

Proposal for improvement through quality management to reduce costs in the company EASY PUBLICIDAD S.A.C. company Trujillo, 2022

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Alvaro Gavino Aguirre-Irigoyen, estudiante Ingeniería Industrial¹, Luis Francisco Salinas-Hernández, estudiante Ingeniería Industrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00132101@upn.pe, n00200371@upn.pe

Abstract– The purpose of this research is to apply quality management and cost analysis tools to calculate the losses caused by problems in the production process and evaluate how to reduce them by applying quality management in the company EASY PUBLICIDAD, in the city of Trujillo, Peru. The stated objective is to reduce the losses caused by problems in the production process and in quality management by implementing a plan to improve quality control for the company with the assumption that this will lead to a reduction in economic losses. For this purpose, quality improvement tools and statistical tests were used, including control charts, QFD (quality function deployment), FMEA, DMAIC and Lean Six Sigma. The study is based on formal and exact science and has a diagnostic and purposeful nature. It was determined that in the loss estimation after the application of the improvement tools, the total amount of losses is reduced from S/. 15,434.69 to S/. 8,028.92. In the control charts it can be noticed that after applying the improvement, the measured points are close to the average, which is a positive indicator for the company, because of an appropriate application of quality tools and statistical tests mentioned above. It was determined that, by applying the proposed improvement plan, the company reduces its losses and increases the quality of the product it manufactures, satisfying its customers.

Keywords: Quality tools, reduce costs, QFD, DMAIC.

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.120>
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

Propuesta de mejora mediante la implementación de un sistema de gestión de calidad para reducir las pérdidas económicas de la empresa EASY PUBLICIDAD S.A.C. de la ciudad de Trujillo, 2022

Proposal for improvement through quality management to reduce costs in the company EASY PUBLICIDAD S.A.C. company Trujillo, 2022

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Alvaro Gavino Aguirre-Irigoyen, estudiante Ingeniería Industrial¹, Luis Francisco Salinas-Hernández, estudiante Ingeniería Industrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, n00132101@upn.pe, n00200371@upn.pe

Resumen– En el presente trabajo se aplicaron herramientas de gestión de la calidad y análisis de costos para calcular la suma de las pérdidas ocasionadas por problemas en el proceso productivo y evaluar la manera de reducirlas aplicando gestión de la calidad en la empresa EASY PUBLICIDAD, de la ciudad de Trujillo, Perú. El objetivo planteado es reducir el costo de pérdidas ocasionadas por problemas en el proceso productivo y en la gestión de calidad mediante la implementación de un plan de mejora en el control de calidad para la empresa con el supuesto que dicha actividad conlleva a una reducción en las pérdidas económicas de la empresa. Para ello, se utilizaron herramientas de mejora de la calidad y pruebas estadísticas, entre ellas gráficos de control, QFD (despliegue de función de la calidad), AMFE, DMAIC y Lean Six Sigma. El estudio está basado en ciencia formal y exacta y presenta un carácter diagnóstico y propositivo. Se determinó que, en el costeo de pérdidas posterior a la aplicación de las herramientas de mejora, el monto total de pérdidas se reduce de S/. 15,434.69 soles a S/. 8,028.92 soles. En las gráficas de control se puede observar que después de aplicar la mejora, los puntos medidos se encuentran cerca al promedio, lo cual es un indicador positivo para la empresa, gracias al uso y aplicación correcta de herramientas de calidad y pruebas estadísticas mencionadas anteriormente. Se determinó que, al aplicar el plan de mejora propuesto, la empresa reduce sus pérdidas y aumenta la calidad del producto que fabrica satisfaciendo a su clientela.

Palabras clave: Herramientas de calidad, reducir costos, QFD, DMAIC.

Abstract– The purpose of this research is to apply quality management and cost analysis tools to calculate the losses caused by problems in the production process and evaluate how to reduce them by applying quality management in the company EASY PUBLICIDAD, in the city of Trujillo, Peru. The stated objective is to delimit the losses caused by problems in the production process and in quality management and to implement a plan to improve quality control for the company with the assumption that this will lead to a reduction in economic losses. For this purpose, quality improvement tools and statistical tests were used, including control charts, QFD (quality function deployment), FMEA, DMAIC and Lean Six Sigma. The study is based on formal and exact science and has a diagnostic and purposeful nature. It was determined that in the loss estimation after the application of the improvement tools, the total amount of losses is reduced from S/. 15,434.69 to S/. 8,028.92. In the control

charts it can be noticed that after applying the improvement, the measured points are close to the average, which is a positive indicator for the company, because of an appropriate application of quality tools and statistical tests mentioned above. It was determined that, by applying the proposed improvement plan, the company reduces its losses and increases the quality of the product it manufactures, satisfying its customers.

Keywords: Quality tools, reduce costs, QFD, DMAIC.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el sector textil se ha establecido como uno de los pilares económicos básicos del Perú [20] debido a la alta calidad de las prendas exportadas. Esto ha ocasionado una ampliación de los mercados, el cual origina que las empresas compitan actualmente con el mercado global, dando mayor alcance a sus negocios, aumentando así la necesidad de brindar productos y servicios de cada vez mayor calidad [12]. Por ello, es importante considerar la implementación de un sistema de gestión de calidad para poder, mediante el uso de herramientas estadísticas de calidad, como: histogramas, diagramas de proceso y gráficas de control [10], reducir errores y desperdicios, mejorar la productividad y calidad de los productos, reducir los costes y el aumento del rendimiento de la empresa [15]. De esta manera, al adoptar un sistema de gestión de la calidad basado en procesos, la organización puede demostrar su capacidad para proporcionar productos que satisfagan los requisitos de los clientes. [13].

Al realizar un análisis exhaustivo aplicando herramientas como el Diagrama de Ishikawa en la empresa EASY PUBLICIDAD, la cual se dedica a la fabricación de polos publicitarios, nos encontramos con dificultades en su proceso de manufactura relacionado a tiempos muertos, optimización de recursos y almacenamiento, lo cual les genera un costo adicional. Estas son la falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso, lo que al año nos genera una pérdida de S/. 1,347.84 en tiempos muertos por no mantener un orden de las piezas armadas por cada etapa del proceso, la falta de control de calidad durante el proceso, lo cual genera pérdidas por reprocesos debido a posibles fallos en el producto terminado, generando una pérdida anual de S/. 6,752.93, la falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria, lo cual nos

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2022.1.1.120>
ISBN: 978-628-95207-3-6 ISSN: 2414-6390

genera pérdidas por fallas de las máquinas, ocasionando tiempos muertos, lo cual genera una pérdida anual de S/. 6,660.00, y por último la falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado, lo cual genera pérdidas al no poder utilizar o vender la materia prima o producto este problema generó una pérdida de S/. 673.92 en el último año.

Al analizar las fallas presentadas en el proceso productivo, podemos deducir la deficiencia en factores de calidad, que es el conjunto de características que debe cumplir un producto o servicio para satisfacer las necesidades del cliente, además de ser un factor determinante para la competitividad y para mantener su vigencia en el mercado [12]. Para supervisar la calidad del producto se necesita una adecuada gestión, el cual logra que las actividades dentro de un proceso productivo o sistema puedan realizarse con eficiencia y eficacia. [11].

Por ello, la importancia de la gestión de la calidad radica en que esta se encarga de evaluar y proponer herramientas de mejora constante con el objetivo de cubrir las expectativas y deseos de los clientes, consumidores o usuarios a través de la construcción de sistemas organizacionales para tal fin [11].

Dentro de estas herramientas tenemos al diagrama de Pareto, el cual nos permite jerarquizar los factores que influyen en los problemas encontrados [19] de manera que podamos observar que problema ocasiona mayores pérdidas a la organización. Por otro lado, tenemos a las gráficas de control, una de las técnicas cuantitativas más efectivas que puede reducir lo más mínimo posible la variabilidad de un proceso. Estos gráficos son utilizados para detectar cambios en un proceso de fabricación, para poder evaluar la aproximación de su capacidad de producción de acuerdo con las especificaciones solicitadas [1].

Existen otras herramientas, además de las mencionadas anteriormente, que darán solución a los problemas encontrados en la empresa. Entre ellos tenemos el despliegue de la función de calidad o QFD, que se utiliza para realizar una planificación efectiva para el proceso productivo, basado en los requerimientos expresados por el cliente los cuales se deben convertir en procesos de ingeniería para brindar un producto de buena calidad manteniendo una vigencia en el mercado [6][7]. Para una mejor aplicación de esta herramienta, se deben realizar las siguientes preguntas: ¿Quién usa nuestro producto? ¿Cuál es el uso del producto? ¿Dónde se utiliza? ¿Cuándo se utiliza? ¿Por qué se utiliza? ¿Cómo se utiliza? [18].

Además, tenemos al análisis de modo y efecto de falla (AMFE), que sirve para la identificar, evaluar y prevenir los fallos potenciales del diseño de un producto o de un proceso antes de que éstos ocurran, con el objetivo de dar criterios que sirvan para poder resolver dichos fallos mejorando la calidad del producto [16]. Esta herramienta se complementa con la aplicación del DMAIC para definir un problema, cuantificar el problema, analizar la causa del problema, implementar una solución factible y mantener la solución [17]. Dividido en etapas: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar [2]. El cual, a su vez, se complementa con la aplicación de Lean Six Sigma, una herramienta muy popular en los procesos de mejora continua de la producción y la calidad en empresas manufactureras [8]. Esta metodología, se enfoca en reducir las fallas o defectos en el proceso productivo, siendo la base de este la desviación estándar.

Para el análisis de la mejora propuesta, se utilizará el VAN que es el valor monetario que resulta de restar a la inversión inicial la suma de los flujos descontados. Por otro lado, se utilizará el TIR que hace que el VAN sea igual a cero. Además, se considera como la tasa que iguala la suma de los flujos descontados a la inversión inicial. [14]

[1] Moya, Álvarez & Blanco, en el año 2021, en su investigación titulada “Efecto del incumplimiento de la hipótesis de normalidad en los gráficos de control de la media”, propuso como objetivo evaluar el impacto del incumplimiento del supuesto de normalidad en el gráfico de control para la media, considerando distintas distribuciones probabilísticas para analizar todos los grados de incumplimiento. Demostrando que los gráficos de control son una herramienta efectiva cuando la distribución de la característica de calidad es asimétrica levemente.

[3] Suárez, Silva, & Navas en el año 2022, en su investigación titulada “La auditoría y su incidencia en la gestión de la calidad en los procesos de elaboración de confites y snacks”, tuvo como objetivo verificar la gestión de la normativa de calidad, ayudando a la empresa de financiamiento a identificar aspectos que perjudiquen la realización de sus operaciones productivas, demostrando que la aplicación de un proceso de auditoría de gestión de procesos de calidad tiene cierta pertinencia y factibilidad para la evaluación de la calidad al objeto de estudio, al identificar puntos de mejoras de este, beneficiando a la empresa y obteniendo un registro de auditoría de gestión de calidad.

[4] Gálvez, Tisnado, Rantes, & Solórzano en el año 2020 en su artículo de investigación titulado “Diseño de un plan de mantenimiento preventivo, ABC, codificación, sistema Kanban, AMFE y pronósticos para reducir costos en la empresa metalmeccánica Ingenieros en Acción S.R.L”, tiene como objetivo solucionar problemas en la empresa, los cuales son: paradas de máquinas no planificadas, desorden en almacén, retrasos en la entrega de pedidos terminados y reprocesos, lo que generan una pérdida económica mensual de S/.16,441.31. Para ello, emplearon herramientas de ingeniería: plan de mantenimiento preventivo, ABC y codificación; sistema Kanban, AMFE y MOF. Este trabajo de investigación tuvo como resultados que el AMFE y la demás herramienta implementadas representa un impacto positivo para la empresa, reduciendo aproximadamente un 28% los costos mensuales, esto quiere decir que se redujo a S/. 12,813, además de un VAN de S/115,866.30 y un TIR del 69.29%.

[5] Pulido, Ruiz, & Ortiz en el año 2018, en su artículo de investigación titulado “Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas”, tiene como objetivo proponer una mejora en los procesos de producción, mediante herramientas estadísticas de calidad y la norma ISO 31000 de gestión de riesgos. Concluyendo que el diseño metodológico fue validado de manera eficiente permitiendo identificar, tratar, mitigar y monitorear las causas de desviaciones de especificaciones de producto en un proceso de envasado de yogurt, además, las herramientas de estadística y de calidad ayudaron a procesar los datos recopilados, contribuyendo al análisis y monitoreo del proceso.

[7] Gutiérrez, Gutiérrez, & Garibay en el año 2013, en su artículo de investigación titulado “Análisis multivariado y QFD

como herramientas para escuchar la voz del cliente y mejorar calidad del servicio”. Tuvo como objetivo analizar la información de las encuestas mediante el análisis de los factores, lo que permite revisar de manera detallada el cuestionario y verificar la consistencia que tiene dicha herramienta de recopilación de datos, para luego detectar problemas de calidad del servicio, además de ello, mediante la aplicación del QFD para establecer los requerimientos del cliente y así mejorar el servicio de atención. Una de sus conclusiones fue que gracias a la aplicación de la herramienta QFD se logró establecer los requerimientos del cliente en la matriz de calidad, utilizando una escala del 1 a 5, siendo 5 la más alta, además se encontraron los requerimientos técnicos y relacionarlos, detectando así los problemas de calidad en el servicio de atención.

[9] Araman & Yahya en el año 2022, en su documento de investigación llamado “Un caso de estudio sobre la implementación de la metodología Lean Six Sigma: DMAIC en el proceso de extrusión de perfiles de aluminio”, tuvo como objetivo investigar las fuentes de variación en el proceso de extrusión en caliente de perfiles de aluminio con el fin de mejorar la capacidad del proceso. La metodología que utilizaron fue basada en el enfoque DMAIC Lean Six Sigma, además se empleó los gráficos de Pareto, por otro lado, utilizando el diagrama de causa y efecto y la matriz de decisión se pueden determinar las causas raíz de los defectos. El estudio tuvo como resultados una reducción en DPMO de 89.649 a 15.659, mejorando el nivel Z de 2,84 a 3,65 y con ello se mejoró el rendimiento del proceso de 91,04% a 98,43%, reduciendo el costo de US\$75.972 a US\$13.250,9 es decir, un ahorro del US\$62.72.

[19] Rosak, Zywiótek, & Mrowiec en el año 2022, en su artículo de investigación titulado “Análisis de la satisfacción del cliente con la calidad de los servicios del mercado energético en Polonia”, tiene como propósito ver que tan bien se encuentran los clientes con el servicio del mercado de energía, utilizando los datos de una encuesta realizada en el año 2021 en Polonia con más de 2404 encuestados, aplicando métodos y herramientas de gestión de calidad seleccionados. Los resultados del estudio muestran que los empleados de las empresas de energía deben ser capacitados periódicamente en el campo del servicio al cliente, principalmente en términos de un enfoque individual para el cliente.

[21] de la Cruz, Jara, Jave, Portilla, Ricardo, Talledo & Geldres en el año 2021, en su artículo de investigación nombrado “Plan de mejora para reducir los costos operativos de una empresa agroindustrial molinera”, tiene como objetivo reducir los costos operativos en las áreas de producción y mantenimiento. Las metodologías empleadas en esta investigación fueron las siguientes; Análisis FODA, 5 fuerzas de Porter, análisis PESTEL, matrices EFE-EFI, diagramas de Ishikawa y el diagrama de Pareto, además se incluyó herramientas relacionadas a la gestión de la producción y mantenimiento, las cuales son los pronósticos de la demanda, MRP, plan de mantenimiento preventivo, etc. Por otra parte, los resultados obtenidos fueron la eliminación de la tasa de horas de parada de planta no programadas, reducción total del 54.65% de los costos operativos analizados. Se demostró la rentabilidad del plan de mejora con un VAN de S/87,052.97 y

una TIR de 69%.

[22] Monsalve, Borrero, & Neira en el año 2017, en su revista de investigación titulada “Aproximación Teórica en la Obtención de un Modelo de Gestión, calidad para la Formación Profesional con un Enfoque Productivo”. El propósito de esta revisión teórica es buscar un modelo de calidad, para mejorar la gestión en la productividad y competitividad profesional, reseñando conceptos de calidad, modelos de gestión, calidad en la educación y en la formación profesional y de ingenieros. Los resultados de esta revista arrojan que mediante la correcta formación profesional mejora los niveles de adaptación a puestos de trabajo más polivalentes, creando así una sociedad con mayor productividad y gestión de calidad en procesos de grandes empresas.

[23] Vilar, Velasco & Puentes en el año 2009, en su trabajo de investigación nombrado “Efectos de la implantación de un sistema de gestión de la calidad en el proceso de elaboración de aceite de oliva: un estudio internacional”, tiene como objetivo conocer mediante un estudio empírico si la implantación de un sistema de gestión de la calidad en el proceso de extracción de aceite de oliva incide de forma positiva en la calidad del producto, analizando datos obtenidos a través del envío de cuestionarios a una muestra de 2.800 almazaras olivereras, de las cuales se obtuvieron 501 respuestas. Los resultados del estudio muestran que la implantación de un sistema de gestión de la calidad según la norma ISO 9001:2000 en el proceso de mouturación del aceite de oliva tiene como resultado final el incremento porcentual en la obtención de producto de calidad.

[24] Mercader, Miralles & Pérez en el año 2022, en su artículo titulado “Resultado de la implementación de un sistema de gestión de la calidad en base a la Norma ISO 9001:2015 en una unidad de cuidados intensivos quirúrgicos unidad”. Tiene como objetivo principal, describir el proceso de implementación de un SGC bajo la Norma ISO 9001:2015 en la unidad de cuidados intensivos. Los resultados del estudio fueron, mediante aplicación de la metodología AMFE para los procesos clave, se elaboró 14 acciones de mejora y se consiguió aumentar la media superior al 70% de eficacia tras su reevaluación.

[25] Barcia, Velastegui, & Mero en el año 2021, en su artículo de investigación denominado “Diseño e implementación de un tablero de control para la gestión de indicadores de calidad de una empresa maderera: Metodología DMADV. Tiene como propósito diseñar e implementar un tablero de control para gestionar los indicadores de calidad para una empresa productora de madera. La metodología empleada fue el diseño Six Sigma, además de la recolección de las necesidades de los clientes para posteriormente realizar la Casa de calidad, donde se encontraron las principales especificaciones y requerimientos de los clientes en el diseño. Los resultados de esta investigación fue que, mediante la recolección de datos para la creación de la casa de calidad y la utilización de la herramienta Six Sigma, se creó un diseño de tablero de control, lo cual permite gestionar los indicadores de calidad que tiene la empresa, estableciendo como prioridad la calidad en todo el proceso productivo de la madera.

Finalmente, al encontrar los problemas principales respecto a calidad en la producción lo que evidencia una carencia en el sistema de gestión de la calidad en la empresa EASY

PUBLICIDAD S.A.C., los objetivos planteados son delimitar el costeo de pérdidas ocasionadas por problemas en el proceso productivo y en la gestión de calidad e implementar un plan de mejora en el control de calidad en la empresa EASY PUBLICIDAD S.A.C.

II. METODOLOGÍA

El tipo de investigación es por su naturaleza, basada en ciencia formal y exacta; y por el diseño, diagnóstica y propositiva. Orientada a la aplicación de herramientas de gestión de calidad para mejorar la calidad de los procesos productivos de la empresa EASY PUBLICIDAD S.A.C. en la ciudad de Trujillo. Es importante mencionar los materiales y software utilizado en la presente investigación. Estos constan de una Laptop Lenovo Corei5 y el programa Microsoft Office Excel para realizar los cálculos respectivos. La información obtenida tiene base en artículos científicos e investigaciones de la base de datos Scopus.

A continuación, se detalla el proceso de investigación utilizado en este trabajo.

TABLA I
PROCEDIMIENTO DE INVESTIGACIÓN

Etapa	Técnicas	Descripción
Diagnóstico	Ishikawa	Se identificó en cada uno de los factores las diferentes causas raíz del problema general.
	Matriz de indicadores	Se ordenó cada causa raíz con una breve descripción y planteamos la ruta de monetización para cada una de ellas.
	Monetización de pérdidas	Se especificó cuáles son las variables de cada causa raíz que producen pérdidas monetarias a la empresa Easy Publicidad.
	(Control Estadístico de Calidad)	Se realizó un control estadístico para la visualización de las pérdidas.
Solución propuesta	QFD	Se realizaron Casitas de Calidad para evaluar los requerimientos del cliente
	AMFE	Se analizaron los principales fallos que presenta la empresa en su producción.
	DMAIC Six sigma	Se hizo un análisis secuencial para proponer una mejora en la empresa

Para poder realizar un análisis situacional, se hizo uso del diagrama de Ishikawa para poder identificar las principales causas que originan pérdidas en la empresa EASY PUBLICIDAD S.A.C., esto ocurre debido a la falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso, la falta de control de calidad durante el proceso, falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria y la falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado

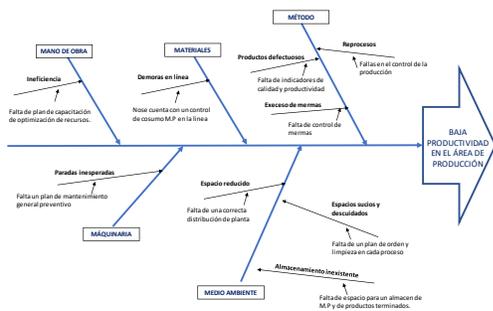


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa

Luego, haciendo uso de un diagrama de Pareto, se jerarquizaron las causas raíz identificadas, quedando de la siguiente manera.

TABLA II
DIAGRAMA DE PARETO

	PROBLEMAS	COSTO	Costo ACUMULADO	% Costo ACUMULADO	80 - 20	% N° de causas acumulado	
1	CR-2	Falta de control de calidad durante el proceso	S/ 6,752.93	S/ 6,752.93	44%	80%	25%
2	CR-3	Falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria	S/ 6,660.00	S/ 13,412.93	87%	80%	50%
3	CR-1	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso	S/ 1,347.84	S/ 14,760.77	96%	80%	75%
4	CR-4	Falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado	S/ 673.92	S/ 15,434.69	100%	80%	100%
			S/ 15,434.69				

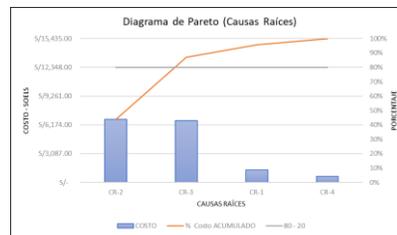


Fig. 2 Diagrama de Pareto

Los histogramas servirán para poder identificar la frecuencia de los intervalos de cada una de las causas raíz en la empresa EASY PUBLICIDAD S.A.C. De esta manera, los datos fueron evaluados y procesados en Microsoft Excel y aplicada en Minitab. Donde se establecieron las capacidades de proceso para cada causa raíz en menor que 1.

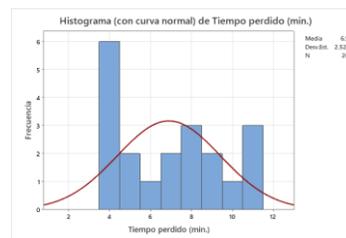


Fig. 3 Histograma causa raíz 1

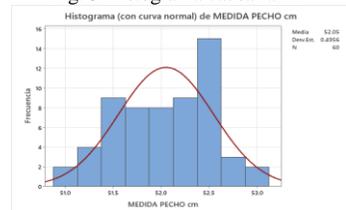


Fig. 4 Histograma causa raíz 2

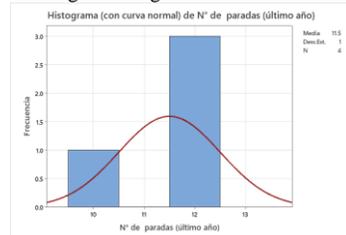


Fig. 5 Histograma causa raíz 3

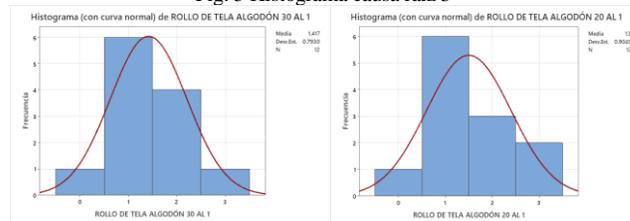


Fig. 6 Histograma causa raíz 4 (algodón 30 al 1 y algodón 20 al 1)

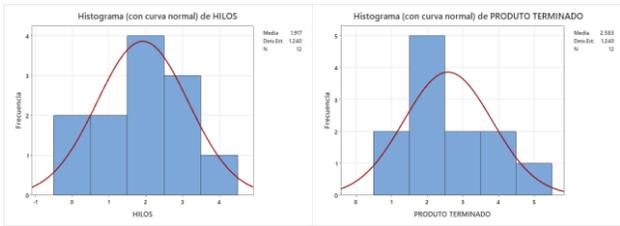


Fig. 7 Histograma causa raíz 4 (hilos y producto terminado)

Para la primera causa raíz que es la falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso, se ha decidido establecer un gráfico de control para determinar el impacto de los tiempos muertos en el proceso productivo de la fabricación de polos publicitarios. Para lo cual se tomaron varias muestras de tiempos muertos en diferentes ciclos productivos.

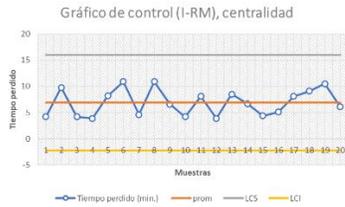


Fig. 8 Gráfica de control causa raíz 1

Para la segunda causa raíz que es la falta de control de calidad durante el proceso, se ha decidido establecer un gráfico de control para determinar la cantidad de reprocesos causados por las fallas en productos terminados. Para lo cual se tomaron varias muestras en diferentes ciclos productivos.

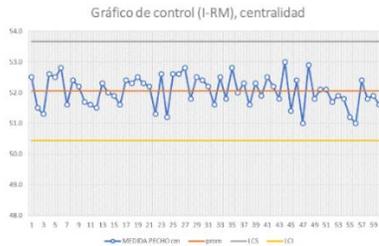


Fig. 9 Gráfica de control causa raíz 2 (medida pecho)

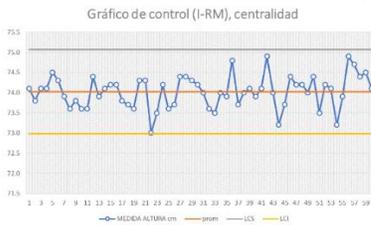


Fig. 10 Gráfica de control causa raíz 2 (medida pecho)

Para la tercera causa raíz que es la falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria, se ha decidido establecer un gráfico de control para determinar la cantidad de fallas en el último año. Para lo cual se tomaron varias muestras de tiempos muertos.



Fig. 11 Gráfica de control causa raíz 3

Para la cuarta causa raíz que es la falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado, se ha decidido establecer un gráfico de control para determinar la cantidad de materia prima y productos terminados fallados en el último año.

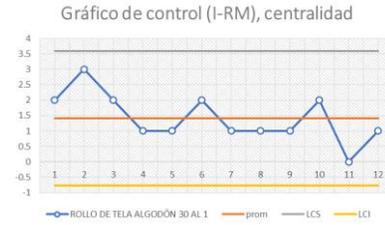


Fig. 12 Gráfica de control causa raíz 4 (algodón 30 al 1)

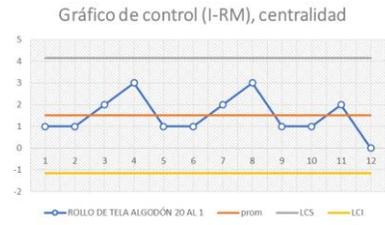


Fig. 13 Gráfica de control causa raíz 4 (algodón 20 al 1)

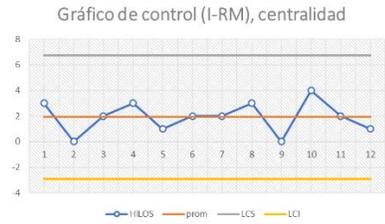


Fig. 14 Gráfica de control causa raíz 4 (hilos)

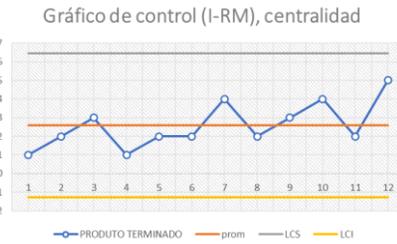


Fig. 15 Gráfica de control causa raíz 4 (producto terminado)

Para la propuesta de mejora se utilizaron tres herramientas de mejora: Despliegue de la Función de la Calidad (QFD), Análisis de Modo de Fallas y Efecto (AMFE) y Six Sigma.

Se utilizó y aplicó la herramienta Casa de Calidad (QFD) a cada causa-raíz, para determinar los requerimientos de los clientes y a su vez, establecer la prioridad que tiene cada uno de ellos, donde 5 es mejor y consecutivamente una escala descendente hasta 1 (peor). Esta técnica nos permitió evaluar como la empresa puede mejorar su procedimiento de operación frente a la competencia.

Para la causa raíz 1-2, se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos del cliente: una correcta distribución de planta (local), para adecuado almacenamiento de piezas durante el proceso, personal capacitado, inspección minuciosa de la materia prima por ingresar al proceso y el cumplimiento de la presentación por prenda solicitada por el cliente.

Gracias a ello, la empresa debe tener ciertos requerimientos técnicos como: personal calificado, correctos indicadores de

disponibilidad, correctas medidas en el layout de la planta de producción, correctos indicadores de calidad.

El análisis del QFD, brinda prioridad al cumplimiento de los requerimientos por parte de los clientes y mantener importancia en los requerimientos técnicos, los cuales gracias a la matriz QFD se dieron los siguientes resultados de valor: personal calificado, correctos indicadores de disponibilidad, correctas medidas de layout y correctos indicadores de calidad.

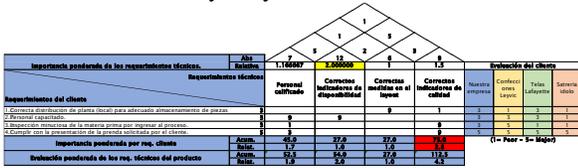


Figura 16 Matriz QFD causa raíz 1-2

Para la causa raíz 3, se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos del cliente: plan de contingencia ante posibles fallas de maquinaria, plan de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, limpieza de maquinaria y EPPs para el personal encargado del mantenimiento, maquinaria y equipo cumplan con el voltaje requerido.

Gracias a ello, la empresa debe tener ciertos requerimientos técnicos como: correcta evaluación de maquinaria, correctos indicadores de requerimiento, correctos indicadores de calidad, y personal calificado

El análisis del QFD, brinda prioridad al cumplimiento de los requerimientos por parte de los clientes y mantener importancia en los requerimientos técnicos, los cuales gracias a la matriz QFD se dieron los siguientes resultados de valor: correcta evaluación de maquinaria, correctos indicadores de requerimiento, personal de mantenimiento calificado y correctos indicadores de calidad.

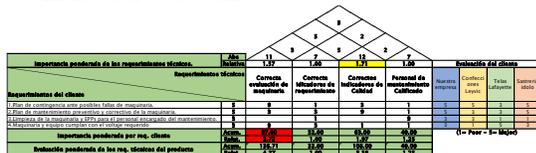


Figura 17 Matriz QFD causa raíz 3

Para la causa raíz 3, se tomaron en cuenta los siguientes requerimientos del cliente: almacenar con un plan de limpieza y orden implementado, utilización de métodos para la logística del almacén, espacios amplios y gestionados.

Gracias a ello, la empresa debe tener ciertos requerimientos técnicos como: evaluación de los métodos utilizados para la logística, personal calificado, correctos indicadores de calidad y adecuada gestión de almacenes.

El análisis del QFD, brinda prioridad al cumplimiento de los requerimientos por parte de los clientes y mantener importancia en los requerimientos técnicos, los cuales gracias a la matriz QFD se dieron los siguientes resultados de valor: evaluación de los métodos utilizados para la logística, personal calificado, adecuada gestión de almacenes y correctos indicadores de calidad.

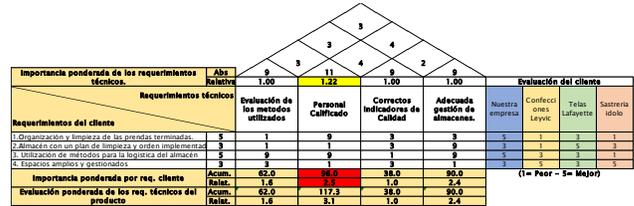


Figura 18 Matriz QFD causa raíz 4

En todos los análisis QFD, se hizo la evaluación frente a los principales competidores que tiene la empresa, los cuales son: Confecciones Leyvic, Telas Lafayette y Sastrería Idolo.

Se utilizó el AMFE para identificar cuáles son las fallas potenciales que presentan la empresa en los diferentes procesos que se ven involucrados en la fabricación de los polos publicitarios, desde la recepción de la materia prima hasta el almacenamiento de productos terminados. Luego, se planean alternativas de solución para mejorar la calidad del proceso productivo y así mejorar la calidad de los polos publicitarios satisfaciendo los requerimientos del cliente.

TABLA III
MATRIZ AMFE

ANÁLISIS MODAL DE FALLAS Y EFECTOS POTENCIALES															
Proceso	Fallas potenciales			Condiciones actuales				Resultados							
	Modos de falla	Efectos	Causas del modo de falla	Método de detección	Detección	Previsibilidad	Nº de riesgo (NPR)	Acción y estado recomendados	Área responsable de la acción correctiva	Acción emprendida	Previsibilidad	Nº de riesgo (NPR)			
Recepción de materia prima	Materia prima dañada por mal almacenamiento	Materia prima inutilizable	Distribución de planta	Observación simple	2	7	2	112	Designar un área especial para almacenar la materia prima.	Supervisor	Libreración de materia prima en el lugar establecido, limpio y ordenado.	2	3	1	6
Inspección continua	Falta de inspección en cada etapa del proceso	Cuellos de botella por aglomeración de prendas falladas	Personal no capacitado	Inspección adicional del personal en prendas terminadas	4	4	5	160	Capacitar al personal en temas relacionados al control de la calidad.	Trabajador	Programación de charlas obligatorias sobre control de la calidad.	2	2	1	4
Mantenimiento de maquinaria	Falta de plan preventivo y correctivo de maquinaria	Paradas por fallas en maquinaria	Personal no capacitado	Fallas continuas	3	6	9	432	Programación de un plan preventivo y correctivo de maquinaria.	Trabajador	Aplicar el plan preventivo y correctivo de establecimiento.	2	3	1	6
Corte de piezas	Utilización incorrecta de piezas cortadas	Prendas con errores manufacturados o con detalles	Personal no capacitado	Observación de planta	3	2	2	144	Designar un área especial para almacenar las piezas cortadas.	Trabajador	Utilización de áreas establecidas en el lugar establecido, limpio y ordenado.	2	3	1	6

Según lo expuesto en la Tabla X1, la falla con mayor número de prioridad (NPR) es causada por la falta de un plan preventivo y correctivo de maquinaria, lo que ocasiona tiempos muertos y un retraso en el proceso productivo ya que, al dejar de funcionar una máquina, las demás no pueden seguir con su trabajo, ocasionando retrasos en los pedidos e insatisfacción por parte del cliente. Este fallo inicialmente cuenta con un NPR de 432, sin embargo, tras las acciones y mejoras aplicadas, se observa un progreso en la solución de este problema medido en un NPR final de 6. Asimismo, cabe señalar que la aplicación de la matriz AMFE trae consigo una reducción en los niveles de riesgo de las demás fallas identificadas permitiendo a la empresa mejorar la calidad del producto.

Mediante la aplicación de la herramienta Six Sigma, buscaremos una mejora continua en la calidad del proceso de producción de la empresa confeccionadora de prendas. Además de encontrar y eliminar presuntos errores, defectos y retrasos en el proceso anteriormente mencionado, dando un enfoque en aquellos aspectos que son críticos para el cliente. Este análisis tiene como objetivo conocer y reducir la variación en el proceso, teniendo en cuenta el cálculo del Nivel Z, la distancia entre las especificaciones y la medida del proceso en unidades de la desviación estándar de cada causa raíz para saber si cumplen con las características del producto.



Figura 19 Gráfica causa raíz 1 Six Sigma Tiempo perdido vs el mejorado

Nota: En la figura 19 se observa la comparativa entre la curva inicial y la mejorada, luego de utilizar las herramientas de calidad reduciendo el tiempo perdido de la causa raíz 1.

TABLA IV
DMAIC PROCEDIMIENTO CR-1

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Falta de orden en las actividades del proceso productivo. Retrasos en la entrega de los productos. Perdida de tiempo al ordenar la materia prima y el producto terminado. Falta de distribución en la planta.
M (medir)	Medir los indicadores de productividad. Medir el layout del almacén y de la planta. Evaluar el desempeño de los trabajadores que están involucrados con el proceso productivo. Validar el problema que afecta en el orden y limpieza del proceso.
A (analizar)	Tiempos estándar. Diagrama de flujos. Diagrama de operaciones. Capacitar a los trabajadores.
I (optimizar)	Mejorar el layout para una mejor distribución de la planta. Implementar un plan de orden y limpieza constante. Implementar equipos de limpieza.
C (controlar)	El orden en cada proceso productivo. Supervisar a los operarios para asegurar que estén cumpliendo con la limpieza. Documentar y reportar los días que se hizo limpieza para un mejor control. Armar un cronograma de limpieza.

Nota: En la Tabla IV se puede visualizar todo el procedimiento en las etapas de la metodología DMAIC, definiendo los problemas, medir, analizar y optimizar los defectos y errores que se encontraron del proceso productivo, además de controlar la propuesta de mejora.

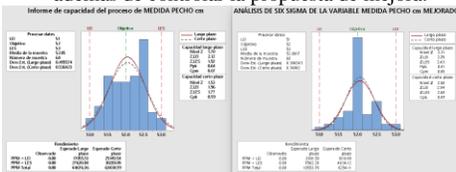


Figura 20 Gráfica causa raíz 2 variable medida pecho cm vs el mejorado
Nota: En la figura 20 se observa el antes y después de la implementación de herramientas para la gestión de calidad para mejorar la calidad del proceso de producción de la empresa EASY PUBLICIDAD.

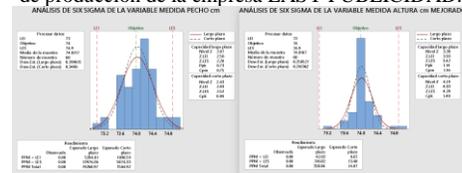


Figura 21 Gráfica causa raíz 2 variable medida altura cm vs el mejorado
Nota: En la figura 21 se observa el antes y después de la implementación de herramientas para la gestión de calidad para mejorar la calidad del proceso de producción de la empresa EASY PUBLICIDAD.

TABLA V
DMAIC PROCEDIMIENTO CR-2

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Planeamiento de calidad para el proceso productivo. Implementación de ISO calidad. Mapa de procesos. Medición de las áreas.
M (medir)	Analizar la capacidad de producción de las máquinas. Medición de los indicadores de calidad.
A (analizar)	La calidad de la materia prima. El reporte de productos terminado en todo el año. El día y día de la empresa. La capacidad de las máquinas. Gestionar el área de producción.
I (optimizar)	Implementar capacitaciones de control entre los operarios. Establecer medidas de control en el área de producción.
C (controlar)	Reunir un orden estándar para mejorar el desempeño y rendimiento. Armar un cronograma de las áreas y sus procesos. Realizar documentación.

Nota: En la Tabla V se puede visualizar todo el procedimiento en las etapas de la metodología DMAIC, definiendo los problemas, medir, analizar y optimizar los defectos y errores que se tiene tanto en el proceso productivo como el del producto terminado, implementando capacitaciones a los operadores, gestionado el área de producción y estableciendo medidas de control en la calidad del producto.



Figura 22 Gráfica causa raíz 4 variable rollos del 30 a 1 malogrados vs el mejorado

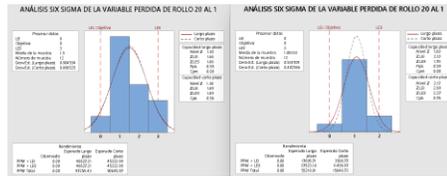


Figura 23 Gráfica causa raíz 4 variable rollos del 20 a 1 malogrados vs el mejorado

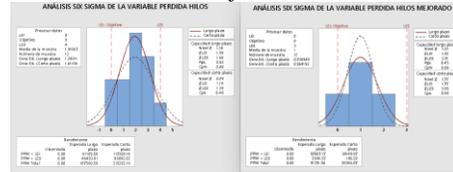


Figura 24 Gráfica causa raíz 4 variable hilos malogrados vs el mejorado

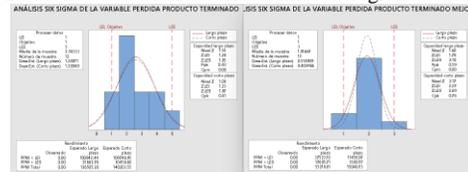


Figura 25 Gráfica causa raíz 4 variable producto terminado malogrados vs el mejorado

TABLA VI
DMAIC PROCEDIMIENTO CR-4

DMAIC	PROCEDIMIENTO
D (definir)	Implementación de métodos de logística. Reorganización del layout del almacén. Espacios amplios y gestionados. Almacén con un plan de limpieza y orden implementado.
M (medir)	Medición de los espacios reducidos del almacén. Entradas y salidas de los productos y materia prima. Laboración. Medir las aplicaciones de herramientas de lean manufacturing.
A (analizar)	Analizar el problema determinando causa-raíz. Ejecutar un plan de proyecto.
I (optimizar)	Gestionar el área de logística. Implementar capacitaciones de control entre los operarios. Utilizar la clasificación ABC para un orden entre áreas. Establecer medidas de control en el área de logística.
C (controlar)	El stock de los productos y materiales. La documentación del almacén. El ingreso de la materia prima al almacén. El destino que tiene el material luego de salir del almacén.

Nota: En la Tabla VI se puede visualizar todo el procedimiento en las etapas de la metodología DMAIC, definiendo los problemas y optimizando los defectos y errores que se tiene al momento de almacenar la materia prima y los productos terminados. Mediante la implementación de métodos logísticos para una mejor gestión y control de inventarios.

Para poder implementar las mejoras de cada causa raíz, se elaboró un presupuesto, tomando en cuenta todas las herramientas, materiales de oficina y personal asignado para que todo funcione correctamente. En las tablas siguientes se detalla el costo de inversión.

TABLA VII

INVERSIÓN CONTRATACIÓN - HERRAMIENTAS: QFD, AMFE, DMAIC SIX SIGMA
Casa de calidad y AMFE

Descripción	N°	Costo Mensual (\$/)	Costo unitario (\$/)	Costo anual (\$/)
Practicante de Ing. Industrial	1	S/ 800.00	-	S/ 800.00
Visita Ing. Industrial	1	S/ 250.00	-	S/ 250.00
Laptop	1	-	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
Escritorio	1	-	S/ 100.00	S/ 100.00
Sillas de oficina	1	-	S/ 90.00	S/ 90.00
Total				S/3,040.00

SIX SIGMA

Descripción	N°	Costo Mensual (\$/)	Costo unitario (\$/)	Costo anual (\$/)
Practicante de Ing. Industrial	1	S/ 800.00	-	S/ 800.00
Visita Ing. Industrial	1	S/ 250.00	-	S/ 250.00
Laptop	1	-	S/ 1,800.00	S/ 1,800.00
Escritorio	1	-	S/ 100.00	S/ 100.00
Sillas de oficina	1	-	S/ 90.00	S/ 90.00
Total				S/ 3,040.00

TABLA VIII
INVERSIÓN TOTAL

Inversión total de la propuesta			
N°	Herramienta		Costo anual (S/.)
1	Casa de calidad (QFD)	S/	3,040.00
2	AMFE		
3	Six Sigma	S/	3,040.00
Total			S/ 6,080.00

TABLA IX
REINVERSIÓN - HERRAMIENTAS: QFD, AMFE, DMAIC SIX SIGMA

Reinversión (4 AÑOS)	S/	3,600.00
Reinversión (8 AÑOS)	S/	3,980.00

Se tomó la decisión de trabajar las herramientas por separado con practicantes de últimos ciclos de la carrera de Ingeniería Industrial, asesorados por un Ingeniero Industrial para que se puedan aplicar de manera correcta las herramientas de calidad mencionadas anteriormente.

Luego, analizamos la propuesta planteada mediante una evaluación económica que ayude a determinar los futuros ingresos y egresos para la empresa y como se va proyectando la inversión en unidades monetarias para la organización. En este caso se proyectó para los próximos 10 años.

Se elaboró el Estado de Resultados donde los ingresos forman parte de los Beneficios resultantes de nuestras mejoras.

TABLA X
ESTADO DE RESULTADOS

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ingresos		S/ 7,402.77	S/ 7,776.06	S/ 8,149.36	S/ 8,522.65	S/ 8,895.95	S/ 9,269.24	S/ 9,642.54	S/ 10,015.83	S/ 10,389.13	S/ 11,168.73
Costos operativos		S/ 1,600.00	S/ 1,600.00	S/ 1,784.00	S/ 1,882.20	S/ 1,980.40	S/ 2,078.60	S/ 2,176.80	S/ 2,275.00	S/ 2,373.20	S/ 2,471.40
Depreciación activos		S/ 947.50									
Costo		S/ 1,600.00	S/ 1,600.00	S/ 1,784.00	S/ 1,882.20	S/ 1,980.40	S/ 2,078.60	S/ 2,176.80	S/ 2,275.00	S/ 2,373.20	S/ 2,471.40
Utilidad antes de impuestos		S/ 4,698.27	S/ 4,990.56	S/ 5,276.36	S/ 5,562.16	S/ 5,847.96	S/ 6,133.76	S/ 6,419.56	S/ 6,705.36	S/ 6,991.16	S/ 7,276.96
Impuestos (20%)		S/ 1,409.48	S/ 1,494.17	S/ 1,588.86	S/ 1,673.55	S/ 1,758.24	S/ 1,842.93	S/ 1,927.62	S/ 2,012.31	S/ 2,097.00	S/ 2,181.69
Utilidad después de impuestos		S/ 3,288.79	S/ 3,496.39	S/ 3,687.50	S/ 3,888.61	S/ 4,079.72	S/ 4,270.83	S/ 4,461.94	S/ 4,653.05	S/ 4,844.16	S/ 5,035.27

TABLA XI
FLUJO DE CAJA PROYECTADO

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad después de impuestos		S/ 3,288.79	S/ 3,496.39	S/ 3,687.50	S/ 3,888.61	S/ 4,079.72	S/ 4,270.83	S/ 4,461.94	S/ 4,653.05	S/ 4,844.16	S/ 5,035.27
Depreciación		S/ 1,409.48	S/ 1,494.17	S/ 1,588.86	S/ 1,673.55	S/ 1,758.24	S/ 1,842.93	S/ 1,927.62	S/ 2,012.31	S/ 2,097.00	S/ 2,181.69
Inversión	S/ -6,080.00										
	S/ -6,080.00	S/ 4,698.27	S/ 4,990.56	S/ 5,276.36	S/ 5,562.16	S/ 5,847.96	S/ 6,133.76	S/ 6,419.56	S/ 6,705.36	S/ 6,991.16	S/ 7,276.96

TABLA XII
BENEFICIOS ECONÓMICOS DE LA PROPUESTA DE MEJORA

CR	Descripción	Pérdida Actual (S./AÑO)	Pérdida mejorada (S./AÑO)	Beneficio (S/.)
CR - 1	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso	S/ 1,347.84	S/ 768.00	S/ 579.84
CR - 2	Falta de control de calidad durante el proceso	S/ 6,752.93	S/ 4,716.92	S/ 2,036.01
CR - 3	Falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria	S/ 6,660.00	S/ 2,160.00	S/ 4,500.00
CR - 4	Falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado	S/ 673.92	S/ 384.00	S/ 289.92

Posterior al desarrollo de las herramientas de mejora propuestas en la presente investigación, se procede a determinar la rentabilidad de la propuesta, la cual se realiza la evaluación a través de indicadores económicos: Valor Actual Neto (VAN), Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI).

TABLA XIII
ANÁLISIS ECONÓMICO (VAN, TIR Y PRI)

VAN	S/ 15,022.59
TIR	78.07%
PRI	2.9 años

Al concluir la evaluación económica, se puede afirmar que la propuesta de mejora planteada en la presente investigación es viable; puesto que, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 15,022.59, una Tasa Interna de Recuperación (TIR) de 78.07% y un Periodo de Recuperación de la Inversión (PRI) de 2.9 años, equivalente a 2 años y 11 meses aproximadamente.

III. RESULTADOS

A continuación, tenemos el costo perdido actual, costo perdido meta y el beneficio que se obtuvo mediante la inversión realizada en cada una de las causas raíz respectivas.

TABLA XIV
PÉRDIDAS ACTUALES, PÉRDIDA LUEGO DE APLICAR LA MEJORA Y BENEFICIO

CR	Descripción	Pérdida Actual (S./AÑO)	Pérdida mejorada (S./AÑO)	Beneficio (S/.)
CR - 1	Falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso	S/ 1,347.84	S/ 768.00	S/ 579.84
CR - 2	Falta de control de calidad durante el proceso	S/ 6,752.93	S/ 4,716.92	S/ 2,036.01
CR - 3	Falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria	S/ 6,660.00	S/ 2,160.00	S/ 4,500.00
CR - 4	Falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado	S/ 673.92	S/ 384.00	S/ 289.92

Costos actuales y mejorados de las causas raíces

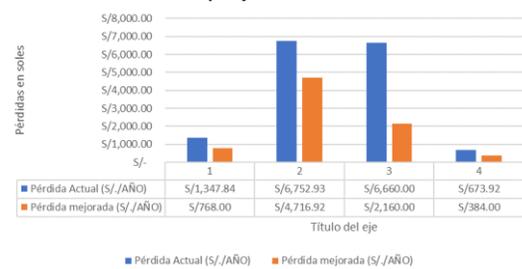


Fig. 26 Comparación entre los costos actuales y mejorados de las causas raíz

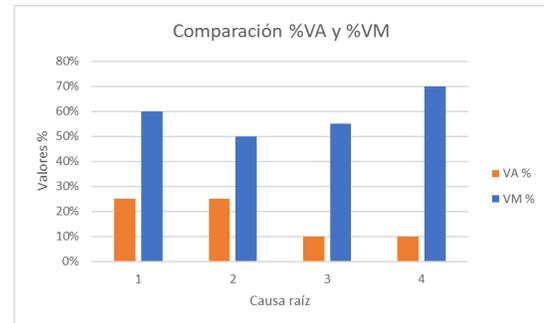


Fig. 27 Comparación entre el % VA y el % VM

En los resultados de cada figura de las cuatro causas raíz que se mostrará a continuación, se observa una disminución en los costos, lo que conlleva a generar un beneficio para la empresa EASY PUBLICIDAD. Esto es posible gracias al diagnóstico situacional realizado a la empresa, lo que nos llevó a la implementación de las herramientas: QFD, (Casa de calidad), AMFE, Six Sigma para la mejora en esta investigación

Causa raíz 1:

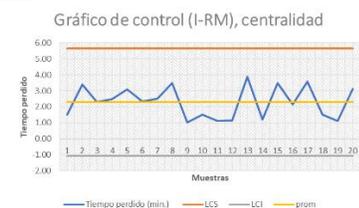


Figura 28. Gráfico de control CR-1 mejorado

Causa raíz 2:

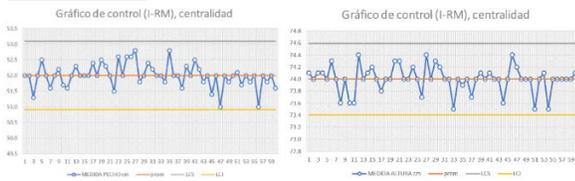


Figura 29. Gráfico de control CR-2 mejorado (medida pecho y medida altura)

Causa raíz 3:

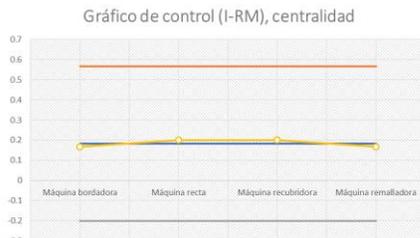


Figura 30. Gráfico de control CR-3 mejorado

Causa raíz 4:

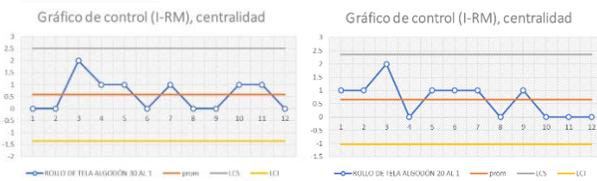


Figura 311. Gráfico de control CR-4 mejorado (30 al 1 y 20 al 1)

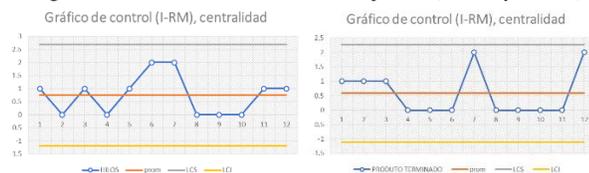


Figura 32. Gráfico de control CR-4 mejorado (hilos y producto terminado)

IV. DISCUSIONES

En la presente investigación se identificaron y analizaron 4 principales causas que originan distintos problemas en la empresa EASY PUBLICIDAD, para lo cual se presentaron herramientas de mejora para cada una de las causas. El primer problema identificado es la falta de orden y limpieza en cada etapa del proceso, lo que nos genera un impacto monetario de S/. 1,347.84, la falta de control de calidad durante el proceso, lo cual genera un impacto monetario de S/. 6,752.93, la falta de un plan de mantenimiento general preventivo de maquinaria, lo cual nos genera un impacto monetario de S/. 6,660.00 y la falta de orden en el almacenamiento de materia prima y producto terminado, lo cual genera un impacto monetario de S/. 673.92.

Al aplicar las herramientas de control y mejora de la calidad, podemos observar una reducción en el monto de pérdidas de cada una de las causas raíz. Esto le genera a la empresa un beneficio total de S/7,405.77. Por otro lado, en las gráficas de control presentadas en el capítulo anterior, se puede apreciar una mejora en cada una de las causas raíz donde la mayoría de los puntos del gráfico se encuentran entre los límites establecidos para cada uno de ellos.

Con respecto a las capacidades Six Sigma encontradas en la diferentes causas raíces, tenemos el valor Z del análisis de la capacidad inicial los cuales son; 0.94 en la causa raíz 1, por otro lado para la causa raíz dos, se determinaron un valor Z para la variable “medida del pecho” la cual es de 1.70 y para la variable “medida de la altura” la cual es de 2.07, por último en la tercera causa raíz se encontraron siguientes niveles para Z; 1.56 para la variable (cantidad de artículos malogrados de rollo de tela algodón 30 al 1), 1.30 para la variable (cantidad de artículos malogrados de rollo de tela algodón 20 al 1), 1.24 para la variable (cantidad de artículos malogrados de cajas de hilos), 1.14 para la variable (cantidad de producto terminado perdido).

Estos valores muestran una mejora luego de aplicar herramientas como el AMFE, QFD, ya que incrementan casi en un 40%, los nuevos valores que se obtuvieron son: para la causa raíz 1 de 1.32, para la causa raíz 2 de 2.31 para la primera variable y de 3.38 para la segunda, finalmente para la causa raíz 3, aumentaron el nivel Z a 1.60,1.60,1.33 y1.60 para las variables anteriormente mencionadas. Esto nos indica que el proceso de textilería mejoró porcentualmente, lo cual permite a la empresa dejar de perder artículos que son de gran importancia para la realización del producto terminado.

[9] Estos resultados se comparan con los de Araman & Yahya, 2022 en su investigación denominada “Un caso de estudio sobre la implementación de la metodología Lean Six Sigma: DMAIC en el proceso de extrusión de perfiles de aluminio”, el cual utilizó una metodología basada en el enfoque DMAIC (Six Sigma) y el diagrama de causa y efecto, en la que obtuvo una reducción en DPMO de 89.649 a 15.659, mejorando el nivel Z de 2,84 a 3,65 y con ello se mejoró el rendimiento del proceso de 91,04% a 98,43%, reduciendo el costo de U\$75.972 a U\$13.250,9 es decir, un ahorro del U\$62.72, mejorado así el proceso de extrusión y generando menos productos defectuosos y menos incomodidades de sus clientes.

V. CONCLUSIONES

Se determinó que la situación actual de la empresa EASY PUBLICIDAD, presentan diversos problemas, los cuales ocasionan en total una pérdida de S/. 15,434.69 soles, lo que lleva a la empresa a presentar una baja rentabilidad.

Al analizar y proponer soluciones, se desarrollaron herramientas de mejora en el control de la calidad de la empresa. Entre ellas el QFD o despliegue de la función de la calidad, análisis de modos de fallos y efectos (AMFE) y la metodología DMAIC, lo que permitió, acompañada de la aplicación de Lean Six Sigma, lograr un incremento en la rentabilidad de la empresa.

Se determinó que la situación después de aplicar la propuesta de mejora en la empresa conlleva a una reducción de los costos por pérdidas a S/. 8,028.92 soles, representando un beneficio económico de S/. 7,405.77 soles. Además, para diseñar la propuesta de mejora y su posterior implementación, se requiere de una inversión total de S/. 6,080.00 soles.

Luego, se realizó la evaluación económica de mejora en el control de la calidad para la empresa, el cual se determinó mediante el uso de indicadores como el VAN, TIR y PRI, obteniendo como resultados los siguientes valores: S/. 15,022.59, 78.07% y 2.9 años, respectivamente; con lo que se

concluye que la propuesta de mejora desarrollada en la presente investigación es factible y rentable para la empresa EASY PUBLICIDAD.

REFERENCES

- [1] Moya Fernández, P., Álvarez-Verdejo, E., & Blanco-Encomienda, F. J. (2021). Effect of non-compliance with the normality hypothesis on the mean control charts. [Efecto del incumplimiento de la hipótesis de normalidad en los gráficos de control de la media] *Revista De Metodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 31, 128-143. doi:10.46661/REVMETODOSCUANTECONEMPRESA.4307
- [2] Bazán, C. P., Aparicio, S. S. P., & Polo, J. R. (2021). Six sigma in the reduction of waste in the liquid petroleum gas packaging process. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, , 2021-July doi:10.18687/LACCEI2021.1.1.248 Retrieved from www.scopus.com
- [3] Suárez, D. P., Álvarez, N. D. S., & Espín, G. R. N. (2022). THE AUDIT AND ITS IMPACT ON QUALITY MANAGEMENT IN THE PROCESSES OF MAKING CANDIES AND SNACKS. [LA AUDITORIA Y SU INCIDENCIA EN LA GESTIÓN DE LA CALIDAD EN LOS PROCESOS DE ELABORACIÓN DE CONFITES Y SNACKS] *Universidad y Sociedad*, 14(S2), 237-243. Retrieved from www.scopus.com
- [4] Gálvez Ulloa, C. A., Tisnado Jáuregui, A. B. I., Rantes Valverde, M. L., & Solórzano Iparraguirre, K. J. (2021). Design of a preventive maintenance plan, ABC, coding, kanban system, FMEA and forecasts to reduce costs in the metalworking company ingenieros en acción S.R.L. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, , 2021-July doi:10.18687/LACCEI2021.1.1.154 Retrieved from www.scopus.com
- [5] Pulido-Rojano, A. D., Ruiz-Lázaro, A., & Ortiz-Ospino, L. E. (2020). Improving the processes of production through risk management and statistical tools. [Mejora de procesos de producción a través de la gestión de riesgos y herramientas estadísticas] *Ingeniare*, 28(1), 56-67. doi:10.4067/S0718-33052020000100056
- [6] Trujillo, P. A. R., Tech, A. R. B., Zucherelli De Oliveira, R. L., & Trigoso, J. A. C. (2019). Customer satisfaction: Study from quality methodologies. black mouth case. [Satisfacción del cliente: Estudio desde las metodologías de calidad. Caso Black Mouth] *Revista Venezolana De Gerencia*, 24(88), 1290-1303. Retrieved from www.scopus.com
- [7] Gutiérrez Pulido, H., Gutiérrez González, P., Garibay López, C., & Díaz Caldera, L. (2014). Multivariate analysis and QFD as tools to listen to the voice of the customer and improve service quality. [Análisis multivariado y QFD como herramientas para escuchar la voz del cliente y mejorar la calidad del servicio] *Ingeniare*, 22(1), 62-73. doi:10.4067/s0718-33052014000100007
- [8] Abbes, N., Sejri, N., Xu, J., & Cheikhrouhou, M. (2022). New Lean Six Sigma readiness assessment model using fuzzy logic: Case study within clothing industry. *Alexandria Engineering Journal*, 61(11), 9079–9094. https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.02.047
- [9] Araman, H., & Saleh, Y. (2022). A case study on implementing lean six sigma: DMAIC methodology in aluminum profiles extrusion process. *TQM Journal*, doi:10.1108/TQM-05-2021-0154
- [10] Knop, K. (2021). The use of quality tools to reduce surface defects of painted steel structures. *Manufacturing Technology*, 21(6), 805-817. doi:10.21062/mft.2021.088
- [11] Aguado Ligan, A. M., García Bravo, B., Malpartida Gutiérrez, J. N., & Garivay Torres De Salinas, F. M. (2022). Quality management in small and medium-sized enterprises in pasco, peru. [Gestión de calidad en pequeñas y medianas empresas de Pasco, Perú] *Revista Venezolana De Gerencia*, 27(7), 709-726. doi:10.52080/rvlguz.27.7.46
- [12] Rey Sánchez, S. P., Garivay Torres De Salinas, F. D. M., Jacha Rojas, J. P., & Malpartida Gutiérrez, J. N. (2022). Industry 4.0 and business quality management. [Industria 4.0 y gestión de calidad empresarial] *Revista Venezolana De Gerencia*, 27(97), 289-298. doi:10.52080/rvlguz.27.97.20
- [13] Portero López, P. R., Quinteros Parra, D. L., Albán López, K. J., & Saltos Chunchu, M. D. (2021). Quality management based on the iso 9001 2008 standards production of the company “uniÓN libre”. [Gestión de la calidad basado en las normas iso 9001 2008 producción de la em-presa “unión libre”] *Universidad y Sociedad*, 13(S1), 487-494. Retrieved from www.scopus.com
- [14] Vaca, L. M. F., Guerrero, M. F. G., Fajardo, C. E. V., Vaca, L. A. F., Santillán, X. L. Z., Granda, L. E. S., & Salazar, J. A. P. (2019). Valor actual neto y tasa interna de retorno como parámetros de evaluación de las inversiones. *Investigacion Operacional*, 40(4), 469-474. Retrieved from www.scopus.com
- [15] Carmona-Calvo, M. A., Suárez, E. M., Calvo-Mora, A., & Perriñez-Cristóbal, R. (2016). Quality management systems: A study in companies of southern spain and northern morocco. [Sistemas de gestión de la calidad: Un estudio en empresas del sur de España y norte de Marruecos] *European Research on Management and Business Economics*, 22(1), 8-16. doi:10.1016/j.iedee.2015.10.001
- [16] Guerra, R. M., Meizoso, M. C., & Almira, A. (2013). Utilización del AMFE y el DFC para la evaluación de los riesgos. Paper presented at the IFMBE Proceedings, , 33 IFMBE 499-502. doi:10.1007/978-3-642-21198-0_128 Retrieved from www.scopus.com
- [17] Patel, U., & Kumar, S. (2022). The use of DMAIC to improve quality vaccination recommendations in chain community pharmacies. *Perspectives in Health Information Management*, 19(1) Retrieved from www.scopus.com
- [18] Caligiana, G., Liverani, A., Francia, D., Frizziero, L., & Donnici, G. (2017). Integrating QFD and TRIZ for innovative design. *Journal of Advanced Mechanical Design, Systems and Manufacturing*, 11(2) doi:10.1299/jamdsm.2017jamdsm0015
- [19] Rosak-Szyrocka, J., Żywiołek, J., & Mrowiec, M. (2022). Analysis of customer satisfaction with the quality of energy market services in poland. *Energies*, 15(10) doi:10.3390/en15103622
- [20] Médico, J. V., Polo, J. E. R., & Casanya, A. C. (2018). Improvement of productivity indicators in a textile company through the synergy of lean manufacturing tools and the sociotechnical approach. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, , 2018-July doi:10.18687/LACCEI2018.1.1.126 Retrieved from www.scopus.com
- [21] de la Cruz, C., Jara, A., Jave, M., Portilla, X., Ricardo, N., Talledo, J., & Geldres-Marchena, T. (2021). Improvement plan to reduce the operating costs of an agro-industrial milling company. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, , 2021-July doi:10.18687/LACCEI2021.1.1.116 Retrieved from www.scopus.com
- [22] Monsalve-Rodríguez, M., Borrero-López, L., Neira-Rodado, D., Díaz-Martínez, J. L., & Granados-Ospina, A. (2017). Theoretical approximation in obtaining a model of quality management for the training with a productive approach. [Aproximación teórica en la obtención de un modelo de gestión de calidad para la formación profesional con un enfoque productivo] *Espacios*, 38(30) Retrieved from www.scopus.com
- [23] Vilar Hernández, J., Velasco Gámez, M. M., & Puente Poyatos, R. (2009). Effects of the implementation of a system of quality management in the process of development of olive oil: An international study. [Efectos de la implantación de un sistema de gestión de la calidad en el proceso de elaboración de aceite de oliva: Un estudio internacional] *Agroalimentaria*, 15(29), 69-86. Retrieved from www.scopus.com
- [24] Mercader Alarcón, M., Miralles Sancho, J., Pérez Carbonell, A., Nolasco Guirao, V., Antón Latour, M. A., & Miras García, M. M. (2022). Result of the implementation of a quality management system based on the ISO 9001: 2015 standard in a surgical intensive care unit. [Resultado de la implementación de un sistema de gestión de la calidad en base a la Norma ISO 9001:2015 en una unidad de cuidados intensivos quirúrgica] *Revista Espanola De Anestesiología y Reanimación*, doi:10.1016/j.redar.2021.09.013
- [25] Barcia, K. F., Velastegui, K. L., Mero, A. A., & Abad-Morán, J. (2021). Design and implementation of a control panel for the quality indicators management in a timber company: DMADV methodology. Paper presented at the Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, , 2021-July doi:10.18687/LACCEI2021.1.1.167 Retrieved from www.scopus.com