

Improvement proposal to reduce production costs through the implementation of a quality management system in Induamerica SL company

Miguel Angel Rodriguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹ , Alysson Merlly Urrutia-Rodríguez, estudiante de Ingeniería Industrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, N00258799@upn.pe

Abstract— A research was developed in order to reduce production costs; through quality management system tools in Induamerica SL company; for which diagnostic tools were used such as: the Ishikawa diagram, Pareto analysis, histograms, control charts, process capacity and purposeful tools, which were: the quality function deployment (QFD), failure mode and effects analysis (FMEA) and DMAIC – Six Sigma. Besides, a total annual economic loss of S/29,194.60 was obtained and four main causes were identified: lack of operator training, maintenance, standardization and control of indicators. In addition, after the proposal was implemented, it was improved in Z: 17%, 24%, 28% and 40% respectively; as a result, a global benefit of S/ 9,239.00 was achieved, with a NPV of S/. 5,937.57 and an IRR of 51%; therefore, the feasibility of the proposal was demonstrated. All this, because statistical control tools and the implementation of a right quality management system significantly reduce production costs and increase profitability in companies.

Keywords—quality, Six Sigma, costs, productivity, statistics.

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Propuesta de mejora para la reducción de costos mediante la aplicación de un Sistema de Gestión de la calidad en la empresa Induamérica SL

Improvement proposal to reduce production costs through the implementation of a quality management system in Induamerica SL company

Miguel Angel Rodríguez-Alza, Doctor en Ciencias e Ingeniería¹, Alysson Merlly Urrutia-Rodríguez, estudiante de Ingeniería Industrial¹

¹Universidad Privada del Norte, Perú, miguel.rodriguez@upn.edu.pe, N00258799@upn.pe

Resumen – Se desarrolló una investigación con el propósito de reducir los costos de producción; mediante herramientas del sistema de gestión de la calidad en la empresa Induamérica SL; para lo cual se utilizaron herramientas diagnosticas como: el diagrama de Ishikawa, análisis de Pareto, histogramas, gráficas de control, capacidad de proceso y herramientas propositivas, las cuales fueron: el despliegue de la función de calidad (QFD), el análisis modal de efectos y fallas (AMFE) y DMAIC– Six Sigma. Además, se obtuvo una pérdida económica total anual de S/29,194.60 y se identificaron cuatro causas principales: falta de capacitación de los operadores, mantenimiento, estandarización y control de indicadores. Asimismo, luego de que se implementó la propuesta, se mejoró en Z: 17%, 24%, 28% y 40% respectivamente; como resultado se logró un beneficio global de S/9,239.00, con un VAN de S/. 5.937,57 y un TIR del 51%; por consiguiente, se demostró la factibilidad de la propuesta. Todo esto, porque las herramientas de control estadístico y la implementación de un correcto sistema de gestión de calidad reducen significativamente los costos de producción y aumentan la rentabilidad en las empresas.

Palabras claves: Calidad, Seis Sigma, Costos, productividad, estadística.

Abstract – A research was developed in order to reduce production costs; through quality management system tools in Induamerica SL company; for which diagnostic tools were used such as: the Ishikawa diagram, Pareto analysis, histograms, control charts, process capacity and purposeful tools, which were: the quality function deployment (QFD), failure mode and effects analysis (FMEA) and DMAIC – Six Sigma. Besides, a total annual economic loss of S/29,194.60 was obtained and four main causes were identified: lack of operator training, maintenance, standardization and control of indicators. In addition, after the proposal was implemented, it was improved in Z: 17%, 24%, 28% and 40% respectively; as a result, a global benefit of S/9,239.00 was achieved, with a NPV of S/. 5,937.57 and an IRR of 51%; therefore, the feasibility of the proposal was demonstrated. All this, because statistical control tools and the implementation of a right quality management system significantly reduce production costs and increase profitability in companies.

Keywords: quality, Six Sigma, costs, productivity, statistics.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la condición de los alimentos y/o productos de calidad se ha convertido en un factor determinante para consumidores y productores [1], debido a ello es

fundamental la eliminación de sobretiempos, y el uso de correctos indicadores que ayudarán a mantener estándares de calidad que hagan competente a la empresa, además de reducir costos, sobreproducción y mano de obra no calificada [2].

En la mayoría de empresas hoy en día se ven reflejadas la ausencia de una correcta implementación de un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) [3], sin embargo, al realizar la aplicación de matrices diagnósticas, propositivas basadas en ISO, fichas entre otros instrumentos de calidad, mejoran los procesos [4]; mostrando la importancia del uso y seguimiento de las herramientas de calidad [5]. Planes de mantenimiento, Herramientas de calidad, capacitaciones entre otros ayudan a la reducción de fallas [6], de la misma forma que van generando rentabilidad a las compañías [7].

Es común notar dentro del rubro arrocero ciertas fallas ya sea en producción, mantenimiento, personal entre otras [8], no obstante, dichos retrasos pueden ser identificados y a su vez monetizados; realizar un Diagrama de operaciones sirve para saber qué áreas son las que intervienen en el proceso productivo[9], sumado a ello Ishikawa es un diagrama esencial para determinar la causa-efecto de los problemas o Causas Raíces(CR) hallados en cada área [10], que posteriormente son ubicados dentro de una matriz de indicadores para identificar si son variables o atributos [11]. De esta forma mediante un Pareto determinar el orden prioritario a solucionar pues proporciona un análisis más detallado [12].

A través de las tablas de frecuencia y la estadística descriptiva realizadas con los datos proporcionados por la monetización de perdidas, se ve de manera cuantificada el cómo va desarrollándose una empresa [13] y de manera gráfica mediante los Histogramas de Frecuencia con que regularidad ocurren dichas fallas encontradas por cada CR [14]. Por medio de los Gráficos de control se halla los Límites inferior y superior para así poder analizar si las CR se encuentran o no bajo control estadístico [15]; ahora el uso de Minitab suele ser parecido a la herramienta ya mencionada, con la diferencia que esta da datos más concisos a corto y largo plazo, con imágenes de mayor comprensión y arroja además los niveles Z [16].

Posteriormente de obtener los resultados por las herramientas diagnósticas, se implementa las propuestas de mejora y así se logra mejorar la rentabilidad [17], una de ellas es Casita de calidad donde su importancia radica en identificar a los usuarios, descubrir sus necesidades y cumplir con sus

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

requerimientos [18]; de igual forma aplicar un AMFE de procesos para analizar las fallas potenciales y los efectos que estas tendrían en, valga la redundancia, el proceso[19], otro método aplicable a cualquier proceso es el DMAIC – Six Sigma fundamental para estandarizar los datos [20] realizando mejoras y aumentando el rendimiento [21].

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación pretende determinar el impacto de la mejora estadística sobre los indicadores de calidad disminuyendo los costos.

La propuesta de mejora implementada en el área de Calidad a través de las diferentes herramientas de calidad planteadas, mejoran las áreas de producción y reducen los costos en la empresa Induamérica SL.

II. METODOLOGÍA

El Diseño de investigación corresponde a las ciencias formales y exactas, contado con un modelo cuantitativo, descriptivo, correlacional de tipo diagnóstica y propositiva, se tuvo como variable independiente al Sistema de Gestión de Calidad y como variable dependiente a la reducción de costos.

En la Tabla I se detalla el diagnóstico realizado a través de la técnica de Ishikawa, Pareto y su respectiva matriz de indicadores, además de contar con la monetización de cada causa raíz, sumado a ello se presenta la propuesta empleada y la evaluación económica donde se demuestra los costos mejorados.

TABLA I
PROCESAMIENTO DE DATOS

	TÉCNICA	DESARROLLO
DIAGNÓSTICO	ISHIKAWA	Permitió la identificación de los problemas principales y sus causas raíces
	Matriz de indicadores	Ayudó a definir si la causa raíz es una variable o un atributo
	Monetización de pérdidas	Saber de forma cuantificada las pérdidas que tiene la empresa debido a los problemas detectados
	Gráficas de control	muestran la evolución del proceso en el tiempo, permitiendo detectar situaciones fuera de control que de otra forma podrían quedar ocultas y así plantear soluciones a las fallas
HERRAMIENTAS PROPUESTAS	QFD (Casita de calidad)	Ayudó a identificar los requerimientos técnicos y del cliente, así como a relacionar estas dos necesidades y priorizarlas
	AMFE	Brinda posibles casos de falla para cada proceso que genere algún valor
	DMAIC - Six Sigma	La metodología six sigma, orientada a la calidad, tiene como objetivo reducir la variabilidad de un proceso a cero defectos
EVALUACIÓN ECONÓMICA	VAN	Determina si la inversión es rentable o no, para tener una estimación de si una inversión es viable
	TIR	Es el porcentaje de beneficio o pérdida que conlleva cualquier inversión
	PRI	Mide en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión de las herramientas
	B/C	Analizar los beneficios y los costos que trae la aplicación de la propuesta para definir su

Mediante el diagrama de Ishikawa se evalúa los factores que generan mayores pérdidas dentro de la empresa, es

aplicable a diversas áreas, además se emplea tanto para identificar los fallos, como delimitar sus causas, priorizando la objetividad de los problemas presentes.

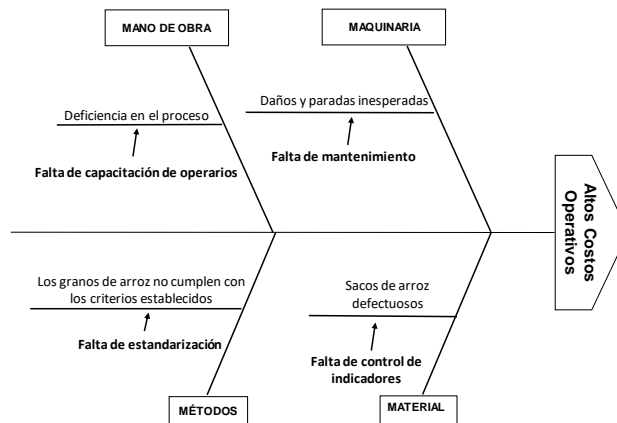


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa

Se determinó las causas raíces encontradas debido a problemas en el área de producción y calidad, las cuales serán medidas mediante variables, las cuales se detallan en la Tabla II y de esta manera encontrar una propuesta de mejora que genere rentabilidad a la empresa.

TABLA II
MATRIZ DE INDICADORES

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	MONETIZACIÓN	INDICADOR
CR-1	Falta de capacitación de operarios	Pérdida por falta de capacitación en el personal ya que no cuentan con un orden, mostrando un deficiente desempeño dentro de la planta generando sobretiempos al desarrollar sus actividades.	TIEMPO
CR-2	Falta de mantenimiento	Pérdida del avance continuo de la producción al encontrarse paradas inesperadas debido a la falta de un plan de mantenimiento que ayude a corregir estos errores.	# PAROS DE MÁQUINAS
CR-3	Falta de control de indicadores	Pérdida de producción generada por los sacos defectuosos que vienen siendo devueltos a la empresa.	SACOS DEFECTUOSOS
CR-4	Falta de estandarización	Pérdida de materia prima al encontrarse deteriorada por no cumplir con los criterios establecidos para los sacos de arroz.	KILOGRAMOS

Se identificó en la Tabla III las causas raíces de mayor a menor relevancia, basándose en el 80-20, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes para así implementar una solución de manera eficiente, hallándose una pérdida total de S/29.194,60.

TABLA III
MONETIZACIÓN DE PÉRDIDAS

CR	CAUSA RAÍZ	PÉRDIDA ECONÓMICA
CR3	Falta de Control de Indicadores	S/ 9.331,00
CR1	Falta de Capacitación	S/ 7.833,60
CR2	Falta de Mantenimiento	S/ 6.270,00
CR4	Falta de estandarización	S/ 5.760,00
		S/ 29.194,60

Asimismo, cabe destacar que después de costear las pérdidas monetarias, se emplea Pareto para explicar gráficamente la Causa Raíz (CR) de mayor importancia. Al realizarse se puede observar que la CR con mayor costo es la CR3 y la de menor pérdida es la CR4.

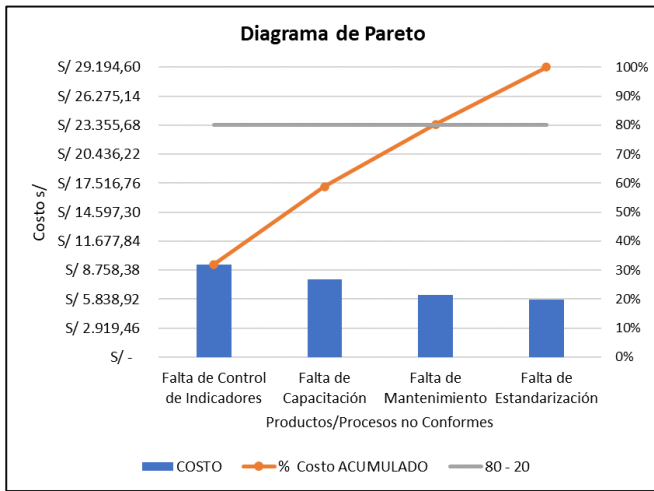


Fig. 2 Diagrama de Pareto.

Las gráficas de control elaboradas, previamente a partir de histogramas de los datos recolectados, servirán para determinar si las causas raíces se encuentran bajo un control estadístico o no, una vez localizadas se procederá a darles solución mediante una correcta aplicación de un Sistema de Gestión de Calidad.

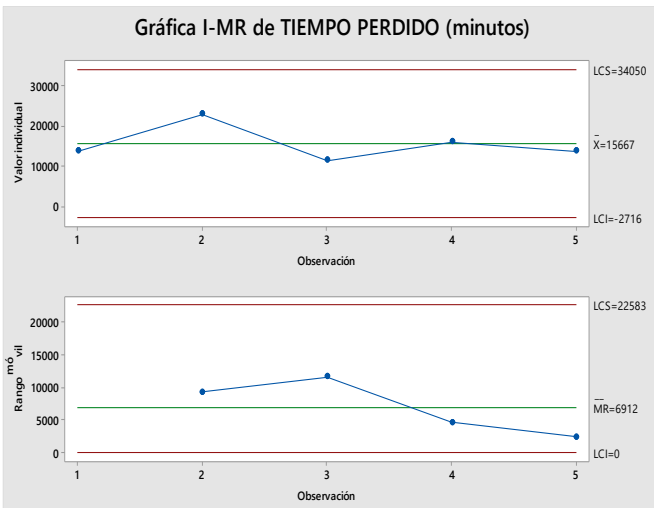


Fig. 3 Gráfico de control (I-RM) y (I-MR) Causa Raíz 1

En análisis del gráfico de control obtenido por la medición de tiempo perdido por falta de capacitación de operaciones, se tiene que tanto centralidad como variabilidad se encuentran bajo control estadístico.

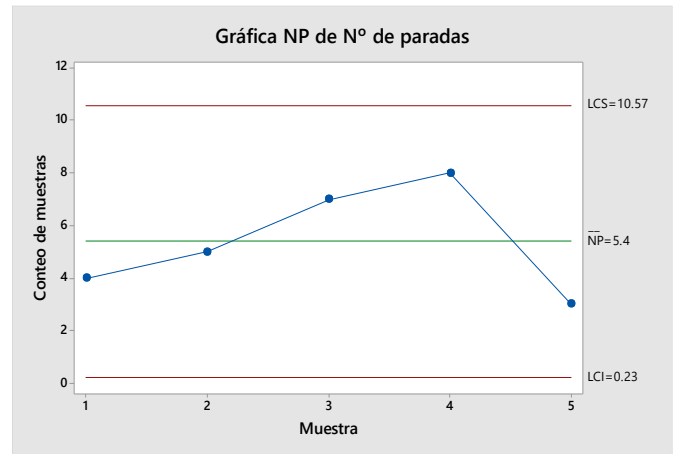


Fig. 4 Gráfico de control NP Causa Raíz 2

El gráfico de control de la CR2 - Falta de mantenimiento; demuestra que el atributo paradas de máquinas se encuentra bajo control estadístico.

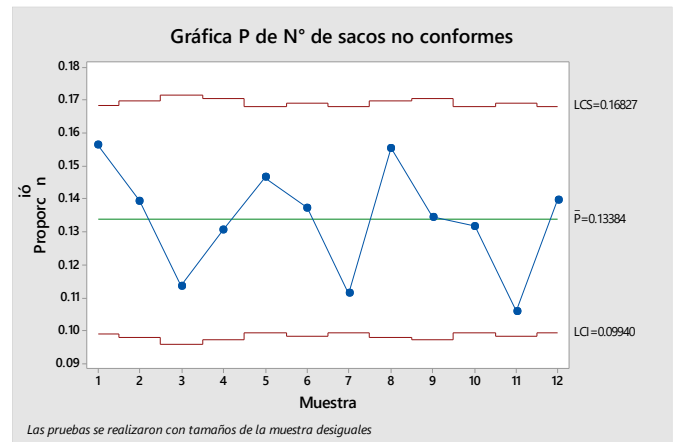


Fig. 5 Gráfico de control P Causa Raíz 3

En cuanto al proceso de sacos no conformes, este según lo que demuestra el Gráfico estadístico, se encuentra bajo control estadístico.

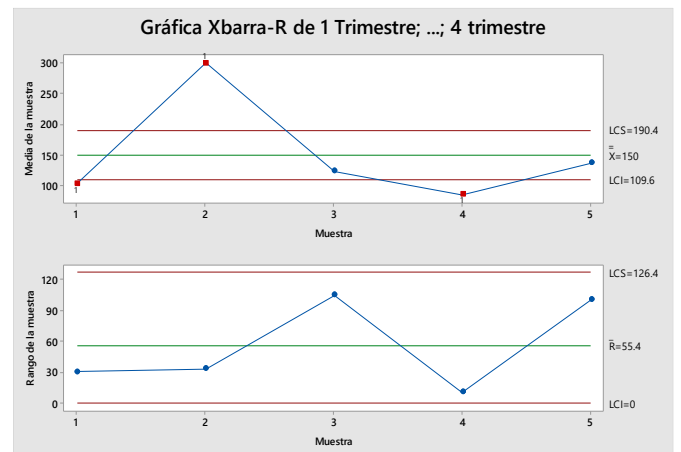


Fig. 6 Gráfico de control (X-R)X y (X-R)R Causa Raíz 4

El atributo Falta de control de indicadores de calidad según su gráfico de control Medida de muestra, no se encuentra bajo control estadístico, de igual manera el gráfico Rango resulta no presenta estar bajo control estadístico.

Por otra parte, para dar solución a los problemas que disminuyen la rentabilidad de la empresa en estudio se hizo uso de las herramientas de calidad: Casita de calidad (QFD), Matriz AMFE y DMAIC – Six Sigma.

La Matriz QFD se aplicó a las Causas Raíces, permitiendo definir las necesidades y deseos de los clientes y, a diferenciarse de la competencia, en función de su importancia priorizando cumplir con sus necesidades. Se plantea entonces diversos requerimientos por parte de los clientes en base a base a las Causas Raíces descritas para poder elaborar la matriz, los que vienen siendo:

- Peso estandarizado dentro del procesamiento.
 - Menor tiempo de traslado entre diferentes áreas.
 - Cumplir con las exigencias establecidas al cliente.
 - Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria.
- En relación a los requerimientos técnicos, estos se establecen dando posibles soluciones a los requerimientos de los clientes.
- Planes de mantenimiento a las maquinarias.
 - Capacitar al personal.
 - Regularizar constantemente los pesos estandarizados.
 - Diseñar indicadores variables y atributos.
 - Comprar nuevos equipamientos.

Como resultado del análisis de la matriz AMFE (ver Figura 8) se puede decir que las causas de los efectos en los modos de fallos de los procesos empiezan si no se tiene desde un inicio una correcta recepción de la materia prima proveniente de las cosechas pues esta cuenta con diversos factores que afectan al estado del arroz recolectado (clima, estación, producción, siembra entre otros). Además, es conveniente mencionar que se tiene un NPR inicial, el cual después de haber sido sometido a diferentes acciones correctivas para mejorar sus fallos y siendo derivados sus áreas correspondientes se logró mejorar el Nivel de Prioridad de Riesgo.

Six-Sigma fue aplicada juntamente con DMAIC, y sumado al software Minitab dio los valores Z a corto y largo plazo.

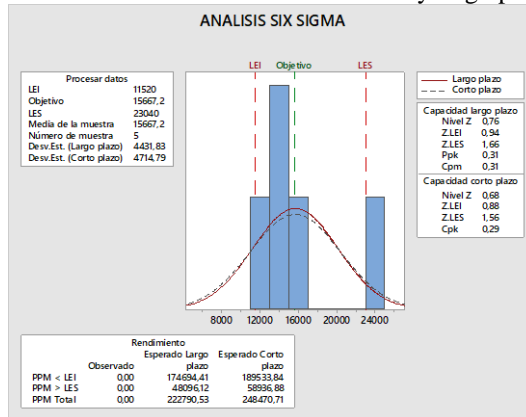


Fig.9 Six Sigma CR1

Import. ponderada de los req técnicos	ABS	13	10	12	11	2	1
REQ	REQ	10.35	3.25	1.5	1.375		
Requerimientos del cliente							
CR4	Peso estandarizado dentro del procesamiento	9	9	9	9		
CR1	Menor tiempo de traslado entre diferentes áreas	3	3	3	1		
CR2	Cumplir con los requerimientos establecidos al cliente	3	3	3	3		
CR3	Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria	9	3	3	3		
Importancia ponderada por req cliente	req	9	45	60	53		
Evaluación ponderada de los req técnicos del producto o servicio	req	3	15	20	22.5		
	cum	14.6	56.3	66	72.9		
	rel	4.9	18.8	20	24.3		

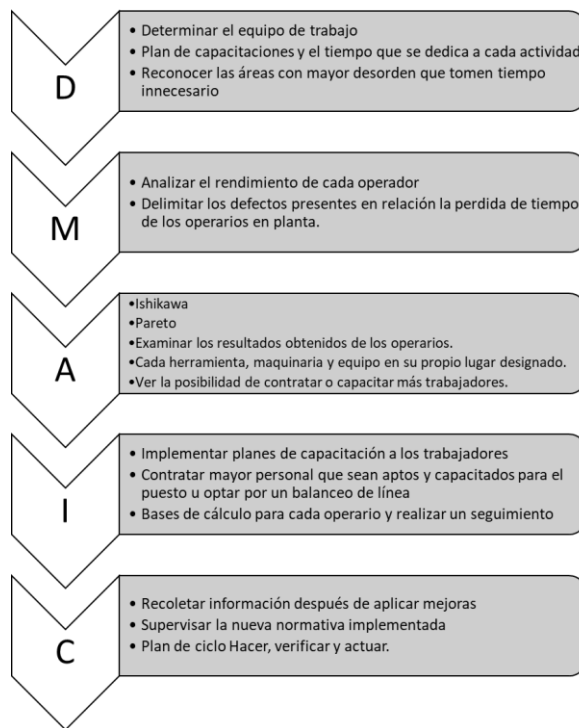
Fig. 7 Matriz QFD (Casita de Calidad)

La Matriz AMFE se centra en identificar las causas y modos de fallas potenciales que son resultado de las deficiencias en el proceso productivo dentro de planta. Además, se puede obtener un análisis a partir de las Causas Raíces encontradas, esta matriz ayuda a disminuir o eliminar en totalidad los problemas presentes.

ANÁLISIS MODAL DE FALLOS Y EFECTOS POTENCIALES															
Operación/Proceso	Fallos potenciales		Condiciones o eventos				Resultados								
	Modos de fallo	Efectos	Causas del modo de fallo	Método de detección	Gravedad	Nº Prioridad de riesgo (NPR)	Acción y estado recomendados	Área responsable de la acción correctiva	Acción emprendida	Gravedad	Nº Prioridad de riesgo (NPR)				
Recepcionar/Inspeccionar	Materia prima deteriorada	Demoras en el proceso	Deficiente selección de granos de arroz en silos	Apariencia Física	7	5	7	245	Mantener una supervisión constante de la recolección de granos de arroz de las cosechas	Área Logística	Selección adecuada de las cosechas de arroz	4	2	7	56
Secado	Cáscara de arroz húmeda	Los parámetros establecidos no son cumplidos, genera una alta humedad en el arroz y desecado	Falta capacitación de trabajadores	Indicador de Humedad, Apariencia Física	7	4	7	196	Establecer el obligatorio cumplimiento de los parámetros establecidos	Área de Calidad	Analizar la humedad seleccionada con la que se trabaja el proceso productivo	3	3	7	63
Desacascar	Máquina sin equilibrar	Mayor porcentaje de reventa al presentar Arroz quebrado	Falta capacitación de trabajadores	Pesaje de MP en cada sub proceso, jarros de medida	6	5	6	180	Programar la visita de un técnico especializado respecto al personal	Área de mantenimiento	Contratar a un técnico especializado para hacer un mantenimiento preventivo	3	3	6	54
Pulir	Arroz sin pulir y con Polvillo	Incumplimiento de los estándares requeridos	Falta capacitación de trabajadores	Apariencia Física	7	4	6	168	Regularización de los estándares durante el proceso productivo	Operario a cargo	Capacitación al personal	4	2	6	48
Empacar	Deficit en el empacquetamiento	Devoluciones de los clientes	Falta capacitación de trabajadores	Apariencia Física	6	4	6	144	Capacitación de trabajadores, mejorar el empacquetamiento	Área de Calidad	Control correcto de los sacos que se distribuyen	4	4	6	96
Atmascar	Sacos mal sellados	Erreges en mal estado	Falta capacitación de trabajadores	Apariencia Física	7	5	6	210	Capacitación de trabajadores	Operario a cargo	Capacitación al personal	3	3	6	54

Fig.8 Matriz AMFE

TABLA IV DMAIC- CR1



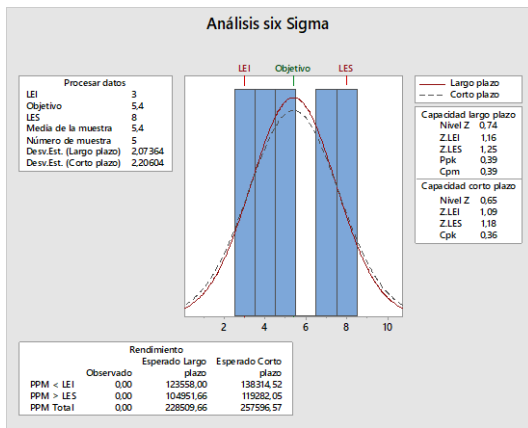


Fig.10 Six Sigma CR2

TABLA V
DMAIC- CR2

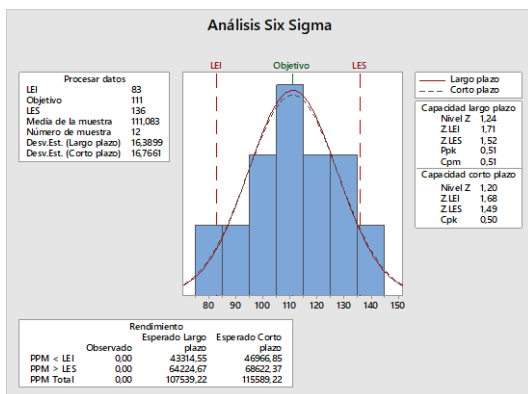
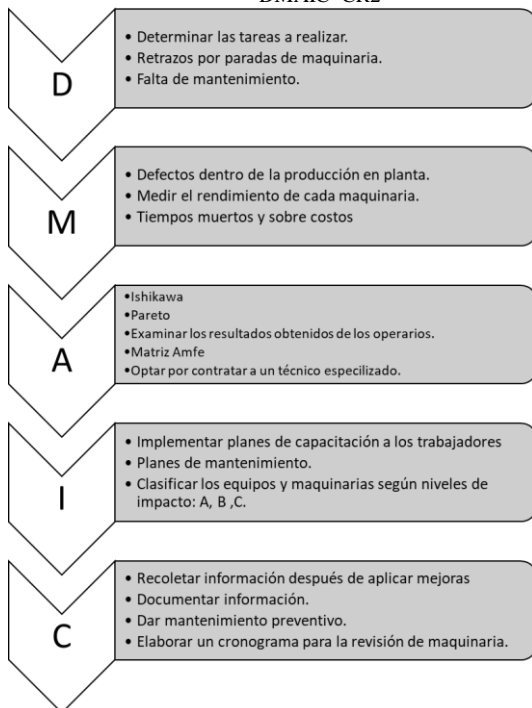


Fig.11 Six Sigma CR3

TABLA VI
DMAIC- CR3

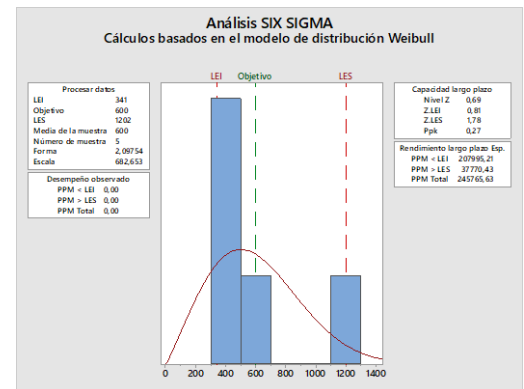
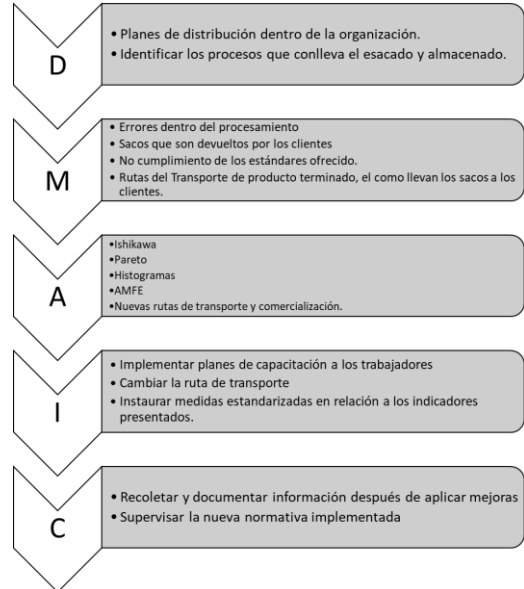
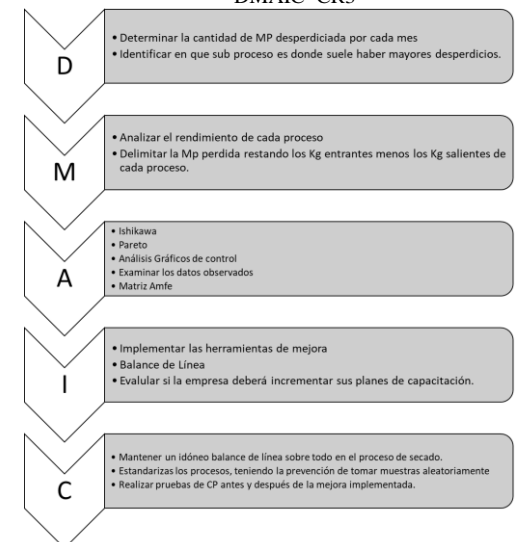


Fig.12 Six Sigma CR4

TABLA VI
DMAIC- CR3



Los estados de evaluación Económicos – Financieros de la empresa Induamerica SSL permitieron evaluar la rentabilidad gracias a los indicadores VAN, TIR Y PRI. Así pues, se indica que la propuesta de mejora es viable, así lo refleja su VAN, que al ser mayor a cero la propuesta a implementar es rentable; además su TIR es mayor a cero y el PRI será recuperado en 3,7 años; inclusive como añadidura se tiene el BC proyectado donde indica que su beneficio será mayor a sus costos.

TABLA VII
INDICADORES ECONÓMICOS

VAN	S/. 5.937,57
TIR	51%
PRI	3,7 años
B/C	1,5

III. RESULTADOS

Existió una mejora económica después de aplicar cada herramienta de calidad en todas las causas raíces, de esta manera se presenta a continuación el beneficio que trajo el uso de estas metodologías.

TABLA VIII
COSTOS MEJORADOS

CR	Descripción	Pérdida Actual (S./AÑO)	% De pérdida actual	Pérdida mejorada (S./AÑO)	% De pérdida mejorada	Beneficio (S./)	% de beneficio
CR-1	Falta de capacitación de operarios	S/ 7.833,60	27%	S/ 5.760,00	29%	S/ 2.073,60	22%
CR-2	Falta de mantenimiento	S/ 6.270,00	21%	S/ 3.950,00	20%	S/ 2.320,00	25%
CR-3	Falta de control de indicadores	S/ 9.331,00	32%	S/ 6.972,00	35%	S/ 2.359,00	26%
CR-4	Falta de estandarización	S/ 5.760,00	20%	S/ 3.273,60	16%	S/ 2.486,40	27%
		S/ 29.194,60		S/ 19.955,60		S/ 9.239,00	

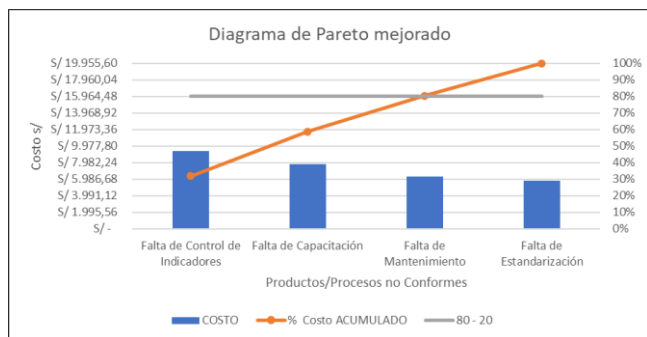


Fig.13 Diagrama de Pareto – después de aplicada la mejora

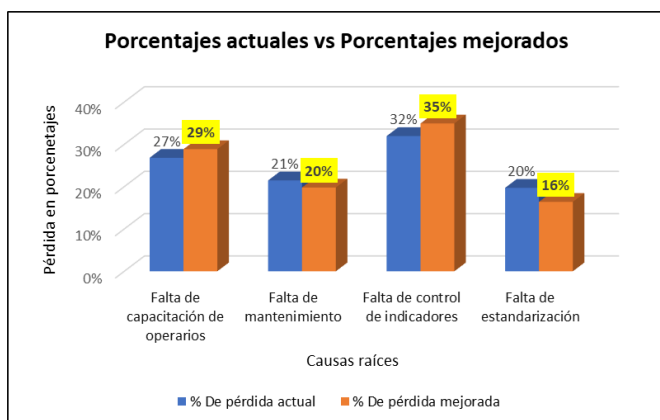


Fig.14 Comparación de costos en porcentajes, antes y después de la mejora

Como se aprecia en la Tabla VIII la disminución de costos de pérdida en cada causa raíz después de haber sido aplicadas las diferentes herramientas de mejora, antes la pérdida total ascendía a S/29,194.60 soles; comparativamente con la pérdida total mejorada se obtiene una pérdida nueva de S/19,955.60 soles, dando como resultado un beneficio de S/9,239.00 soles. De la misma forma, en la figura 14 a través de porcentajes se puede apreciar el contraste de mejora económica de todas las causas raíces.

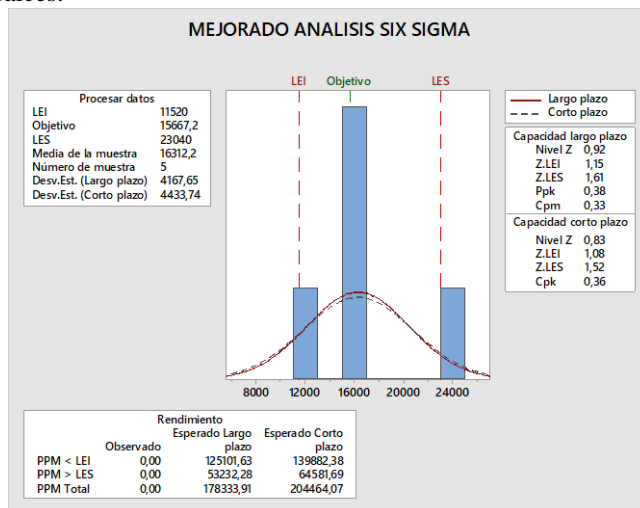


Fig.15 Six Sigma CR1 - Mejorada

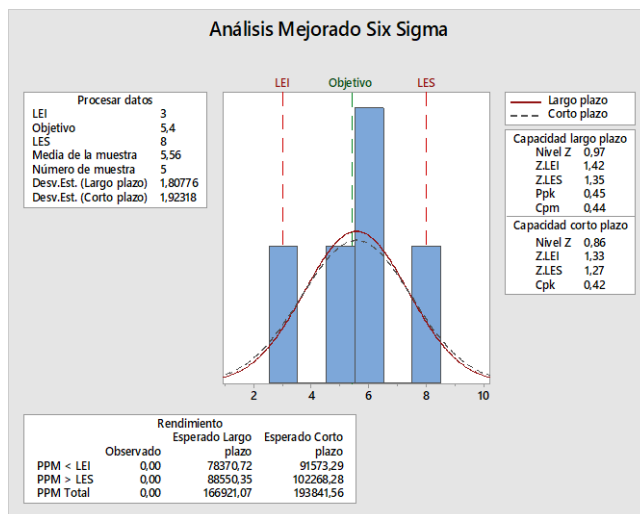


Fig.16 Six Sigma CR2 – Mejorada

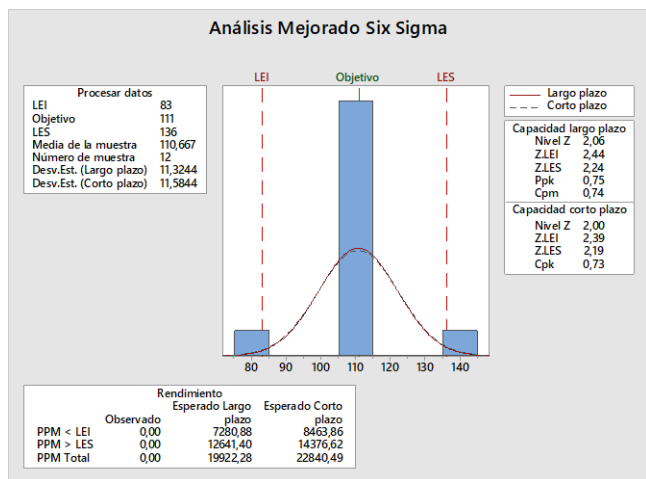


Fig. 17 Six Sigma CR3 - Mejorado

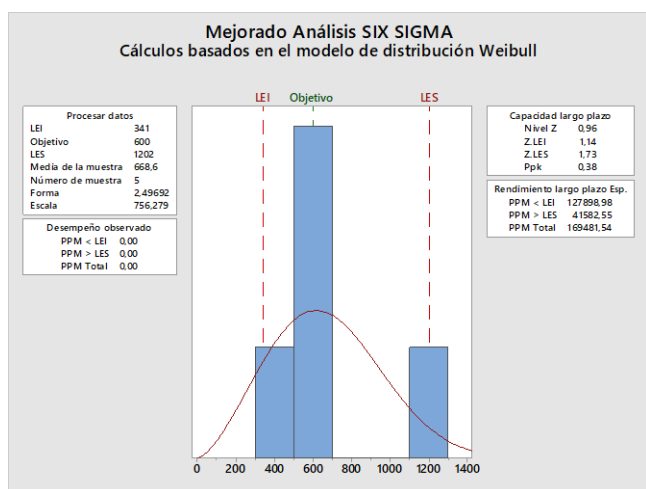


Fig. 18 Six Sigma CR4 - Mejorado

Contando con los resultados que brinda la monetización de las pérdidas 1 y pérdida 2 (luego de aplicar las herramientas de mejora), se logró un beneficio económico el cual se encuentra demostrado mediante el método Six Sigma, comparando el nivel Z de cada Causa Raíz antes y después

TABLA IX
RESUMEN DE COSTOS Y MEJORAS EN Z

CAUSAS RAÍCES	Z six sigma	Z six sigma mejorado	Beneficio %	Pérdida 1	Pérdida mejorada	Beneficio
Falta de capacitación de operarios - CR1	0,76	0,92	17%	S/ 7.833,60	S/ 5.760,00	S/ 2.073,60
Falta de mantenimiento - CR2	0,74	0,97	24%	S/ 6.270,00	S/ 3.950,00	S/ 2.320,00
Falta de control de indicadores - CR3	1,24	2,06	40%	S/ 9.331,00	S/ 6.972,00	S/ 2.359,00
Falta de estandarización - CR4	0,69	0,96	28%	S/ 5.760,00	S/ 3.273,60	S/ 2.486,40

IV. DISCUSIONES

La propuesta de mejora implementada en la empresa Induamérica SL logra una disminución significativa en cada causa raíz tal como se detalla en la Tabla III, donde señala que antes de aplicar las herramientas de calidad se observa una pérdida se S/29.194,60 y al ser evaluada después esta baja a

S/19.955,60 disminuyéndose en un 32% sus pérdidas monetarias. [22] Cuenta como objetivo aumentar la rentabilidad, logra obtener un beneficio del 33% tras aplicar sistema de gestión de calidad, esta investigación al ser comparada reafirma la rentabilidad del uso de un sistema de gestión de calidad ya que beneficia en gran manera a la disminución de costos.

[23] Al tener como finalidad el cumplimiento de los pedidos en los tiempos establecidos, reducción de gastos y excelente calidad de producto terminado PRINTER COLOMBIANA S.A.S, propuso distintas herramientas Lean Manufacturing (QFD, AMFE, SIPOC) obteniendo un beneficio del 75% en disminución de merma, menos paradas de maquinaria y ahorro de tiempo en producción; validando así el uso de las herramientas de mejora aplicadas en Induamérica SL : Casita de Calidad y AMFE que de igual manera logró reducir en 32% sus costos y ayudaron a cumplir con los objetivos establecidos en este presente estudio.

En relación a la metodología Six Sigma [24] tiene en su causa raíz 1: mal manejo de Mp por falta de indicadores, un nivel Z igual a 0.62 mejorándolo en un 81% y una causa raíz 2 paros de maquinaria con un Z de 0.60 aumentándolo en un 80%, todo esto como consecuencia de la implementación del DMAIC – Six Sigma. En las mismas circunstancias en esta investigación se tiene causas raíces similares tal como se observa en la tabla 31, donde la CR2 cuenta con un Z inicial de 0,74 y una CR3 con un Z de 1,24; después de aplicada la herramienta de calidad la CR2 subió en un 24%, mientras que la CR3 aumentó en 40%, comprobando así la viabilidad de esta propuesta de mejora.

[25] Los Gráficos de control además de favorecer el análisis de las variaciones de causas o problemas existentes, brindan señales del porqué estas varían entre los Límites de control superior e inferior, ayudando a comprobar si estos datos se encuentran bajo control y poder determinar si estas varianzas son estandarizadas o aleatorias. Con la posición que se señala, en la presente investigación, los gráficos de control después de haberse implementado las herramientas de calidad, todos se hallan bajo control estadístico y cerca del promedio esperado.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que la empresa Induamérica SL a razón de una serie de problemas presentes en su sistema de gestión de Calidad cuenta con una pérdida anual de S/29.194,60 lo que implica deficiencia en sus procesos y baja rentabilidad.

A partir de la investigación realizada se hallan 4 causas raíces presentes: Falta de capacitación de operarios, Falta de mantenimiento, Falta de estandarización y Falta de control de indicadores; siendo esta última la que genera mayor efecto negativo económicamente, ahora bien, este estudio da solución a cada una.

De los problemas mencionados se determinó la propuesta de aplicación de diversas herramientas de mejora: Casa de calidad (QFD), matriz AMFE y DMAIC- SIX SIGMA; después de monetizar las pérdidas generadas por las causas raíces, estas herramientas ayudan a una reducción de costos; obteniendo un

beneficio del 32% disminuyendo en S/ 9.239,00 durante el primer año de implementadas las mejoras.

En última instancia el flujo proyectado da como resultado un TIR de 51% y un VAN de S/. 5.937,57 confirmando la viabilidad de la propuesta. Además, cabe mencionar que el PRI es de 3,7 años y su B/C de 1,5 indica que por cada sol invertido se recupera 0.5 soles.

REFERENCIAS

- [1] Moreno Rodríguez, I. C. (2018). Estrategias para la integración de Sistemas de Gestión de Calidad y Sistemas de Gestión Documental, en una institución de educación superior. *Signos*, 10(1), 113-125. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2018.0001.06>
- [2] Jaime, R., & Romero, C. (2022). Desarrollo de un banco didáctico para verificación de los parámetros de calidad de las transmisiones de entadas cilíndricas. *Revista UIS Ingenierías*, 21(2), 61-70. ISSN: 1657-4583. <https://doi.org/10.18273/revuin.v21n2-2022006>
- [3] Flaminio, A. M., Pineda, E. C., Castillo, D. A., Aguirre, C. A., & León, C., A. (2022). Planeación del sistema de gestión de calidad según la Norma NTC-ISO 9001 del 2015 para una comercializadora de repuestos automotrices. *Signos*, 14(2). <https://doi.org/10.15332/24631140.7790>
- [4] Romario, A., & Ever Ángel, F. R. (2019). CASO DE DESARROLLO DE UN SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD EN LA EMPRESA JEP INGENIERÍA. *Revista De Ingeniería, Matemáticas y Ciencias De La Información*, 6(12). <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2019.v6.n12.a67>
- [5] Ramírez Calazans, A., Paredes Esteban, R. M., Grijalva Estrada, O. B., & Ibarra Rodríguez, M. R. (2023). Evaluación de los indicadores de calidad en cirugía mayor ambulatoria pediátrica. Influencia de la pandemia por COVID-19. *Cirugía Pediátrica: Órgano Oficial de La Sociedad Española de Cirugía Pediátrica*, 36(1), 17-21. <https://doi.org/10.54847/cp.2023.01.15>
- [6] Quesquén G., Adrianzen M. & Delgado, E. (2022). Propuesta de Gestión de Calidad según herramientas de ingeniería industrial para incrementar la satisfacción del cliente de Manufacturas Claudinne SAC. *LACCEI: International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. ISSN: 2414-6390. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.162>
- [7] Gutierrez, M. (2018). CONTROL DE CALIDAD DURANTE EL PROCESO DE FABRICACIÓN DE LECHE ENTERA EVAPORADA EN ENVASE DE HOJALATA. (Trabajo Monográfico). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3575>
- [8] Viteri, G. I. V., & Zambrano, C. E. (2016). Comercialización de arroz en Ecuador: Análisis de la evolución de precios en el eslabón productor-consumidor. *Ciencia y Tecnología*, 9(2), 11-17. <https://doi.org/10.18779/cytuteq.v9i2.21.g11>
- [9] Núñez, A., Guitart, L. & Baraza, S. X. (2014). Dirección de operaciones : Decisiones tácticas y estratégicas. Editorial UOC. <https://www.proquest.com/docview/2685128554/bookReader?accountid=36937>
- [10] 50Minutos. (2016). El Diagrama de Ishikawa: Solucionar Los Problemas Desde Su Raíz. Lemaitre Publishing, Lemaitre Publishing.
- [11] Salgado, D., & Awad, G. (2022). Metodología para el análisis estratégico cuantitativo en proyectos a partir del análisis de riesgos. *Estudios Gerenciales*, 38(165), 424-435. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2022.165.5198>
- [12] López V. & Gómez, J. (2018). CALIDAD TOTAL: UNA ALTERNATIVA DE GESTIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA PRODUCCIÓN CIENTÍFICA EN LA EDUCACION SUPERIOR. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 5(2) <https://www.proquest.com/scholarly-journals/calidad-total-una-alternativa-de-gestión-para-el/docview/2036806693/se-2>
- [13] Guillermo, R. M., Ramón Silva Acuña, & Renny, B. M. (2020). Procedimientos estadísticos utilizados en las tesis de maestría en Agricultura Tropical Universidad de Oriente Periodo 1998-2016. *Comunicaciones En Estadística*, 13(1), 45-66. <https://doi.org/10.15332/2422474x.6205>
- [14] González-Enríquez, L. R., & García-Pérez, E. (2022). Implementación de un sistema de gestión de calidad e inocuidad alimentaria en una comercializadora de alimentos. *Conciencia Tecnológica*, (63). ISSN: 1405-5597. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94472192002>
- [15] Chud, V. & Escobar, N. (2017). Gráficos difusos versus gráficos tradicionales para el control de procesos por atributos. *Mutis*, 7(1), 34-47. <https://doi.org/10.21789/22561498.1189>
- [16] Carabalí, M., Carabalí, D. & Carabalí, E. (2018). Propuesta agro-didáctica en la enseñanza de la bioestadística mediada por TICs. *Revista Interamericana de Investigación, Educación y Pedagogía*, 11(1), 87-100. ISSN: 1657-107X. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=561059324007>
- [17] Pérez, J., Ocampo, F. & Restrepo, G. (2018). RentabiLean: Modelo de exploración del efecto de iniciativas Lean sobre la rentabilidad financiera. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, XIX(1), 89-99. <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2018.19n1.008>
- [18] Rodríguez, C., Macías, J. & Lucas, R. (2017). Modelo de gestión para un control de calidad eficiente en edificios de nueva planta. *Informes De La Construcción*, 69(547). <https://doi.org/10.3989/ic.16.036>
- [19] García, J., Álvarez, A., Vila, M., Fraiz, J. & De la Cruz, M. (2014). Relación entre herramientas y factores críticos de la calidad. *Revista Europea De Dirección y Economía De La Empresa*, 23(2), 82-97. <https://doi.org/10.1016/j.redee.2012.11.004>
- [20] Torregrosa, B., Soler, V. & Perez, E. (2019). METODOLOGÍA DE INTEGRACIÓN: ISO 9001, ISO 31000 Y SIX SIGMA. *3C Empresa*, 8(1), 77-91. <https://doi.org/10.17993/3cemp.2019.080137.76-91>
- [21] Garza, R., González, C., Rodríguez, E. & Hernández, C. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. *Revista De Métodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa*, 22, 19-35. ISSN: 1886-516. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/aplicación-de-la-metodología-dmaic-seis-sigma-con/docview/1908414250/se-2>
- [22] Rodríguez Alza, M., Alva Lecca, W. & Carbajal Arenas, P. (2022). Propuesta de mejora en el área de calidad para aumentar la rentabilidad en la empresa SEGUSA S.A.C. de la ciudad de Trujillo, 2021. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. ISSN: 2414-6390. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.339>
- [23] Fuentes, E., Parra, C. & Cañón, O. (2022). DESARROLLO DE HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN EN PRINTER COLOMBIANA S.A.S. *Revista De Ingeniería, Matemáticas y Ciencias De La Información*, 9(17) <https://doi.org/10.21017/rimci.2022.v9.n17.a110>
- [24] Rodríguez Alza, M., Chávez Lázaro, D. & Vargas Flores, J. (2022). Implementación de herramientas de gestión de la calidad para la reducción de costos operativos en la empresa Inversiones Postes Sánchez S.A.C. 2021. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*. ISSN: 24146390. <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.400>
- [25] Castro, W. & Agudelo, J. (2017). Aplicación de los diagramas de control para el análisis e inspección de las variaciones derivadas del costo estándar: un estudio de caso. *Criterio Libre*, 15(26), 75-102. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/aplicación-de-los-diagramas-control-para-el/docview/2125265058/se-2>