	M	N	O
22001 – 110000	I	K	N	O	P
110001 – 550000	I	K	O	P	Q
Más de 550001	I	K	P	Q	Q

Nota. De *Control Estadístico de Calidad* (p. 176), por Rendón H., 2013, Universidad de Colombia

Después de determinar la letra clave, la cual es I, se procede a hallar el tamaño de la muestra y el valor M en la tabla B-3 del MIL-STD 414 (ver tabla 5.6). Se busca cruzar la letra clave con el AQL puesto por la empresa. En este caso el tamaño de muestra es de 25 y el valor M (constante de aceptabilidad) es 8.63.

Se procede a determinar Q_s y Q_i según los límites de especificación que maneja la empresa para el peso de la suela. En este caso se tiene una suela de peso 160 g, los límites de especificación definidos empíricamente por la empresa son 155 g y 165 g.

Figura 5.14

Fórmulas de MIL-STD 414

$$Q_s = (LS - \bar{X}) / s$$

$$Q_i = (\bar{X} - LI) / s$$

Nota. De *Control Estadístico de Calidad* (p. 178), por Rendón H., 2013, Universidad de Colombia

Se procede a determinar los valores muestrales \bar{x} y s , los cuales son 160,36 y 3,487 respectivamente. A continuación, se calcula Q_s y Q_i , mediante las fórmulas detalladas en el gráfico 5.12, se obtuvo como resultado 2,19 y 2,40 respectivamente. Dichos valores se buscan en la tabla B-5 la cual es para determinar fracción defectuosa del lote, obteniéndose 1,09 y 0,546 respectivamente. Dado que la suma de ambos es menor que M , se acepta el lote: $1,636 < 8,63$.

Figura 5.15

Tabla B-3 MIL-STD 414 Método de la desviación estándar. Variabilidad desconocida inspección normal dos límites de especificación forma M

	n	NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (AQL%)						Inspección Normal							
		0,04	0,07	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10	15
Letra		M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M	M
B	3	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	7,59	18,86	26,94	33,69	40,47
C	4	↓	↓	↓	↓	↓	↓	1,53	5,50	10,92	16,45	22,86	29,45	36,90	
D	5	↓	↓	↓	↓	↓	1,33	3,32	5,83	9,80	14,39	20,19	26,56	33,99	
E	7	↓	↓	↓	↓	0,422	1,06	2,14	3,55	5,35	8,40	12,20	17,35	23,29	30,50
F	10	↓	↓	↓	0,349	0,716	1,30	2,17	3,26	4,77	7,29	10,54	15,17	20,74	27,57
G	15	0,099	0,186	0,312	0,503	0,818	1,31	2,11	3,05	4,31	6,56	9,46	13,71	18,94	25,61
H	20	0,135	0,228	0,365	0,544	0,846	1,29	2,05	2,95	4,09	6,17	8,92	12,99	18,03	24,53
I	25	0,155	0,250	0,380	0,551	0,877	1,29	2,00	2,86	3,97	5,97	8,63	12,57	17,51	23,97
J	30	0,179	0,280	0,413	0,581	0,879	1,29	1,98	2,83	3,91	5,86	8,47	12,36	17,24	23,58
K	35	0,170	0,264	0,388	0,535	0,847	1,23	1,87	2,68	3,70	5,57	8,10	11,87	16,65	22,91
L	40	0,179	0,275	0,401	0,566	0,873	1,26	1,88	2,71	3,72	5,58	8,09	11,85	16,61	22,86
M	50	0,163	0,250	0,363	0,503	0,789	1,17	1,71	2,49	3,45	5,20	7,61	11,23	15,87	22,00
N	75	0,147	0,228	0,330	0,467	0,720	1,07	1,60	2,29	3,20	4,87	7,15	10,63	15,13	21,11
O	100	0,145	0,220	0,317	0,447	0,689	1,02	1,53	2,20	3,07	4,69	6,91	10,32	14,75	20,66
P	150	0,134	0,203	0,293	0,413	0,638	0,949	1,43	2,05	2,89	4,43	6,57	9,88	14,20	20,02
Q	200	0,135	0,204	0,294	0,414	0,637	0,945	1,42	2,04	2,87	4,40	6,53	9,81	14,12	19,92
		0,07	0,10	0,15	0,25	0,40	0,65	1,00	1,50	2,50	4,00	6,50	10	15	
		NIVELES DE CALIDAD ACEPTABLE (AQL%)						Inspección Rigurosa							

↓ Use el primer plan bajo la flecha. Si el tamaño de la muestra iguala o excede el tamaño del lote, haga inspección 100%

Nota. De *Control Estadístico de Calidad* (p. 190), por Rendón H., 2013, Universidad de Colombia

Es necesario resaltar que el tipo de inspección usada es la normal para empezar con el estudio, la cual deberá cambiar a ser rigurosa y/o reducida si se dan los siguientes casos:

Tabla 5.6

Criterios para cambio de niveles de inspección

Pasar de:	A:	CRITERIO
Normal	Rigurosa	Si 2 de 5 lotes han sido rechazados
Normal	Reducida	Si 10 lotes consecutivos han sido aceptados
Rigurosa	Normal	Si 5 lotes consecutivos han sido aceptados
Reducida	Normal	Si 1 lote es rechazado

Nota. Adaptado de *Control Estadístico de Calidad (p. 190)*, por Rendón H., 2013, Universidad de Colombia

Gráficos de control

Por otra parte, para poder determinar que el proceso se encuentra bajo control y que no existen causas asignables y de variación no aleatorio en el proceso que se deban de eliminar y/o corregir, se realizarán gráficas de control extrayendo muestras de suelas durante la producción y anotando sus pesos respectivos.

Para poder construir los gráficos de control se tomaron datos de un total de 100 suelas considerando el mismo modelo y talla, a las cuales se les evaluó el peso. Para ello, se tomaron 25 muestras con un tamaño de muestra de 4 suelas. Se determinó el tamaño de muestra pequeño para aumentar la sensibilidad del proceso de detección de anomalías; por otra parte, la frecuencia de muestreo se realizará durante el día completo de trabajo para que el estudio pueda abarcar horario de la mañana y tarde; y así se va afecto por cualquier tipo de condición que se presente durante la jornada. Para determinar los gráficos de control de este estudio inicial del proceso se tomaron muestras por 12 días laborables.

En la siguiente tabla se pueden observar los datos recolectados de las muestras de suelas.

Tabla 5.7*Datos de pesos de suelas*

Muestra	Suela 1	Suela 2	Suela 3	Suela 4
1	161	163	156	166
2	164	171	175	168
3	167	169	158	169
4	171	173	168	170
5	165	159	170	172
6	162	167	166	166
7	169	170	172	156
8	165	162	163	167
9	170	160	167	164
10	159	165	169	170
11	168	157	158	160
12	170	172	169	159
13	158	171	164	157
14	170	167	170	173
15	166	168	163	168
16	165	166	162	170
17	174	170	165	162
18	165	174	173	168
19	162	161	168	163
20	172	163	165	167
21	171	156	170	159
22	165	158	163	158
23	163	160	165	167
24	167	161	170	159
25	163	164	159	160

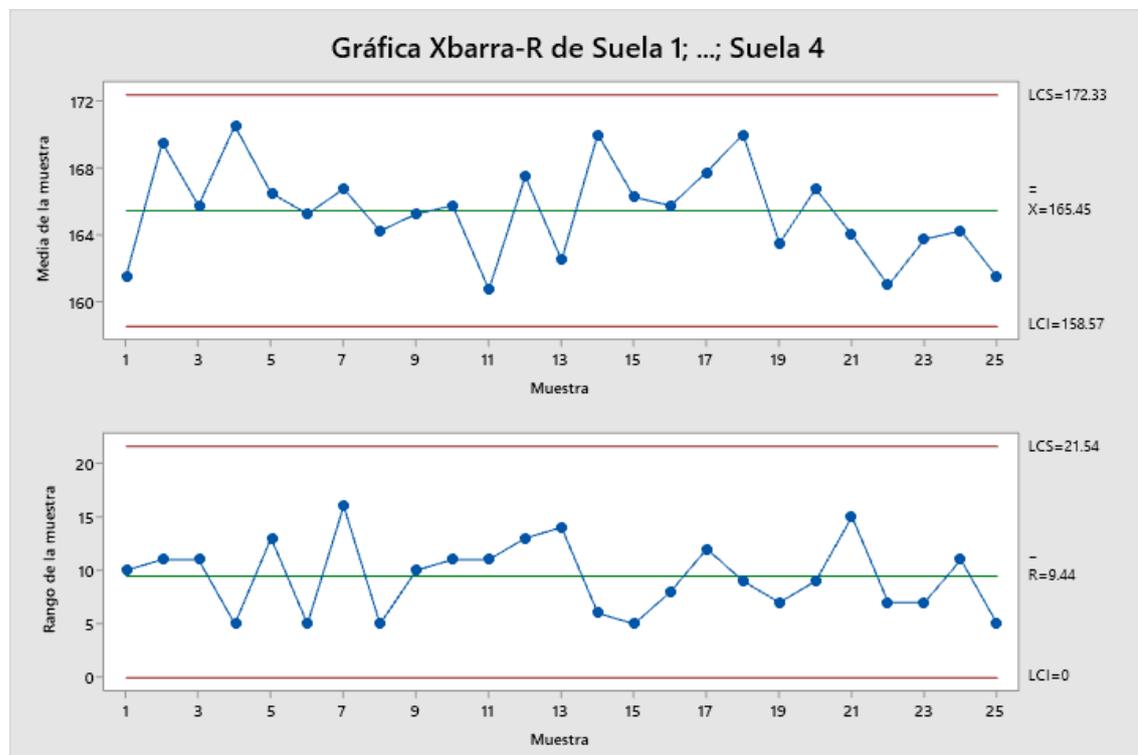
Nota. Datos obtenidos de la prueba piloto en la empresa Pionnisan S.A.C.

En base a los datos determinados anteriormente, se ingresó la información al Minitab y obtuvo como resultado las gráficas presentadas en la figura 5.15.

Como se puede observar en las gráficas los pesos promedios de las muestras están dentro de los límites de control. Además, los rangos se encuentran dentro de los límites, por lo cual se deduce que el proceso está bajo control. Si existe un punto de la curva que este fuera de los límites calculados, se debe buscar las causas asignables para eliminarlas. Por otra parte, en caso existiera una causa no asignable que afecte el proceso y cambie los límites de control, estos deben volver a ser calculados.

Figura 5.16

Gráfico XBarra-R



Nota. Elaborado en Minitab según datos obtenidos de producción.

Análisis de resultados obtenidos de prueba piloto

Para poder validar que la solución presentada anteriormente es viable técnicamente, se realizó una prueba piloto después de capacitar a un grupo de operarios acerca del seguimiento de parámetros de la ficha técnica y el nuevo procedimiento estándar a seguir para el correcto inyectado de las suelas. La prueba piloto de la implementación de la solución se realizó por 10 días de trabajo.

Durante los dos primeros días se pudo observar la adaptación de los operarios a seguir el nuevo procedimiento y evitar realizar las operaciones de forma empírica, por lo cual el proceso se desarrolló de una forma más lenta que lo habitual. Los lotes producidos durante los días posteriores se fabricaron con mayor destreza, ya que los operarios ya contaban con el conocimiento del proceso que se debía de seguir, siempre controlando las variables más importantes.

Para determinar los porcentajes de rebaba obtenidos (ver tabla 5.9) una vez implementado el nuevo procedimiento estándar, se pesó de manera diaria el total de merma obtenida en el área de refilado y se evaluó en base al peso total del lote establecido. Según el registro revisado del formato de estandarización, el peso estándar de la suela es de 0,136 kg, por lo tanto, el peso total del lote es de 54,4 kg. Para ello de un lote de 400 pies por 10 días trabajados, el área de refilado se encargó de almacenar los kilogramos de merma para poder pesarlos y así obtener el total de merma por el lote.

Tabla 5.8

Resultados de porcentaje de rebaba por día

Día	Lote	Peso estándar unitario (kg)	Peso total (kg)	Kg de merma	% Rebaba
1	400	0,136	54,4	20,5	27,37%
2	400	0,136	54,4	22,4	29,17%
3	400	0,136	54,4	21,3	28,14%
4	400	0,136	54,4	22,4	29,17%
5	400	0,136	54,4	21,6	28,42%
6	400	0,136	54,4	22,0	28,80%
7	400	0,136	54,4	19,9	26,78%
8	400	0,136	54,4	20,1	26,98%
9	400	0,136	54,4	20,5	27,37%
10	400	0,136	54,4	21,0	27,85%
Total				211,7	28,00%

Nota. Datos hallados de la prueba piloto en la empresa Pionnisan S.A.C

Como se puede observar en el cuadro, para cada lote de producción se obtuvo kilogramos de mermas que representan en promedio el 28% del peso bruto total de las suelas. Esto demuestra una mejora en el proceso debido a que, según indicadores de la situación inicial, se tenían mermas de hasta más del 40% del peso bruto de las suelas, se demuestra la efectividad del procedimiento.

Además, para verificar que el proceso se mantuviera bajo control se seleccionó aleatoriamente 1 lote diario por 10 días, para los cuales se determinó el tamaño de muestra con un 95% de nivel de confianza y un margen de error del 5% obteniéndose 196 unidades a medir la variable peso. Con el peso de las muestras se procedió a determinar el X-barra y el rango con los resultados mostrados en la tabla 5.10.

$$n = \frac{z^2 * p * q * N}{NE^2 + z^2 * p * q}$$

Tabla 5.9*Resultados de prueba piloto*

Lote	Tamaño de lote	Muestra	X-barra	R
1	400	196	164,23	6,73
2	400	196	170,51	13,45
3	400	196	163,21	8,46
4	400	196	160,89	10,42
5	400	196	164,27	9,24
6	400	196	167,84	14,13
7	400	196	162,34	13,27
8	400	196	165,98	6,87
9	400	196	166,43	4,87
10	400	196	169,63	11,59
Promedio			165,53	9,90

Nota. Datos hallados de la prueba piloto en la empresa Pionnisan S.A.C.

Según los resultados obtenidos, se observó que los valores de x-barra y R se siguen manteniendo dentro de los gráficos de control (ver figura 5.15) establecidos anteriormente, lo cual demuestra que la producción está bajo control estadístico. Es necesario resaltar que para cada modelo de suela se debe emplear sus propios gráficos de control dado que se manejan pesos diferentes según modelo y talla.

Por otro lado, se registró un aumento en la producción por día, según récords de la empresa se mantenía una producción promedio de 2 900 pares/día, sin embargo, en los últimos días se pudo registrar que la producción llega a ser de más de 3500 pares/día. Según lo revisado, este incremento en la producción tiene fundamento en la reducción de material desperdiciado por los excesos de rebaba, además de una correcta programación de la máquina inyectora, ya que ahora se inyecta la cantidad de material adecuada y ya no una cantidad empírica.

Finalmente, haciendo una comparación entre la situación inicial de la empresa y los resultados obtenidos de la prueba piloto realizada (ver Tabla 5.11) se puede observar la mejora en los indicadores presentados. Gracias a la creación del proceso de control de calidad se pudo establecer un procedimiento de control de calidad cuyo impacto se vio reflejado en la reducción de unidades defectuosas despachadas y, por lo tanto, la reducción de devoluciones de pedidos que ocasionaban pérdidas a la empresa.

Tabla 5.10*Comparativo entre situación inicial y resultados de prueba piloto*

	Situación inicial	Resultados prueba piloto
% de Rebaba	40 %	28 %
Situación de control de los lotes	Fuera de control	Bajo control estadístico
Cantidad producida por día	2 900	3 500

Nota. Datos hallados de la prueba piloto en la empresa Pionnisan S.A.C . Elaboración propia

A partir de los resultados de la prueba piloto, se realizó un estudio de correlación con el fin de demostrar que las mejoras realizadas están impactando en el problema. Se analizó la variable independiente de cantidad de lotes inspeccionados y se determinó la correlación con la variable de pedidos devueltos. El coeficiente de correlación que se obtuvo es de -0.917674975 , lo que demuestra que existe una gran correlación entre ambas variables.

Tabla 5.11*Cantidad de lotes inspeccionados y pedidos devueltos*

Situación	Cantidad de lotes inspeccionados	Pedidos devueltos
Antes de la mejora	0	4
Antes de la mejora	0	3
Antes de la mejora	0	5
Antes de la mejora	0	4
Después de la mejora	1	3
Después de la mejora	3	1
Después de la mejora	5	2
Después de la mejora	5	1
Después de la mejora	7	0
Después de la mejora	8	0
Después de la mejora	6	1

Nota. Datos hallados de la prueba piloto en la empresa Pionnisan S.A.C . Elaboración propia.

Por otro lado, se analizó también la correlación entre las variables porcentaje de merma y la producción obtenida del día, para lo cual se obtuvo como resultado un coeficiente de correlación de -0.905869365 lo cual demuestra que la reducción del porcentaje de merma aumentaría la producción.

Tabla 5.12*Porcentaje de merma y unidades producidas*

Situación	Merma (%)	Producción
Antes de la mejora	39.82%	2872
Antes de la mejora	40.61%	2800
Antes de la mejora	38.46%	2840
Antes de la mejora	40.87%	2760
Después de la mejora	27.37%	3380
Después de la mejora	29.17%	3100
Después de la mejora	28.14%	3320
Después de la mejora	28.42%	3020
Después de la mejora	29.80%	3200

Nota. Datos hallados de la prueba piloto en la empresa Pionnisan S.A.C . Elaboración propia

5.2 Plan de implementación de la solución**5.2.1 Objetivos y metas**

El objetivo principal de la solución es la reducción de los costos producto de las mermas y suelas defectuosas. Para los objetivos y metas se presenta el siguiente cuadro:

Tabla 5.13*Hoja de planeación de objetivos y metas*

<i>Solución</i>	<i>Objetivos</i>	<i>Metas</i>
Creación de un proceso de control de calidad	Reducir el porcentaje de devolución de suelas	Reducir el porcentaje de devolución en un 50%
	Incrementar el ratio de órdenes bien atendidas	Órdenes bien atendidas > 95%
		Reducir el porcentaje de suelas mal inyectadas a un 2% por lote producido.
	Reducir el ratio de mermas y defectuosos	Reducir el porcentaje de mermas a un 25%.
	Capacitar al personal operativo en los métodos de trabajo por actividad.	Realizar 8 capacitaciones/año a todo el personal operativo de la empresa.

5.2.2 Elaboración del presupuesto general requerido para la ejecución de la solución

Para la implementación de la solución, se determinó el siguiente presupuesto general:

Tabla 5.14

Presupuesto general de la solución

Persona, equipo o programa requerido	Costo	Unidad	Tiempo de trabajo / uso	Unidad	Monto	Tipo	Total
Calculadora	70	S/	Permanente	2	S/ 140		
Laptop	2 500	S/	Permanente	2	S/5 000		
Balanza de precisión	1 500	S/	Permanente	2	S/3 000		
Pirómetro	700	S/	Permanente	2	S/1 400		
Probeta	100	S/	Permanente	2	S/ 200		
Durómetro Shore A	400	S/	Permanente	2	S/ 800	Inversión	S/24 540
Habilitación del área	6 000	S/	Permanente	1	S/6 000		
Tiempo invertido por el área de trabajo	60	S/	7	10 personas	S/4 200		
Capacitaciones	400	S/	7	días	S/2 800		
Costos del proceso de reclutamiento y selección	1 000	S/	-	-	S/1 000		

Nota. Presupuesto elaborado en base a las necesidades de la propuesta de solución.

Tabla 5.15

Costo por mes de la solución

Persona, equipo o programa requerido	Costo	Unidad
Material para área de calidad	500	S/ /mes

(continúa)

(continuación)

Persona, equipo o programa requerido	Costo	Unidad
Un supervisor de control de calidad	2 500	S/ /mes
Un asistente de control de calidad	1 500	S/ /mes
Total	4 500	S/ /mes

5.2.3 Actividades y cronograma de implementación de la solución

A continuación, se presenta las actividades con el cronograma de implementación:

Tabla 5.16

Cronograma de actividades de las soluciones

Actividad	Duración (semanas)	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Levantamiento de información y análisis del actual proceso de producción.	3	■	■	■																		
Estudio y diseño del nuevo procedimiento estándar de producción de suelas de PU.	4				■	■	■	■														
Creación del nuevo procedimiento de control de calidad.	4				■	■	■	■														
Evaluación de oferta de equipos e instrumentos.	2							■	■													
Realizar la compra de los equipos e instrumentos necesarios.	2									■	■											
Instalación e implementación del área de calidad.	2											■	■									
Reclutamiento y selección del jefe y asistente de calidad.	4												■	■	■	■						
Incorporación de un jefe y asistente de calidad.	1																■					
Capacitación de los operarios e involucrados sobre los nuevos procedimientos.	2																	■	■			
Puesta en marcha y prueba piloto	2																				■	■

CAPÍTULO VI: EVALUACIÓN ECONÓMICA FINANCIERA DE LA SOLUCIÓN

6.1 Evaluación económica financiera de la solución

En este capítulo se determinará si el proyecto es viable económicamente y se consideró como tiempo de estudio el periodo de 6 meses. Se considerarán tres escenarios (optimista, conservador y pesimista) para la validación económica del proyecto (ver tabla 6.4). A continuación, se presentan la inversión total y costos que se tendrá por mes:

Tabla 6.1

Detalle de inversión de las soluciones

Inversión	Costo (soles)
Calculadora	140
Laptop	5 000
Balanza de precisión	3 000
Pirómetro	1 400
Probeta	200
Durómetro Shore A	800
Habilitación del área	6 000
Tiempo invertido por el área de trabajo	4 200
Capacitaciones	2 800
Costos del proceso de reclutamiento y selección	1 000
Total	24 540

En el cuadro mostrado se puede observar que la inversión inicial, es decir, que el gasto en el que se incurrirá por única vez para la implementación de la solución es equivalente a S/ 24 540,00.

Tabla 6.2*Costos por mes*

Descripción	Costo por mes (soles)
Material para área de calidad	500
Un supervisor de control de calidad	3 125
Un asistente de control de calidad	1 875
Total	5 500

Como se puede observar en el cuadro anterior, el costo total mensual es de S/ 5 500, el cual será considerado en los flujos más adelante.

6.2 Determinación de escenarios que afectarían la solución

Se ha determinado que con la implementación de la solución se podría reducir el tiempo de ciclo debido a la estandarización del proceso y las capacitaciones que se realizarán. Además, se reduciría los pares de suelas defectuosas y las mermas debido a la creación del área de control de calidad. Se ha considerado tres escenarios para la validación de viabilidad de la solución con una producción diaria de 2900 pares y 22 días de operatividad al mes; además se consideró un promedio de suelas devueltas de 3 767 pares por mes y un costo unitario de S/ 5,51 soles/par, equivalente a la inversa de la productividad hallada en el punto 3.1.2.

Tabla 6.3*Posibles escenarios de resultados*

	Optimista	Conservador	Pesimista
Solución: Creación de un proceso de control de calidad	- Reducción de las mermas del 40% al 18%. - Reducción de porcentaje de devoluciones en un 90%. -Incremento en ventas en 6%.	- Reducción de las mermas del 40% al 25%. - Reducción de porcentaje de devoluciones en un 50%. -Incremento en ventas en 3%.	- Reducción de las mermas del 40% al 33%. - Reducción de porcentaje de devoluciones en un 20%. - No hay incremento de ventas.

Nota. Escenarios hipotéticos para la evaluación financiera. Elaboración propia

Escenario Conservador

Según las variaciones presentadas para este escenario se consideraron los siguientes beneficios:

Tabla 6.4

Beneficios por reducción de mermas en el escenario conservador

Mermas:	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Peso de un par de suelas	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
% reducción de rebaba	6,0%	10%	13%	13%	13%	13%
Precio de MP (soles/kg)	S/ 5					
Q de suelas producidas en un mes (pares)	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800
Ahorro en rebaba	S/7 803	S/13 006	S/16 907	S/16 907	S/16 907	S/16 907

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Tabla 6.5

Beneficios por reducción devolución de suelas en el escenario conservador

Devolución suelas:	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Prom. de pares de suelas de PU devueltas	3 767	3 767	3 767	3 767	3 767	3 767
% de reducción de devoluciones	30%	40%	50%	50%	50%	50%
Ahorro de costo de suelas devueltas (soles/mes)	S/6 227	S/8 302	S/10 378	S/10 378	S/10 378	S/10 378

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Tabla 6.6

Incremento de ventas mensuales en el escenario conservador

Incremento ventas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Ventas mensuales	504 903	504 903	504 903	504 903	504 903	504 903
% de incremento en ventas	1%	2%	3%	3%	3%	3%
Incremento total	S/5 049	S/10 098	S/15 147	S/15 147	S/15 147	S/15 147

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Tabla 6.7*Flujo de efectivo en el escenario conservador*

Concepto / Mes	0	1	2	3	4	5	6
Inversión total	- 24 540						
Beneficios		19 079	31 406	42 432	42 432	42 432	42 432
Devolución suelas		6 227	8 302	10 378	10 378	10 378	10 378
Mermas		7 803	13 006	16 907	16 907	16 907	16 907
Incremento ventas		5 049	10 098	15 147	15 147	15 147	15 147
Costos		- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500
Depreciación		- 181	- 181	- 181	- 181	- 181	- 181
UA Impuestos		13 399	25 725	36 752	36 752	36 752	36 752
Imp a la renta		- 4 020	- 7 718	- 11 026	- 11 026	- 11 026	- 11 026
U Neta		9 379	18 008	25 726	25 726	25 726	25 726
Más depreciación		181	181	181	181	181	181
Flujo neto	- 24 540	9 560	18 189	25 907	25 907	25 907	25 907

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Para poder determinar el VAN de esta inversión, se utilizó como costo de oportunidad 20% debido al origen y destino de los fondos, cabe resaltar que no se financió con ningún banco; por lo que las aportaciones para la inversión provinieron del capital propio del dueño y él mismo estuvo de acuerdo con la tasa de descuento. Dado que el flujo es por 6 meses el equivalente mensual es de 1,53%. Finalmente, se determinó un VAN de S/ 99 318 y el valor de la TIR es de 66%, valores que nos indican la viabilidad del proyecto debido a que el VAN es positivo y el valor de la TIR es superior al COK mensual fijado por la gerencia de la empresa.

Escenario Optimista

Para este escenario se consideraron los siguientes beneficios:

Tabla 6.8*Beneficios por reducción de mermas en el escenario optimista*

Mermas:	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Peso de un par de suelas	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
% reducción de rebaba	15.0%	18%	22%	22%	22%	22%
Precio de MP (soles/kg)	S/ 5					
Q de suelas producidas en un mes (pares)	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800
Ahorro en rebaba	S/19 508	S/23 410	S/28 612	S/28 612	S/28 612	S/28 612

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Tabla 6.9*Beneficios por reducción devolución de suelas en el escenario optimista*

Devolución suelas:	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Prom. de pares de suelas de PU devueltas	3 767	3 767	3 767	3 767	3 767	3 767
% de reducción de devoluciones	60%	75%	90%	90%	90%	90%
Ahorro de costo de suelas devueltas (soles/mes)	S/12 454	S/15 567	S/18 681	S/18 681	S/18 681	S/18 681

Nota. Datos obtenidos de la investigación.**Tabla 6.10***Incremento de ventas mensuales en el escenario optimista*

Incremento ventas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Ventas mensuales (soles)	504 903	504 903	504 903	504 903	504 903	504 903
% de incremento en ventas	4%	5%	6%	6%	6%	6%
Incremento total	S/20 196	S/25 245	S/30 294	S/30 294	S/30 294	S/30 294

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Como se puede observar los incrementos de cada beneficio se dan de manera gradual. Al igual que el punto anterior, se utilizó como costo de oportunidad el 20% anual debido a que fue la tasa indicaba por la gerencia de la empresa. Se obtuvo un VAN de S/ 237 073 y una TIR de 153%; dichos resultados demuestran que el proyecto tiene resultados positivos para la empresa, ya que el $VAN > 0$ y el $TIR > 15,3\%$.

Tabla 6.11*Flujo de efectivo del escenario optimista*

Concepto / Mes	0	1	2	3	4	5	6
Inversión total	- 24 540						
Beneficios		52 158	64 222	77 587	77 587	77 587	77 587
Devolución suelas		12 454	15 567	18 681	18 681	18 681	18 681
Mermas		19 508	23 410	28 612	28 612	28 612	28 612
Incremento ventas		20 196	25 245	30 294	30 294	30 294	30 294

(continúa)

(continuación)

Concepto / Mes	0	1	2	3	4	5	6
Costos		- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500
Depreciación		- 181	- 181	- 181	- 181	- 181	- 181
UA Impuestos		46 658	58 722	72 087	72 087	72 087	72 087
Impuestos		- 13 997	- 17 617	- 21 626	- 21 626	- 21 626	- 21 626
Ut. Neta		32 661	41 106	50 461	50 461	50 461	50 461
Más depreciación		181	181	181	181	181	181
Flujo neto	- 24 540	32 841	41 286	50 642	50 642	50 642	50 642

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Escenario Pesimista

Para este escenario se consideraron beneficios mínimos de manera gradual presentados en los siguientes cuadros:

Tabla 6.12

Beneficios por reducción de mermas en el escenario pesimista

Mermas:	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Peso de un par de suelas	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45	0.45
% reducción de rebaba	4%	5%	7%	7%	7%	7%
Precio de MP (soles/kg)	S/ 5					
Q de suelas producidas en un mes (pares)	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800	63 800
Ahorro en rebaba	S/5 202	S/6 503	S/9 104	S/9 104	S/9 104	S/9 104

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Tabla 6.13

Beneficios por reducción devolución de suelas en el escenario optimista

Devolución suelas:	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Prom. de pares de suelas de PU devueltas	3 767	3 767	3 767	3 767	3 767	3 767
% de reducción de devoluciones	10%	15%	20%	20%	20%	20%
Ahorro de costo de suelas devueltas (Soles/mes)	S/2 076	S/3 113	S/4 151	S/4 151	S/4 151	S/4 151

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Tabla 6.14*Incremento de ventas mensuales en el escenario pesimista*

Incremento ventas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6
Ventas mensuales (soles)	504 903	504 903	504 903	504 903	504 903	504 903
% de incremento en ventas	-	-	-	-	-	-
Incremento total	-	-	-	-	-	-

Nota. Datos obtenidos de la investigación.

En el caso del escenario pesimista y considerando las mismas condiciones de la empresa, se obtuvo un VAN de S/ 792 y una TIR del 2,34 %; resultados que validan las mejoras implementadas del proyecto ya que el $VAN > 0$ y la $TIR > COK$.

Tabla 6.15*Flujo de efectivo del escenario pesimista*

Concepto / Mes	0	1	2	3	4	5	6
Inversión total	- 24 540						
Beneficios		7 278	9 616	13 255	13 255	13 255	13 255
Devolución suelas		2 076	3 113	4 151	4 151	4 151	4 151
Mermas		5 202	6 503	9 104	9 104	9 104	9 104
Incremento ventas		-	-	-	-	-	-
Costos		- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500	- 5 500
Depreciación		- 181	- 181	- 181	- 181	- 181	- 181
UA Impuestos		1 778	4 116	7 755	7 755	7 755	7 755
Impuestos		- 533	- 1 235	- 2 327	- 2 327	- 2 327	- 2 327
Ut. Neta		1 245	2 881	5 429	5 429	5 429	5 429
Más depreciación		181	181	181	181	181	181
Flujo neto	- 24 540	1 425	3 062	5 609	5 609	5 609	5 609

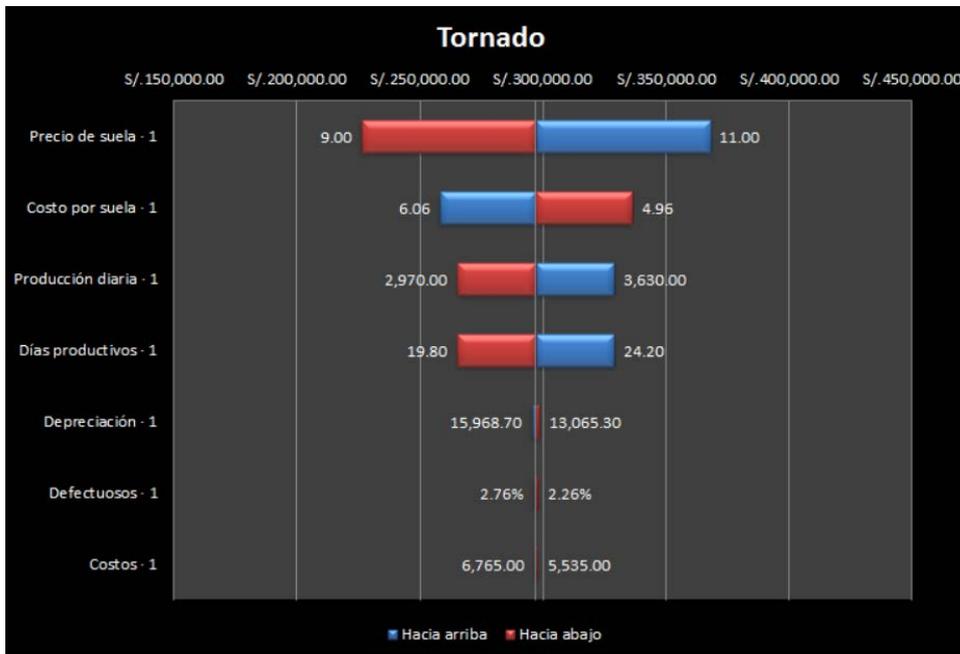
Nota. Datos obtenidos de la investigación.

Como se puede observar en los flujos de efectivo anteriores y en cada VAN y TIR, la implementación de la solución sigue siendo viables económicamente.

Además, por medio del análisis del tornado se pudieron identificar las variables independientes más sensibles que son: el precio de la suela, el costo por suela, la producción diaria y los días productivos. Por lo tanto, para obtener los resultados esperados es necesario que se eviten grandes variaciones en estas variables.

Figura 6.1

Análisis del Tornado



Nota. Gráfica obtenida del análisis de las variables de la investigación.

6.3 Análisis del impacto social y ambiental de la solución

A continuación, se calcularon los principales indicadores de interés social para el proyecto:

- Valor agregado: Es un indicador que mide la evaluación socioeconómica de un proyecto. Se calculó sumando los costos, la depreciación y la UAI del flujo del proyecto y utilizando una tasa mensual de 1,53% fijada por la empresa. Con estos datos se determinó que el valor agregado del proyecto es de S/ 207 801 detallado en la tabla 6.16.

Tabla 6.16

Valor agregado

Concepto / Mes	1	2	3	4	5	6
UAI	13 399	25 725	36 752	36 752	36 752	36 752
Costos	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500	5 500
Depreciación	181	181	181	181	181	181
Total	19 079	31 406	42 432	42 432	42 432	42 432

Nota. Datos obtenidos de la investigación. Elaboración propia

- Densidad de capital: Indica la relación de la inversión del capital versus los empleos generados. Estos valores fueron S/ 24 540,00 y 2 respectivamente. La densidad de capital es de S/12 270, por lo que podemos decir que se ha invertido dicho monto por cada empleo generado en este proyecto.

$$\text{Densidad de capital} = \frac{\text{Inversión del proyecto}}{\# \text{ de empleos generados}}$$

- Intensidad de capital: Es un indicador que mide la capacidad de una empresa para utilizar sus activos de manera eficaz. Este valor es de 0.12, lo cual indica que se invierte menos y se tiene un mayor valor agregado.

$$\text{Intensidad de capital} = \frac{\text{Inversión del proyecto}}{\text{Valor agregado}}$$

- Además, existen otros indicadores complementarios relevantes que tiene que ver con las partes interesadas del proyecto:

Tabla 6.17

Stakeholders del proyecto

Stakeholder	Relación	Naturaleza	Requiere	Indicador
Estado	Genera políticas y acciones para el desarrollo	Facilita el marco regulador	Cumplimiento de tributos, reglas	Cumplimiento tributario
Clientes	Demanda consumo de bienes y servicios para la empresa	Fidelidad y recurrencia	Satisfacción de requerimientos	Número de reclamos atendidos, participación de mercado
Trabajadores	Son los que aportan trabajo	Interés, productividad	Condiciones de trabajo, desarrollo personal	Rotación de trabajadores, cumplimiento de beneficios sociales
Proveedores	Desempeño responsable de la cadena de suministros	Cumplimiento responsable	Negociación justa	Cumplimiento de pagos, volumen de compras
Competencia	Ética en los negocios	Cumplimiento de reglas del sector competitivo	Competencia responsable	Participación de mercado
Accionistas	Brindan el capital y patrimonio	Generan riqueza	Continuidad de negocio	Rentabilidad

La empresa cumple al 100 % con sus deberes tributarios, de esta manera mantiene un orden y sustenta la legalidad en sus actividades.

$$\text{Cumplimiento tributario (\%)} = \frac{\# \text{ tributos pagados} * 100}{\# \text{ de tributos pendientes de pago}}$$

Con respecto a los proveedores, la empresa muestra un alto nivel de cumplimiento de sus pagos lo cual significa que respeta sus fechas de pago y demuestra responsabilidad con los proveedores, lo cual genera una buena imagen de marca y lo sitúa como socio estratégico.

Para terminar, se determinó que el nivel de reducción de contaminación a través del siguiente indicador:

$$\begin{aligned} \text{Reducción de generación de residuos sólidos} \left(\frac{\text{kg}}{\text{mes}} \right) \\ = (\% \text{ de merma inicial} - \% \text{ de merma final}) \times \text{producción mensual} \times \text{peso} \end{aligned}$$

El nivel de rebaba promedio al inicio era de 40% y una vez aplicada la solución, se logró reducir a un 28% evidenciado en la prueba piloto realizada (ver tabla 5.9). La producción mensual considerada es de 63 800 pares, hallado en el capítulo anterior, y el peso promedio por par es de 0,45 kg. Con esta mejora se logra reducir el nivel de contaminación que generaba la empresa en 3 445,2 kg que viene a ser la merma que ya se genera en el proceso debido a la estandarización del mismo.

CONCLUSIONES

- Se concluye que el área más compleja y relevante del proceso es el área de producción de suelas de poliuretano debido a que representa el mayor nivel de ventas equivalente al 37,5% del total y a una suma de S/ 504 903 mensuales; no obstante, implica la realización de una mayor cantidad de operaciones por lo que trabajar de manera alineada a un solo objetivo es fundamental.
- Se determinaron que las causas raíces de los problemas detectados en el área de producción son la falta de un proceso de control de calidad y estandarización del proceso, la falta de un programa de mantenimiento preventivo a las máquinas inyectoras y la falta de planificación en la logística de la materia prima. Los costos generados por los problemas del área han llegado a sumar más de S/ 55 000. Es necesario resaltar que se deben de implementar soluciones para eliminar todas las causas raíces.
- Se seleccionó una alternativa de solución, según las necesidades primordiales que tiene la empresa Pionnisan S.A.C, la cual permite reducir pérdidas considerables por ventas de hasta S/ 100 000 y fabricar productos de calidad, lo cual genera mayor satisfacción de los clientes, reducción del porcentaje de devoluciones en un 50% y a su vez, el cumplimiento de los objetivos organizacionales de la empresa.
- Se concluye que la propuesta de mejora presentada es viable de forma económica dado que el VAN resultante, cuyo valor es S/ 99 318, es positivo y el valor de la TIR es de 66%; técnica ya que habiendo realizado una prueba piloto se obtuvo como resultado una reducción del porcentaje de rebaba del 40% al 28% y un aumento de la producción de 2900 pares por día a 3500; y social ya que permitió la generación de dos nuevos empleos. Además, se obtuvo el aumento de los beneficios mediante la reducción de costos innecesarios incurridos por una falta de control de calidad; y un aumento de la fidelidad de los clientes.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda priorizar el programa de capacitaciones que involucre a todos los participantes del proceso de producción de suelas de poliuretano para lograr un mayor nivel de especialización y de esta manera, fomentar la constante innovación en el área de producción estandarizada.
- Se sugiere implementar una solución para la segunda causa raíz de los problemas existenciales de la empresa la cual es un programa de mantenimiento preventivo para evitar los tiempos muertos que generan costos innecesarios para la empresa y de esta manera solucionar el problema de paradas reactivas frecuentes e incrementar la disponibilidad máquina a un nivel máximo.
- Se sugiere dar solución al problema del incumplimiento de entrega de pedidos debido a la falta de planificación en la logística de compra de la materia prima, a través de la implementación de un sistema ERP que automatice el proceso y acumule toda la información referente a pedidos, proveedores, precios, facturación, plazos de entrega y control de stocks para evitar el desabastecimiento de insumos y poder mejorar el indicador de satisfacción del cliente.
- Es importante que la empresa haga hincapié en la generación de un ambiente laboral armonioso y en la implementación de un área de RRHH, la cual podría ser una solución óptima para el bien de los colaboradores y de esta manera, reducir la rotación del personal y a su vez, evitar costos de capacitación frecuentes por nuevos ingresos.

REFERENCIAS

- Cacho Meza, S. d. (2016). *Estudio de mejora del proceso de producción de mayonesa de la empresa ALIEX* [estudio realizado para optar el título de Ingeniero Industrial], <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/5696>
- Ege, S. (1997). *Química Orgánica: Estructura y Reactividad*. Barcelona: Editorial Reverté.
- García Miranda, E. L. (2009). *Propuesta de rediseño de la productividad del proceso de fabricación de suelas de poliuretano*. [tesis de licenciatura, Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala] http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2050_IN.pdf
- Hansen, B. L., & Ghare, P. M. (1990). *Control de Calidad: Teoría y Aplicaciones*. Barcelona, España. Díaz de Santos S.A.
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. R. (2002). *Manufactura, Ingeniería y Tecnología*. México D.F.: Pearson.
- Mancilla, C. (2018). Jefe de Producción de la empresa Pionnisan S.A.C. [Entrevista] (K. Tarrillo, Entrevistador)
- National Institutes of Health (NIH). (10 de Febero de 2017). *Tox Town*. <https://www.toxtown.nlm.nih.gov/espanol/chemicals.php?id=57>
- Ortegón Ramos, S. A. (2015). *Mejoramiento de la línea de producción de suelas en poliuretano, utilizando el método del estudio del trabajo, en la empresa Formiplass S.A.* [tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Occidente, Cali, Colombia]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/7999/1/T06003.pdf>
- Pereira Uzal, J. M. (2010). *Materiales y técnicas aplicados al moldeo y vaciado de Obras de Arte*.
- Pionnisan. (15 de Mayo de 2018). (K. Tarrillo, Entrevistador)
- Ramos, P. V. (2018). Gerente General de la empresa Pionnisan S.A.C. (K. Tarrillo, Entrevistador)
- Whitten, K., Davis, R., Peck, M. L., & Stanley, G. G. (2014). *Química*. México.
- Yauri Quispe, L. A. (2015). *Análisis y mejora de procesos en una empresa manufacturera de calzado*. [estudio realizado para optar el título de Ingeniero Industrial] Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú. <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/6454>

BIBLIOGRAFÍA

- BCRP. (s.f.). *Reporte inflación*. <http://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Reporte-Inflacion/2018/marzo/reporte-de-inflacion-marzo-2018.pdf>
- Económica, S. (2018). *Semana Económica*.
<http://semanaeconomica.com/sectores/legal-y-politica/>
- INEI. (Marzo de 2018). *Instituto Nacional de Estadística e Informática*.
<https://www.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-nacional-se-incremento-393-en-marzo-de-2018-y-acumulo-104-meses-de-crecimiento-consecutivo-10736/>
- Mendoza Cupe, V. R., & Salcedo Valdivia, M. J. (Febrero de 2016). *Estudio de mejora para el área de producción de la empresa Filtros San Jorge SAC*. [estudio realizado para optar el título de Ingeniero Industrial] Universidad de Lima.
<https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/ulima/3492>
- Morris, E. (2017). *Conexión ESAN*.
<https://www.esan.edu.pe/conexion/bloggers/tecnologias-de-informacion/2017/08/el-peru-encaminado-hacia-el-salto-tecnologico/>



ANEXOS

Anexo 1: Ficha técnica del proveedor



SAMUNGPOLYMER Co., LTD.

UTI-4170 / UTE-5170

1. Uso Principal

Tipo de curado rápido, suelas de dama baja densidad

2. Materia Prima

UTI – 4170	Prepolímero Isocianato	230kg / Cilindro
UTE – 5170	Mezcla Polioliol	210kg / Cilindro
SUC – 10	Catalizador	3kg / envase PVC

3. Especificación

Materia Prima	UTI – 4170	UTE – 5170
Apariencia	Líquido Transparente	Líquido o pastoso
Punto Fusión (80°C)	24 hrs (Invierno)	12 hrs
	12 hrs (Verano)	
Viscosidad (cps/40°C)	100±50	3000±300
Temp Proceso (°C)	40±5	40±5
Ratio Mezcla (% de Peso)	130±2	100
Cantidad Catalizador (kg/cilindro)		2.5-2.7

4. Propiedades de Reacción

Tiempo Cremado(s)	Tiempo Levante(s)	Densidad Libre(g/cm ³)	Tiempo desmolde(s)	Temp molde(°C)
7 - 8	30 - 35	0.21 – 0.23	180 - 240	40 - 50

5. Propiedades Físicas

Densidad de Moldeado(g/cm ³)	Dureza (shore A)	Resist Desg. (kg/cm)	Resist Tracción(kg/cm ²)	Elongación (%)
0.35 - 0.40	75 - 80	25 - 35	50 - 60	200 - 250

- ▶ Above data is test result of Samsung polymer's laboratory and it can be changed due to producing circumstances and working conditions.
- ▶ For the detailed information about this product, please contact Samsung Polymer R&D center.
▶TEL : +82 31 499 8011 ▶FAX : +82 31 499 8017 ▶E-mail : sspol@sspol.com

SAMUNGPOLYMER Co., LTD.

Anexo 2: Certificado de materia prima

SAMSUNG POLYMER Co., LTD.
 #684-6 SUNGKOG-DONG, ANSAN CITY KYUNGGI-DO, KOREA
 TEL : 031) 499-8011-6, FAX : 499-8054

DATE : 2019. 08. 21.

Commodity : Polyurethane
 Grade : UTI - 4170 (iso)
 Customer : CONTE GROUP SAC
 Product Lot No. : 9081201
 Manufacturing date : 2019.08.12
 Quantity : 12,880 kg

CERTIFICATE OF ANALYSIS

ANALYSIS ITEMS	UNIT	SPEC.	ANALYTICAL DATA
Appearance	Visual	Transparent Liquid	GOOD
Viscosity	40°C, CPS	50 - 150	104
Specific Gravity	40°C	1.00 - 1.22	1.170
Percent N.C.O	%	22.8 - 23.2	22.98
Validity	HALF of ONE YEAR (2019. 08. ~ 2020. 01.)		

↓
 N₂, C, O₂

Signed By Lee Chan Hee.
 C. H. LEE / Q.C Manager
 SAM SUNG POLYMER CO., LTD.

- 1 of 11 -