

Design of engineering tools for cost reduction in the footwear company Rambel E.I.R.L.

Daniela Calderon¹, Katherine Sebastián¹, Stefany Ulloa¹, y Teodoro Geldres-Marchena², Master's Industrial Engineering

¹ Industrial engineering students from Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, N00057699@upn.pe, N00145313@upn.pe, N00153263@upn.pe

² Engineering professor at the Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, teodoro.geldres@upn.pe

Abstract- The present study was developed in the footwear manufacturing company "Rambel E.I.R.L.", With the aim of reducing operating costs in the production areas. The company data were obtained through the interview. The improvement plan was designed including the tools: 5S, FMEA, P control chart and Preventive maintenance. The improvement plan was simulated in the ProModel 2016 software, using the data that was calculated for the financial analysis of each proposed tool. The results obtained were: It was possible to increase the units produced by 761 units and reduce the defective units to 65, reprocessed to 28 and rejected to 37. The profitability of the improvement plan was demonstrated with a NPV of S /.12,956 and an IRR of 22.10%.

Keywords-- Simulation, Production, Preventive maintenance, Costs.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.321>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Implementación de un plan de mejoras para disminuir los costos operativos de una empresa manufacturera

Daniela Calderon¹, Katherine Sebastián¹, Stefany Ulloa¹, y Teodoro Geldres-Marchena², Maestro en Ingeniería Industrial

¹Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte (UPN), Perú, N00057699@upn.pe, N00145313@upn.pe, N00153263@upn.pe

²Docente de ingeniería de la Universidad Privada del Norte, Perú, teodoro.geldres@upn.pe

Resumen- El presente estudio se desarrolló en la empresa manufacturera de calzados “Rambel E.I.R.L.”, con el objetivo de reducir los costos operativos en las áreas de producción. Los datos de la empresa fueron obtenidos mediante la entrevista. Se diseñó el plan de mejora incluyendo las herramientas: 5S, AMEF, Carta de control P y Mantenimiento preventivo. Se simuló el plan de mejora en el software ProModel 2016, usando los datos que se calcularon para el análisis financiero de cada herramienta propuesta. Los resultados obtenidos fueron: Se logró aumentar las unidades producidas en 761 unidades y disminuir las unidades defectuosas a 65, reprocesados a 28 y rechazados a 37. Se demostró la rentabilidad del plan de mejora con una VAN de S/.12.956 y un TIR de 22.10%.

Palabras claves-- Simulación, Producción, Mantenimiento preventivo, Costos

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú, la producción de calzado se destina principalmente al mercado nacional, siendo los principales demandantes el sector construcción, servicios de protección y seguridad, limpieza, servicios de apoyo a edificios y mantenimiento de jardines, así como el orientado al consumo personal [8].

Los mercados actuales son producto de una fuerte competencia debido a la entrada de competidores nacionales y extranjeros. El mercado peruano no es la excepción, en donde se comercializa 65 millones de pares de calzados al año, de los cuales 30 millones corresponden a la producción nacional y el resto a importación proveniente de China (60,4%), Vietnam (10,6%), Brasil (8,9%) e Indonesia (5,6%). Lo que ha puesto a los productores de calzado de Lima, La Libertad y Arequipa, en su hora más difícil [1].

El último Censo Nacional de Establecimientos Manufactureros, reportó 3,669 empresas de fabricación de calzado, el 42,8% están ubicadas en Lima; 27,6% en La Libertad y en menor medida en Madre de Dios (0,03%) y Amazonas (0,1%) [8].

El sector cuero y calzado de la provincia de Trujillo, departamento de La Libertad, Perú, es un conglomerado de más de 2000 pequeñas y microempresas productoras de calzado, incluyendo a 300 abastecedores de materiales y componentes, cerca de 500 tiendas comercializadoras, servicios especializados como modelaje, seriado, cosido de plantas, desbastado, fabricantes de etiquetas, cajas, etc.

Asimismo, ocupa a miles de trabajadores, generando ingresos para cerca de 100000 personas considerando a las familias [4].

El calzado importado entró al mercado peruano con una estrategia de bajos precios en comparación a los precios del productor nacional pero también de baja calidad. No obstante, la industria del calzado ha sobrevivido a estas circunstancias, debido a la competitividad de algunas empresas del sector, principalmente ubicadas en Trujillo, en los distritos: El Porvenir, La Esperanza y Florencia de Mora [16].

Finalmente, la empresa de calzado, en la actualidad no cuenta con un sistema de gestión de calidad como parte de su gestión organizativa, opera sin considerar si se lleva a cabo o no un análisis y verificación de cada uno de los procesos de elaboración del calzado, mucho menos de los productos terminados, así como también carece de un personal calificado y competente en una implementación de calidad en la empresa, solo es una mano de obra que cumple con la demanda sin percatarse de fallas y mermas al momento de elaborar el producto y ocasionando así una insatisfacción en el cliente final ya que se entrega un producto que no cumple con sus requisitos y expectativas, lo que en gran parte reduce la demanda y una gran disminución de la rentabilidad de la empresa. Sin embargo, la empresa de calzado busca desarrollarse en el sector como una empresa altamente competitiva que busca siempre una mejora continua bajo estándares de eficiencia, calidad y efectividad cumpliendo con las necesidades, requisitos y expectativas de sus clientes en la actualidad. Es por ello que la presente investigación tiene como objetivo general determinar en qué medida el diseño de herramientas de ingeniería disminuye los costos en la empresa Rambel E.I.R.L.; y como objetivos específicos son diagnosticar la situación problemática en la línea de producción de calzados para dama de la empresa Rambel E.I.R.L., diseñar las herramientas de ingeniería que permitan reducir los costos operativos en la empresa Rambel E.I.R.L. y monetizar las pérdidas en la línea de producción de calzados para damas en la empresa Rambel E.I.R.L.

II. METODOLOGÍA

La investigación asumió el diseño pre-experimental denominado: Pretest y post test en un solo grupo, ya que se aplicó a un grupo de trabajadores del área de producción de calzado una prueba previa al estímulo o tratamiento

experimental. De acuerdo a lo propuesto por este diseño, se representa de la siguiente manera:

G: O1 --- X --- O2

- G: Representa al grupo conformado por los 28 operarios del área de producción de la empresa Rambel E.I.R.L.
- O1: Representa la medición de costos antes de la implementación de la propuesta de mejora.
- X: Representa la implementación de una propuesta de mejora de un Sistema de gestión de Calidad
- O2: Representa a la medición de costos después de la implementación de la propuesta de mejora.

A. Diagnóstico Inicial

El proceso en el que se enfocará con mayor relevancia el presente estudio es el proceso de producción del calzado en la empresa Rambel E.I.R.L. Para ello se realizó un análisis inicial de la problemática que atraviesa actualmente la empresa mediante encuestas y entrevistas al dueño y a cada uno de los trabajadores. Con ello, se determine que los principales problemas que aquejaban el proceso de producción eran los siguientes: horas improductivas, fallas en máquinas, fallas en los productos terminados y constantes reclamos de clientes. Frente a esto, se propuso la implementación de la gestión de calidad en base a la aplicación de herramientas como 5'S, programa de capacitaciones, Mantenimiento Productivo Total (TPM), Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF) y Cartas de control P o U.

B. Selección de la alternativa de solución

Se propusieron dos posibles alternativas de solución para solucionar cada uno de los cuatro problemas identificados en la empresa. En la Tabla 1 se presentan las dos alternativas de solución propuestas.

TABLA I
MATRIZ DE LAS ALTERNATIVAS

N°	Problemas	Alternativa de solución	
		A	B
P1	Horas improductivas	5'S y programa de capacitación	5'S y programa de capacitación
P2	Fallas en las máquinas	TPM y programa de capacitación	TPM y programa de capacitación
P3	Fallas en los productos terminados	Ciclo de Deming	Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF)
P4	Constantes reclamos de clientes	Carta control U	Carta control P

Se realizó un análisis para la selección de la mejor alternativa en base a criterios técnicos como el impacto sobre la

reducción de costos, inversión, facilidad/dificultad de aplicación, confiabilidad y tiempo de ejecución. También se tuvieron en cuenta las restricciones realistas planteadas por la empresa tales como el tiempo y el presupuesto económico. Del análisis realizado se concluyó que la alternativa de solución B debería ser seleccionada en base los criterios técnicos y las restricciones realistas, en la cual se aplicaría las herramientas: Análisis de Modo y Efecto de las Fallas (AMEF), Gráficos de control P, TPM y 5'S.

C. Diseño de la alternativa de solución

Se diseñó la alternativa de solución seleccionada, identificando cada herramienta con su respectivo problema plasmando en un diagrama de flujo. Antes de desarrollar las herramientas seleccionadas de la alternativa escogida, la empresa tiene que brindar una capacitación a todo el personal para lo cual se realizó un programa y registro de capacitaciones mediante una encuesta al gerente y operarios de la empresa, para luego crear el plan de capacitación con las fechas establecidas para cada reunión y los temas seleccionados.

Para el problema de horas improductivas la alternativa 5's incluyó la clasificación de materiales y herramientas innecesarias, el llenado de etiquetas y rótulos, el uso de la tarjeta amarilla y roja y las fichas de verificación. El problema de fallas en las máquinas se desarrolló un plan de mantenimiento autónomo a las máquinas que presentan fallas constantemente ocasionando así pares perdidos. El problema de fallas en los productos terminados se aplicó la herramienta AMEF, la cual incluyó la identificación de severidad, ocurrencia y detección de los modos de falla potenciales.

Y finalmente para el problema de constantes reclamos de clientes se desarrolló la propuesta de implementar la herramienta Gráfico de control P con el fin de determinar la proporción de pares defectuosos que no cumplen con las especificaciones de calidad establecidas mediante la cuantificación de unidades defectuosas.

D. Identificación y selección de estándares de ingeniería

Se realizó la búsqueda de estándares nacionales e internacionales seleccionando los siguientes estándares para el diseño de las herramientas de ingeniería: ISO 9000-ISO 9001:2015, ISO 14001, DS N°017-2004-PRODUCE, NTP 241.024:2009 (revisada el 2019), y NTP-ISO 17707:2012 (revisada el 2017).

Se han seleccionado estos estándares debido a que están enfocados en mejorar los procesos de producción de una empresa, basándose en la gestión de calidad, logrando con ello que la empresa logre mejorar sus procesos y reducir los costos de producción que provocan los problemas antes mencionados, tal es el caso de la Norma ISO 9000, ISO 9001:2015 y la ISO 14001, que son vigentes internacionalmente. Asimismo, El Decreto Supremo y las Normas Técnicas Peruanas, permiten

conocer requisitos y especificaciones que toda empresa dedicada al rubro de calzado debe de tener en cuenta al momento del etiquetado, logrando con ello la satisfacción de sus clientes.

Por otro lado, se descartó la NOM-001-STPS-2008, debido a que solo tiene vigencia para el país de México, es decir no está regulada a las normativas de nuestro país.

E. Formulación y cálculo de indicadores

Para cada problema identificado se desarrollaron en base a indicadores que permitirán establecer el antes y después de implementar la propuesta de mejora.

En el primer problema de horas improductivas se logró determinar calculando el total de horas no productivas entre el total de horas de producción como se muestra en (1).

$$\frac{\text{Total de horas no productivas}}{\text{Total de horas}} \times 100 \quad (1)$$

Se obtuvo que para el área de corte las horas no utilizadas son 38.46 horas, para el área de perfilado 38.52 horas, para el área de armado 38.76 horas y para el área de alistado 337.44 horas, lo cual significa un total de 453.18 horas no utilizadas para la producción ocasionando una pérdida total de S/1,525.02.

El segundo problema de fallas de máquinas se determinó calculando el número de pares defectuosos por máquina tanto en el área de corte como de perfilado, y todo eso entre el total de pares producidos como se muestra en (2).

$$\frac{\text{Nº de pares defectuosos por maquinaria}}{\text{Total de pares producidos}} \times 100 \quad (2)$$

El área de corte y perfilado presentaron un total de 78 pares defectuosos, lo que significa que del 100% existe un 5.26% de errores en la producción, lo que generó una pérdida monetaria de S/4,290.

El tercer problema de fallas en los productos terminados se determinó en base al cálculo de número de pares rechazados entre el total de pares producidos como se muestra en (3).

$$\frac{\text{Nº de pares rechazados}}{\text{Total de pares productivos}} \times 100 \quad (3)$$

El número de pares rechazados de toda la producción que fue de 1483 pares de zapatos represento el 2.63%, es decir se rechazó 39 pares, lo que significa una pérdida monetaria de S/2,145.00.

El cuarto problema de constantes reclamos de clientes se determinó mediante el cálculo del número de pares reprocesados entre el total de pares producidos como se muestra en (4).

$$\frac{\text{Nº de pares reprocesados}}{\text{Total de pares producidos}} \times 100 \quad (4)$$

El número de pares reprocesados de toda la producción que fue de 1483 pares de zapatos represento el 2.63%, es decir se

rechazó 39 pares, lo que significa una pérdida monetaria de S/2,145.00.

F. Diseño del modelo de simulación

Para el diseño de la simulación se analizaron cuatro programas o softwares tales como ProModel, Process Simulator, Montecarlo y FlexSim, para lo cual se realizó una evaluación de cada uno teniendo en cuenta criterios como: Manejo del software y su entorno, Conocimiento del software, Datos resultantes adecuados al modelo, Simplicidad del modelo, Visibilidad / animación del diseño, tiempo, Aprendizaje del entorno, Modelado de la simulación, Accesibilidad, Costo de uso y Requisitos de uso, llegando al resultado de acuerdo con las ponderaciones que el programa escogido seria ProModel.

Para diseñar el modelo de simulación ProModel, se elaboró un diagrama de flujo actual del proceso de producción de calzado como se muestra en la Fig. 1.

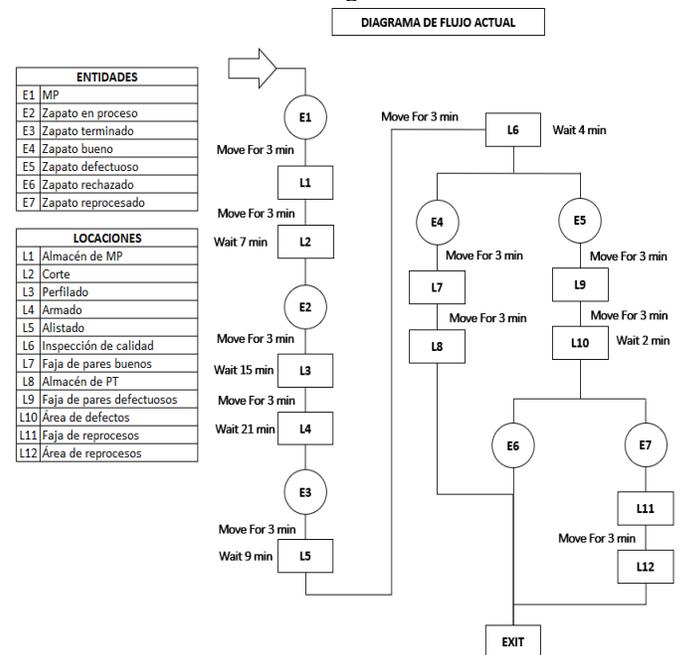


Fig.1 Flujograma actual de simulación

Asimismo, se elaboró el diagrama de flujo mejorado como se muestra en la Fig.2, después de implementar cada una de las herramientas establecidas donde se pudo reducir los tiempos y eliminar las paras de máquina y de esta manera mejorar los indicadores de pares defectuosos, rechazados y reprocesador, y a su vez incrementar la producción.

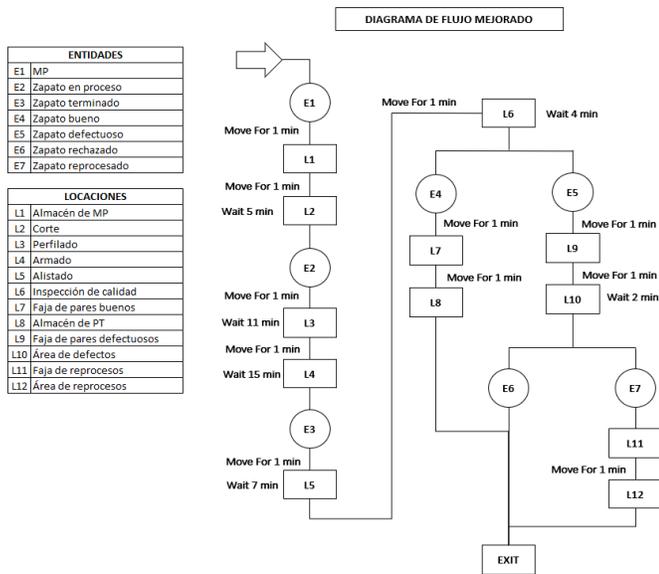


Fig.2 Flujoograma mejorado de simulación

III. RESULTADOS

A. Simulación del plan de mejora

Se realizó una simulación mediante el programa de simulación “ProModel” con el fin de conocer las variables de los indicadores establecidos, para lo cual se consideraron cada una de las estaciones involucradas en el proceso productivo desde el almacén de la materia prima y cada una de las fases como corte, perfilado, armado y alistado, incluyendo un área de inspección de calidad donde permitirá determinar los pares de calzados aptos para la venta y los pares defectuosos, dentro de los cuales unos se rechazarán y otros tendrán un reproceso.

Mediante el software de simulación ProModel se desarrolló la simulación en un tiempo de 3 meses, es decir 600 horas aproximadamente de trabajo (descartando feriados y domingos), considerando que la empresa labora entre 7 y 8 horas diarias para la producción de calzado femenino.



Fig.3 Simulación inicial en ProModel

En la Tabla II se observa el número de pares de cada una de las variables establecidas en la simulación actual y su respectiva pérdida monetaria.

TABLA II

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DEL ESTADO INICIAL DEL PROBLEMA 2,3 Y 4

Locación	Entidad	Nº de pares	Valor monetario
Alistado	Pares producidos	1483.00	S/81,565.00
Almacén de PT	Pares buenos	1405.00	S/77,275.00
Área de defectos	Pares defectuosos	78.00	S/4,290.00
Salida	Pares rechazados	39.00	S/2,145.00
Área de reprocesados	Pares reprocesados	39.00	S/2,145.00

TABLA III

RESULTADO INICIAL DE LOS INDICADORES DEL PROBLEMA 2,3 Y 4

Entidad	Nº pares	Cantidad inicial %
Pares buenos	1405.00	94.74%
Pares defectuosos	78.00	5.26%
Pares rechazados	39.00	2.63%
Pares reprocesados	39.00	2.63%

TABLA IV

RESULTADO DE LA SIMULACIÓN INICIAL DEL PROBLEMA 1

Locación	Cantidad de tiempo utilizado %	Tiempo en horas utilizadas	Cantidad de tiempo no utilizado %	Tiempo en horas no utilizadas	Pérdida monetaria
Corte	87.06%	522.36	12.94%	77.64	S/232.92
Perfilado	86.50%	519	13.50%	81	S/567.00
Armado	86.57%	519.42	13.43%	80.58	S/966.96
Alistado	37.08%	222.48	62.92%	377.52	S/755.04



Fig.4 Simulación Mejorada en ProModel

TABLA V

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN MEJORADA DEL PROBLEMA 2,3 Y 4

Locación	Entidad	Nº de pares	Pérdida monetaria
Alistado	Pares producidos	2244.00	S/123,420.00
Almacén de PT	Pares buenos	2179.00	S/119,845.00
Área de defectos	Pares defectuosos	65.00	S/3,575.00
Salida	Pares rechazados	37.00	S/2,035.00
Área de reprocesados	Pares reprocesados	28.00	S/1,540.00

TABLA VI

RESULTADO MEJORADO DE LOS INDICADORES DEL PROBLEMA 2,3 Y 4

Entidad	Nº pares	Cantidad inicial %
Pares buenos	2179.00	97.10%
Pares defectuosos	65.00	2.98%
Pares rechazados	37.00	1.65%
Pares reprocesados	28.00	1.25%

De acuerdo con la simulación mejorada después de haber implementado las distintas herramientas propuestas para cada problema identificado se logró obtener mejores resultados en cada uno de los indicadores. Con respecto a los pares producidos se logró incrementar a 2,244 pares, dentro de los cuales se obtuvieron 2,179 pares buenos y una reducción de 65 pares defectuosos que significa un 2.98% de la producción total.

TABLA VII
RESULTADO DE LA SIMULACIÓN MEJORADA DEL PROBLEMA I

Locación	Cantidad de tiempo utilizado %	Tiempo en horas utilizadas	Cantidad de tiempo no utilizado %	Tiempo en horas no utilizadas	Pérdida monetaria
Corte	93.59%	561.54	6.41%	38.46	S/115.38
Perfilado	93.58%	561.48	6.42%	38.52	S/269.64
Armado	93.54%	561.24	6.46%	38.76	S/465.12
Alistado	43.76%	262.56	56.24%	337.44	S/674.88

Asimismo, se logró reducir los pares rechazados a 37 pares, es decir representa un 1.65% del total y los pares reprocesados se redujeron a 28 pares, lo que significa un 1.25% de la producción. Finalmente se redujo el tiempo total de las horas no utilizadas a 453.18 horas, tal como se puede apreciar en la Tabla VII.

En base a los datos mencionados anteriormente se calcularon las pérdidas monetarias de cada uno de los problemas antes y después de la implementación de la propuesta de mejora como se muestra en la Tabla VIII.

TABLA VIII
PÉRDIDAS ANTES Y DESPUÉS DE LA MEJORA

Problemas		Pérdida actual	Pérdida mejorada	Beneficio
P1	Horas improductivas	S/2,521.92	S/1,525.02	S/996.90
P2	Fallas en las máquinas	S/4,290.00	S/3,575.00	S/715.00
P3	Fallas en los productos terminados	S/2,145.00	S/2,035.00	S/110.00
P4	Constantes reclamos de clientes	S/2,145.00	S/1,540.00	S/605.00
		S/11,101.92	S/8,675.02	S/2,426.90

B. Costos de implementación

En la Tabla IX se puede observar la proyección de los egresos asociados a la implementación del plan de mejora en la empresa Rambel E.I.R.L, en donde se consideraron la compra de maquinaria, nuevo personal contratado, las capacitaciones y otros costos.

TABLA IX
RESUMEN DE EGRESOS

MES	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo
EGRESOS	0	1	2	3	4
Compra de maquinaria	S/. 3,500				
Otras inversiones	S/. 2,000				
Nuevo personal contratado		S/. 1,500			
Mantenimiento		S/. 1,000			S/. 500
Capacitación		S/. 1,200			
Costos operativos adicionales		S/. 300	S/. 300	S/. 300	S/. 300
TOTAL, EGRESOS	S/. 5,500	S/. 3,700	S/. 300	S/. 300	S/. 800

Asimismo, se realizó la proyección de los beneficios que se obtendrá por cada problema como se observa en la Tabla X.

TABLA X
RESUMEN DE LOS BENEFICIOS DE LOS PROBLEMAS

BENEFICIOS	0	1	2	3	4
Beneficios P.1		S/. 997	S/. 997	S/. 997	S/. 997
Beneficios P.2		S/. 715	S/. 715	S/. 715	S/. 715
Beneficios P.3		S/. 110	S/. 110	S/. 110	S/. 110
Beneficios P.4		S/. 605	S/. 605	S/. 605	S/. 605
TOTAL, BENEFICIOS	S/. 0	S/. 2,427	S/. 2,427	S/. 2,427	S/. 2,427

Finalmente se calculó la proyección del flujo mensual, como se muestra en la Tabla XI, considerando un flujo negativo total para el periodo 0 de S/5,500.

TABLA XI
RESUMEN DE FLUJO DE CAJA

FLUJO MENSUAL DE CAJA	-S/. 5,500	-S/. 1,273	S/. 2,127	S/. 2,127	S/. 1,627

C. Evaluación económica

Para la tasa impositiva se consideró 20% anuales lo que se paga en impuesto a la renta de manera anual cuando la empresa no supera las 27 UIT. La TMAR hace referencia a la tasa mínima de retorno exigida sobre la inversión propuesta, la cual se calcula a partir de la inflación media anual de los últimos cinco años del país y el premio riesgo anteriormente calculado, lo que da como resultado una tasa mínima aceptable de rendimiento de 1.53% (efectiva mensual).

Luego de haber realizado el análisis económico los indicadores financieros muestran resultados favorables sobre la implementación de las herramientas de mejora propuestas, al lograr un Valor Actual Neto (VAN) positivo de S/ 12,956.00, una Tasa interna de retorno (TIR) de 22%, superior a la TMAR y una

relación beneficio costo de 1.96, expresando que se presenta una buena relación entre lo que se gastará y el beneficio que se obtendrá por ello.

IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, en esta sección se presenta la discusión de resultados obtenidos para cada propósito propuesto. En primer lugar, se empezó por el diagnóstico de la situación problemática en la línea de producción de calzados para dama en la empresa RAMBEL E.I.R.L., tal como se indica en la Referencia [2], se realizó el diagnóstico actual de la empresa para identificar el problema que generaba un fuerte desequilibrio y un impacto negativo en el indicador del desperdicio, fue entonces que se brindaron capacitaciones sobre TPM y 5S al personal operativo de Flexo Spring S.A.S., es por eso que se decidió hacer un diagnóstico actual de la empresa se considera como el primer paso para perfeccionar y hacer efectivos los procesos dentro de la empresa. Teniendo un seguimiento constante de la actividad se garantiza condiciones óptimas de trabajo, ambiente y reducción de los desperdicios.

El segundo propósito: Diseñar las herramientas de ingeniería permite la reducción de costos operativos en la empresa RAMBEL E.I.R.L., comparando los resultados obtenidos, con la investigación de la Referencia [13], que desarrolla con el objetivo de mejorar el procesos en la línea de producción en una empresa de calzado industrial y militar, buscó reducir costos mediante la metodología “Kaizen”, la aplicación de esta metodología le permitió aumentar la productividad en un 20% a 30%, además de reducir los costos operativos en un 15% a 20%.

Finalmente se tuvo el propósito de monetizar las pérdidas en la línea de producción de calzado para damas en la empresa RAMBEL E.I.R.L., comparando los resultados con el estudio de la Referencia [12], que tuvo como objetivo determinar el impacto en los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco de la empresa Dámper Trujillo S.A.C. mediante la propuesta de aplicación de herramientas de ingeniería, indica que, luego de realizar el análisis del estado actual del proceso de empaque de espárrago fresco, con la aplicación de las herramientas de ingeniería, obtuvo como resultado que el valor de las pérdidas disminuye considerablemente de \$70,414.50 a \$4,557.16.

V. CONCLUSIONES

Se logró identificar la situación problemática que afectaba la calidad de los procesos productivos de calzado mediante un diagnóstico integral. La situación problemática estaba compuesta de diversas causas problema como: Horas improductivas debido a falta de orden, limpieza y compromiso de los trabajadores para mantener el ambiente de trabajo en condiciones óptimas, fallas en las máquinas debido la falta de programas de mantenimiento, fallas en productos terminados por falta de control a la calidad y fiabilidad del proceso

productivo y reclamos constantes de los clientes por no adecuarse a las especificaciones de calidad requeridas.

Se diseñaron las herramientas de ingeniería que permitan la reducción de costos como: 5S para la integración de la cultura de calidad en la organización y gestión de los procesos las áreas de producción, TPM planificación y programación, capacitación, análisis de criticidad e indicadores de mantenimiento, Análisis modal de fallos y efectos para la mejora de calidad y fiabilidad, y el uso de la carta de control P para la cuantificación de unidades defectuosas.

Se identificaron las pérdidas en la línea de producción y su monetización, siendo así: Horas improductivas S/2,521.92, fallas en las máquinas S/4,290.00, fallas en los productos terminados S/ 2,145.00, constantes reclamos de clientes S/ 2,145.00, lográndose reducciones de costos en cada uno de estos casos.

El diseño del plan de mejoras, considerando las herramientas de mejora para los problemas identificados, representa en total una reducción (ahorro) en los costos de S/2,426.90. Así también se tiene una TIR de 22%, el VAN de S/12,956.00 y una relación B/C de 1.96 muestran que la implementación de las mejoras es una opción rentable.

REFERENCIAS

- [1] Blanco Rodriguez, L., & Sirlupu Tejada, L. (2015). Diseño e implementación de células de manufactura para aumentar la productividad en el área de armado de una empresa de calzado para dama. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú. Obtenido de: <http://dspace.unitr.u.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/1078/BLANCO%20SALDA%C3%91A-SIRLUPU%20TEJADA.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- [2] Castañeda Ramos, L. (2017). Implementación de herramientas de manufactura esbelta para reducir desperdicio y lograr mejora continua en los procesos productivos de las plantas de flexo spring en la ciudad de Bogotá. Obtenido de: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14844/2/2017_Herramientas_Reducir_Plantas.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/14844/2/2017_Herramientas_Reducir_Plantas.pdf)
- [3] Corrales Ojeado, A. (septiembre de 2016). Implantación de un sistema de gestión de la calidad según ISO 9001 en empresa de certificación en ensayos no destructivos. Obtenido de https://oa.upm.es/44096/1/PFC_ANDRES_CORRALES_OJEADO.pdf
- [4] Cuero América. (2013). Recuperado el 10 de mayo de 2019, de www.cueroamerica.com/paisxpais/peru_informe_trujillo.html
- [5] De la Cruz, C., Jara, A., Jave, M., Portilla, X., Ricardo, N., & Talledo, J. (Julio de 2021). Plan de mejora para reducir los costos operativos de una empresa agroindustrial molinera. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122035760&doi=10.18687%2fLACCEI2021.1.1.173&origin=inward&txGid=c7eadcab2113d7d9f6eb08deea2a64de>
- [6] Escalante Correa, L. (Julio de 2021). Modelo predictivo ajustado al proceso de molienda y el efecto en la rentabilidad económica simulado con Montecarlo, una empresa procesadora de arroz. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85122035760&doi=10.18687%2fLACCEI2021.1.1.173&origin=inward&txGid=f01ff177dBa70ce5939e466e1287e3>
- [7] FAMILIA ISO 14000 GESTIÓN AMBIENTAL. (s.f). Obtenido de <https://www.iso.org/iso-14001-environmental-management.html>
- [8] IEES. (Enero de 2017). Recuperado el 15 de mayo de 2019, de <https://www.elanbiz.org/documents/20182/83157/SNI+Reporte+sectorial+-+Fabricaci%C3%B3n+de+Calzado/8cdc7ddf9653-478c-8151-632af6c6b017?version=1.1>

- [9] Instituto Nacional de Calidad. (2019). Normas Técnicas Peruanas. Obtenido de <https://www.inacal.gob.pe/cid/categoria/normas-tecnicas-peruanas>
- [10] ISO 9000 FAMILY QUALITY MANAGEMENT. (s.f). Obtenido de <https://www.iso.org/iso-9001-quality-management.html>
- [11] ISO 9001:2015 Sistemas de Gestión de la calidad: requisitos. (2021). Obtenido de <https://www.iso.org/standard/62085.html>
- [12] Loayza Flores, E. (2020). Aplicación de herramientas de ingeniería para reducir los costos operacionales del área de empaque de espárrago fresco en la empresa Danper Trujillo S.A.C. Universidad Privada del Norte. Trujillo-Perú.
- [13] Mattos Alegre, J. (2014). Mejora de proceso en la línea de producción en una empresa de calzado industrial y militar. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Lima-Perú.
- [14] Meneses Begazo, M. (noviembre de 2019). NORMATIVIDAD EN CALZADO: Oportunidades para el sector en mercados nacionales e internacionales. Obtenido de <https://citeccal.itp.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/1-ENCUENTRO-DE-INNOVACION-TECNOLOGICA-SEMINARIO-Normatividad-en-calzado-CITEccal-Lima.pdf>
- [15] Ministerio de la Producción. (2016). Listado de normas técnicas de calzado. Obtenido de <http://citeccal.itp.gob.pe/wp-content/uploads/2016/03/Listado-de-Normas-T%C3%A9cnicas-de-Calzado.pdf>
- [16] Ministerio de trabajo y producción social. (2011). BOLETÍN DE ESTADÍSTICAS OCUPACIONALES N°9, 22-23.
- [17] Normatividad en calzado. (2019): Oportunidades para el sector en mercados nacionales e internacionales. Lima. Obtenido de <https://citeccal.itp.gob.pe/wp-content/uploads/2019/12/1-ENCUENTRO-DE-INNOVACION-TECNOLOGICA-SEMINARIO-Normatividad-en-calzado-CITEccal-Lima.pdf>
- [18] Nuevas normas ISO Escuela Europea de Excelencia. (2 de Abril de 2018). ¿Qué es y para qué sirve la norma ISO 14001? Obtenido de <https://www.nueva-iso-14001.com/2018/04/norma-iso-14001-que-es/>
- [19] Secretaría del Trabajo y Previsión Social. (2015). Protocolo de Inspección para la Industria del Calzado. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/18939/Protocolo_Calzado.pdf
- [20] Secretaría Del Trabajo y Previsión Social. (2020). NOM-001-STPS-2008: Edificios, Locales, Instalaciones y Áreas en los Centros de Trabajo- Condiciones de Seguridad. Obtenido de <https://vlex.com.mx/vid/edificios-locales-areas-condiciones-56245793>.