



TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE
GUASAVE

T E S I S

ESTRATEGIAS DE MEJORA CONTINUA PARA
INCREMENTAR LA EFICIENCIA Y SOSTENIBILIDAD DEL
PROCESO DE DESGRANADO DE MAIZ AMARILLO DE
UNA EMPRESA PROCESADORA DE ALIMENTOS

presentada por

Paola Beltrán López

Como requisito para la obtención del grado de
Ingeniera Industrial

Director(a) de tesis

Dra. Grace Erandy Báez Hernández

Codirector(a) de tesis

MII. Emilia Estéfana Saucedá López

Guasave, Sinaloa, México, Febrero de 2026



CARTA DE LIBERACIÓN

AGRADECIMIENTOS

Agradecerles a mis padres por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificio diario, los cuales fueron fundamentales para motivarme a seguir adelante aun en los momentos más difíciles. Gracias por siempre apoyarme y siempre hacer hasta lo imposible para que mis hermanos y yo seamos felices. A mis hermanos, por nunca dejarme sola y apoyarme en todo, su compañía, las palabras de aliento y confianza depositada en mi fueron fundamentales para poder afrontar los retos y exigencias de esta etapa, contribuyendo de manera significativa a mantener la perseverancia y el compromiso necesarios para concluir satisfactoriamente esta etapa. Agradezco profundamente a mis amigos, por estar presentes a lo largo de mi vida y acompañarme en cada etapa de mi formación profesional. Su apoyo, comprensión y ánimo constante los convirtió en una parte fundamental de la carrera.

También quiero agradecerle a mi directora de tesis la Dra. Grace Erandy Báez Hernández, por su orientación académica, paciencia, disposición y valiosas aportaciones, las cuales fueron determinantes para el desarrollo y fortalecimiento del proyecto. De igual manera agradecerle a la empresa “La costeña” por la oportunidad otorgada para la realización del proyecto, así como por las facilidades proporcionadas, el acceso a la información, a las instalaciones y a los procesos productivos necesarios para el desarrollo de esta investigación. Asimismo, agradezco el apoyo y la disposición del personal del área de producción, quienes contribuyeron de manera directa al levantamiento de datos y a la comprensión del proceso de desgranado de maíz amarillo.

Gracias a todas las personas que han contribuido en esta etapa de mi vida. A mi familia por siempre estar presente en cada logro y apoyándome para que salga adelante. Se culmina una linda etapa de mi vida, pero comienza una nueva, llena de retos y enseñanzas.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo proponer estrategias de mejora continua que permitan incrementar la eficiencia y sostenibilidad del proceso de desgranado de maíz amarillo en una empresa procesadora de alimentos. El estudio surge a partir de la detección de deficiencias operativas en dicha etapa del proceso productivo, las cuales se reflejan en altos tiempos muertos, mermas significativas de materia prima, fallas recurrentes en la maquinaria y un uso ineficiente de los recursos productivos, afectando la productividad y competitividad de la empresa.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, de tipo aplicada, descriptiva y analítica, utilizando herramientas propias de la Ingeniería Industrial y la metodología de mejora continua basada en el ciclo PDCA. Para el diagnóstico del proceso se aplicaron técnicas como la observación directa, estudios de tiempos y movimientos, diagramas de flujo, diagramas causa–efecto, registros operativos y el análisis del indicador de Eficiencia Global de los Equipos (OEE). A partir del análisis de los datos obtenidos se identificaron las principales causas de ineficiencia en el proceso de desgranado, relacionadas con la falta de estandarización, deficiencias en el mantenimiento, problemas en el abastecimiento de materia prima y carencias en la capacitación del personal.

Como resultado, se diseñaron y propusieron estrategias de mejora orientadas a la reducción de tiempos muertos, disminución de mermas, optimización del desempeño de la maquinaria y uso eficiente de los recursos, contribuyendo a una mejora en la eficiencia operativa y a la sostenibilidad del proceso. La aplicación de estas estrategias demuestra que la mejora continua constituye una herramienta viable y efectiva para fortalecer el desempeño del proceso de desgranado de maíz amarillo, generar beneficios económicos, operativos y ambientales, y apoyar el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con el aprovechamiento responsable de los alimentos.

Palabras Claves: Mejora continua, eficiencia operativa, desgranado de maíz amarillo, productividad, sostenibilidad.

ABSTRACT

The present research aims to propose continuous improvement strategies to increase the efficiency and sustainability of the yellow corn shelling process in a food processing company. The study arises from the identification of operational deficiencies at this stage of the production process, which are reflected in high downtime, significant raw material losses, recurring machinery failures, and inefficient use of productive resources, negatively affecting the company's productivity and competitiveness.

The research was conducted under a mixed, applied, descriptive, and analytical approach, using Industrial Engineering tools and a continuous improvement methodology based on the PDCA cycle. For process diagnosis, techniques such as direct observation, time and motion studies, flowcharts, cause–effect diagrams, operational records, and analysis of the Overall Equipment Effectiveness (OEE) indicator were applied. From the analysis of the data obtained, the main causes of inefficiency in the shelling process were identified, mainly related to lack of standardization, maintenance deficiencies, raw material supply problems, and insufficient personnel training.

As a result, improvement strategies were designed and proposed, focused on reducing downtime, decreasing waste, optimizing machinery performance, and ensuring efficient use of resources, thereby contributing to improved operational efficiency and process sustainability. The implementation of these strategies demonstrates that continuous improvement is a viable and effective tool to strengthen the performance of the yellow corn shelling process, generate economic, operational, and environmental benefits, and support the achievement of the Sustainable Development Goals related to responsible food resource utilization.

Keywords: Continuous improvement, operational efficiency, yellow corn shelling, productivity, sustainability.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	3
RESUMEN	4
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN.....	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
II. JUSTIFICACIÓN	14
III. HIPÓTESIS.....	16
IV. OBJETIVOS	17
V. MARCO TEÓRICO.....	18
5.1 Marco conceptual	18
5.1.1 Ingeniería Industrial	18
5.1.2 Enfoque de procesos	18
5.1.2.1 Productividad	19
5.1.2.2 Eficiencia	19
5.1.3 Mejora continua	19
5.1.4 Metodologías de mejora continua	20
5.1.4.1 Ciclo PHVA (PDCA).....	20
5.1.4.2 Lean Manufacturing	22
5.1.5 Herramientas de Ingeniería Industrial aplicables	24
5.1.5.1 Mapeo de procesos (SIPOC, VSM)	24
5.1.5.2 Estudios de tiempos y movimientos.....	26
5.1.5.3 Diagrama causa–efecto.....	26
5.1.5.4 Pareto	27
5.1.5.5 5S.....	28
5.1.5.6 Indicadores de desempeño (KPIs).....	29
5.1.6 Sostenibilidad en procesos industriales	29
5.1.6.1 Eficiencia energética.....	30
5.1.6.2 Reducción de mermas y desperdicios	30
5.1.6.3 Producción más limpia.....	31
5.1.6.4 Economía circular en la industria alimentaria	32
5.1.7 Cadena de suministro.....	32

5.1.8	Productividad	34
5.1.9	Eficiencia global de equipos (OEE).....	35
5.2	Estado del arte	36
VI.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	42
6.1	Materiales	42
6.2	Diseño de la investigación	42
6.3	Variables	43
6.4	Población y muestra	43
6.5	Instrumentos.....	43
6.6	Métodos	44
6.6.1	Metodología PDCA: Fase 1 (Planear).....	44
6.6.2	Metodología PDCA: Fase 2 (Hacer)	45
6.6.3	Metodología PDCA: Fase 3 (Verificar)	47
6.6.4	Metodología PDCA: Fase 4 (Actuar)	48
6.7	PROCEDIMIENTO	49
VII.	ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.	51
7.1	Resultados de la metodología PDCA.....	51
7.1.1	Resultados PDCA: Fase 1 (Planear).....	51
7.1.2	Resultados PDCA: Fase 2 (Hacer)	55
7.1.3	Resultados PDCA: Fase 3 (Verificación).....	61
7.1.4	Resultados PDCA: Fase 4 (Actuar)	67
7.2	Áreas críticas o de oportunidad.....	68
7.3	Propuestas de mejora	69
VIII.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
8.1	Conclusiones	72
8.2	Recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras	74
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	77

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Formato de recolección de datos de las máquinas desgranadoras	46
Tabla 2. Formato de recolección de datos de las maquinas deshojadoras	46
Tabla 3. Muestreo por jornada de las deshojadoras.....	56
Tabla 4. Muestreo por jornada de las desgranadoras	57
Tabla 5. OEE tren #1	58
Tabla 6. OEE tren #2.....	59
Tabla 7. OEE tren #3.....	59
Tabla 8. OEE tren #4.....	60
Tabla 9. OEE tren deshojadoras	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ciclo PHVA	22
Figura 2. Aspectos que se consideran al efectuar un Diagrama SIPOC.....	25
Figura 3. Layout de la nave de desgranado	51
Figura 4. Banda de retorno de máquinas deshojadoras	52
Figura 5. Diagrama de flujo del proceso en el área de desgranado.....	54
Figura 6. Diagrama de flujo del proceso en el área de desgranado.....	55
Figura 7. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #1	62
Figura 8. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #2.....	63
Figura 9. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #3.....	64
Figura 10. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #4	64
Figura 11. Gráfico comparativo de las máquinas deshojadoras	65
Figura 12. Causas tiempo muerto tren #1	66
Figura 13. Causas tiempo muerto tren #2	66
Figura 14. Causas tiempo muerto tren #3	67
Figura 15. Causas tiempo muerto tren #4	67

INTRODUCCIÓN

La mejora continua se ha convertido en un elemento fundamental para incrementar la eficiencia y sostenibilidad de los procesos productivos en la industria alimentaria, especialmente en aquellos relacionados con el aprovechamiento de materias primas de alto valor estratégico, como el maíz amarillo. En el proceso de desgranado de este grano, una operación deficiente puede generar elevados tiempos muertos, mermas significativas, consumo innecesario de recursos y afectaciones en la calidad del producto final. Por ello, la aplicación de estrategias de mejora continua orientadas a optimizar la eficiencia operativa y reducir desperdicios resulta indispensable para fortalecer la competitividad de las empresas procesadoras de alimentos y garantizar prácticas productivas más sostenibles.

En este documento se presenta el desarrollo de un proyecto enfocado en optimizar el proceso de producción de elote amarillo en una empresa de conservas. El trabajo se estructura en varios capítulos que permiten una comprensión ordenada y sistemática de la investigación. En el primer capítulo se presenta el planteamiento del problema, donde se expone la importancia del maíz amarillo y se describen las deficiencias operativas detectadas en el proceso de desgranado. Posteriormente, se desarrolla la justificación del estudio, la hipótesis planteada y los objetivos generales y específicos que guían la investigación. En el capítulo correspondiente al marco teórico se analizan los conceptos, modelos y herramientas de mejora continua, eficiencia, productividad y sostenibilidad que sustentan el desarrollo del proyecto.

En los capítulos siguientes se describen los materiales y métodos utilizados, detallando el diseño de la investigación, las variables consideradas, la población y los instrumentos empleados para la recolección de datos. Asimismo, se presenta la aplicación de la metodología de mejora continua basada en el ciclo PDCA, incluyendo el análisis del proceso, la medición del desempeño, la identificación de causas raíz y la propuesta de acciones de mejora. Finalmente, se exponen los resultados obtenidos, su análisis y discusión, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas del

estudio, las cuales buscan contribuir a la optimización del proceso de desgranado de maíz amarillo y al fortalecimiento de la eficiencia y sostenibilidad de la empresa.

En 1923 Vicente López Resines adquiere una tienda de abarrotes llamada "La costeña", que pronto se hizo popular por sus chiles serranos en vinagre. De 1937-1948 Vicente López decide fabricar sus propias latas e inaugura la primera planta de producción en la Ciudad de México. En los años 1951-1971 Los productos "La Costeña" llegan por primera vez a todo el país. Se inaugura una nueva planta en Ecatepec, Estado de México, donde se encuentran actualmente. En el 1986-1991 sustituyeron los envases soldados con plomo por otros sellados de manera electrostática. Se inaugura la planta de producción en Guasave, Sinaloa, donde comenzaron la producción de sus líneas de puré de tomate y vegetales. En los años 1997-2003 implementaron el nuevo sistema "abre fácil". En Guasave, Sinaloa, se introduce el sistema de envasado aséptico Combibloc (que elimina microorganismos mediante la ultra pasteurización en envases de cartón). Al cumplir con los estándares de calidad, se certificaron en ISO 9001, versión 2000. Dentro del 2007-2008 inauguraron el Centro Automatizado de Distribución, considerado uno de los más grandes de Latinoamérica por su capacidad, magnitud y número de operaciones. Además, celebran 85 años de "La Costeña". En 2011-2013 comenzaron con el funcionamiento del segundo Centro Automatizado de Distribución. Recibieron el Premio Nacional de Imagen Pública por su trayectoria de 90 años en el mercado nacional y por llegar a más de 50 países en el mundo. En el año 2014 Recibieron la declaración de "Marca Famosa" del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El maíz es el cultivo agrícola más emblemático de México y uno de los más relevantes en América Latina, tanto desde el punto de vista alimentario como social, cultural y económico. Históricamente, ha sido la base de la alimentación de las poblaciones indígenas y rurales del país, formando parte fundamental de la identidad nacional y de la gastronomía tradicional mexicana. Aunque en México predominan dos tipos principales de maíz blanco y amarillo, ambos juegan un papel estratégico en la seguridad alimentaria y el desarrollo agroindustrial del país. El maíz amarillo, en particular, tiene una relevancia significativa en la producción de alimentos procesados, en la alimentación animal y como insumo clave para diversas industrias alimentarias y pecuarias.

La empresa de conservas de alimentos es un líder mundial en procesamiento de alimentos frutas, hortalizas y granos. El enfoque de la investigación es sobre el maíz amarillo que impacta a uno de los productos con mayor presencia en el país.

El proceso de desgranado de maíz amarillo presenta deficiencias operativas reflejadas en altos tiempos de ciclo, mermas de producto, uso ineficiente de recursos y consumo elevado de energía, lo que afecta la eficiencia productiva y la sostenibilidad del proceso dentro de la empresa procesadora de alimentos.

El proceso de desgranado de maíz amarillo implica una etapa crítica dentro de la cadena productiva, ya que de su correcto funcionamiento depende directamente el cumplimiento de los volúmenes de producción de la planta. Este proceso no solo define la disponibilidad de materia prima para las etapas posteriores, sino que también impacta de manera directa en los costos operativos, la eficiencia de la maquinaria y la calidad del producto final. Por lo tanto, cualquier falla, retraso o ineficiencia en esta etapa se traduce en pérdidas de tiempo, incremento de mermas y disminución en la capacidad productiva de la empresa.

Derivado de la importancia que representa el proceso de desgranado de maíz amarillo dentro de la empresa, se ha identificado que actualmente existen diversas problemáticas asociadas al desempeño de las máquinas de proceso, las cuales generan altos niveles de desperdicio de materia prima y pérdida de eficiencia productiva. De acuerdo con los registros preliminares obtenidos durante el diagnóstico, se estima que entre un 8 % y 15 % del maíz procesado presenta algún tipo de merma, ya sea por desgranado incompleto, reprocesos, atascos de material o fallas operativas. Este porcentaje resulta significativo si se considera el volumen diario de producción de la planta, ya que implica pérdidas constantes de materia prima, incremento en los costos de operación y disminución en el rendimiento global del proceso.

Se observa que la empresa no cuenta con un sistema formal de control y monitoreo del desempeño de las máquinas, lo que dificulta la identificación oportuna de fallas, el seguimiento de la merma generada y la evaluación real de la eficiencia del proceso. La operación se realiza principalmente bajo criterios empíricos, sin registros estandarizados de tiempos muertos, causas de paro ni indicadores de productividad por equipo, lo que limita la toma de decisiones basada en datos. Como resultado, se presentan paros frecuentes en la línea de producción, ya sea por atascos de material, ajustes inadecuados, fallas mecánicas menores o falta de suministro continuo de materia prima, generando interrupciones que afectan directamente la continuidad operativa. Asimismo, la rotación de personal y la falta de capacitación técnica específica contribuyen a la variabilidad en la operación, incrementando los errores, los reprocesos y los movimientos innecesarios.

¿De qué manera la aplicación de estrategias de mejora continua puede incrementar la eficiencia y sostenibilidad del proceso de desgranado de maíz amarillo en una empresa procesadora de alimentos?

II. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad, el área de desgranado de maíz amarillo presenta diversas problemáticas relacionadas con la eficiencia de la maquinaria, las cuales impactan de manera directa tanto en la productividad del proceso como en la calidad del producto final. Estas deficiencias se reflejan en tiempos muertos elevados, fallas recurrentes en los equipos, generación de mermas y un aprovechamiento inadecuado de los recursos productivos, lo que limita el desempeño operativo de la empresa y afecta su competitividad dentro del sector alimentario. Ante esta situación, resulta necesario analizar el proceso y proponer estrategias de mejora continua que permitan optimizar la operación, reducir pérdidas y fortalecer la eficiencia del sistema productivo.

La optimización del proceso de desgranado de maíz amarillo contribuye a garantizar un suministro constante y de calidad de un alimento básico para la población. Un proceso más eficiente permite satisfacer la demanda del mercado de manera oportuna, fortaleciendo la confianza del consumidor y mejorando la percepción de la empresa, lo cual es fundamental para mantener la estabilidad y aceptación de los productos en el sector de alimentos procesados. La aplicación de herramientas modernas de mejora continua y metodologías propias de la Ingeniería Industrial fomenta la actualización, estandarización y control de los procesos productivos.

La incorporación de técnicas de análisis, medición y control del desempeño de la maquinaria impulsa la innovación, mejora la toma de decisiones basada en datos y genera una ventaja competitiva sostenible para la empresa, al permitirle operar de manera más eficiente y confiable. El impacto económico de la investigación es significativo, ya que la reducción de desperdicios de materia prima, la disminución de tiempos muertos y la optimización del uso de los recursos permiten reducir costos operativos, mejorar la rentabilidad y aprovechar de manera más eficiente la capacidad instalada.

Esto resulta especialmente relevante durante la temporada alta de producción, en la cual una mejora en la eficiencia puede representar incrementos sustanciales en la producción y en los beneficios económicos para la empresa. Desde el enfoque

ambiental, la disminución de residuos y mermas contribuye al uso responsable de los recursos naturales y a la adopción de prácticas productivas más sostenibles. La optimización del proceso de desgranado permite minimizar el impacto ecológico de la producción, alineando las operaciones de la empresa con principios de sostenibilidad y producción más limpia.

La investigación es viable y factible, ya que la empresa cuenta con la infraestructura, la maquinaria y el personal necesarios para implementar las estrategias de mejora propuestas. Asimismo, la disponibilidad de información operativa y el acceso al proceso productivo facilitan la aplicación de las herramientas de análisis. La no realización de este proyecto podría perpetuar las ineficiencias actuales, limitando el crecimiento y la competitividad de la empresa, además de afectar negativamente la calidad del producto y la satisfacción del cliente.

La presente investigación se encuentra alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030, específicamente con el ODS 2: Hambre Cero, el cual promueve el aprovechamiento eficiente de los recursos alimentarios y la reducción de pérdidas a lo largo de la cadena productiva. No optimizar el proceso de desgranado de maíz amarillo implica desaprovechar un recurso esencial para la alimentación, lo que impacta de manera negativa en la disponibilidad de alimentos. En particular, este trabajo se vincula con la meta orientada a reducir las pérdidas de alimentos y mejorar la eficiencia de los sistemas de producción, contribuyendo a garantizar que la población tenga acceso a alimentos suficientes, seguros y de calidad.

III. HIPÓTESIS

La aplicación de estrategias de mejora continua influye significativamente en la eficiencia y sostenibilidad del proceso de desgranado de maíz amarillo en una empresa procesadora de alimentos.

IV. OBJETIVOS

Objetivo general:

Proponer estrategias de mejora continua que permitan incrementar la eficiencia y sostenibilidad del proceso de desgranado de maíz amarillo en una empresa procesadora de alimentos, mediante la optimización de tiempos, reducción de mermas y uso eficiente de los recursos productivos.

Objetivos específicos:

- Diagnosticar el proceso actual de desgranado de maíz amarillo, identificando las actividades, tiempos, recursos y desempeño operativo del proceso.
- Analizar las principales causas que generan ineficiencias, desperdicios y consumo excesivo de recursos en el proceso de desgranado de maíz amarillo.
- Diseñar estrategias de mejora continua basadas en herramientas de Ingeniería Industrial orientadas a optimizar la eficiencia operativa del proceso.
- Proponer acciones enfocadas en la sostenibilidad del proceso, mediante la reducción de mermas y el uso eficiente de la materia prima y la energía.

V. MARCO TEÓRICO

5.1 Marco conceptual

5.1.1 Ingeniería Industrial

La Ingeniería Industrial es por definición la rama de las ingenierías encargada del análisis, interpretación, comprensión, diseño, programación y control de sistemas productivos y logísticos con miras a gestionar, implementar y establecer estrategias de optimización, con el objetivo de lograr el máximo rendimiento de los procesos de creación de bienes y/o la prestación de servicios. Es por convicción una herramienta interdisciplinar de conocimientos, cuyo propósito es la integración de técnicas y tecnologías, con miras a una producción y/o gestión competente, segura y calificada. (Lopez, 2019)

5.1.2 Enfoque de procesos

El enfoque basado en procesos es una forma de desarrollar una organización enfocándose en la mejora de sus procesos. Se puede dividir en cuatro partes:

- Identificación de los procesos
- Definición de sus objetivos
- Monitoreo de su desempeño
- Realización de mejoras continuas

Típicamente, un proceso consta de tres componentes: input, acciones y output. Cada uno puede ser analizado y evaluado por separado. Sin embargo, un enfoque basado en procesos nunca considera los procesos de manera aislada, sino como parte de un sistema interconectado donde los outputs pueden ser inputs para otro proceso (N.S.F, 2024).

5.1.2.1 Productividad

Díaz et al. (2018), considera que la productividad es la condición o habilidad de ser productivos, como una herramienta de orientación a la gestión de un sistema productivo, indicando que los recursos que disponga la empresa (mano de obra, el capital, los materiales y la energía) se utilicen de forma objetiva, es decir, la empresa debe encontrar la relación existente entre los productos, bienes o servicios y los recursos disponibles para su proceso productivo, por tanto, se combina la eficacia, la utilización de los recursos y con la eficiencia, como la característica del desempeño organizacional.

5.1.2.2 Eficiencia

Para (Ayuso, 2024), la EFICIENCIA consiste en la medición de los esfuerzos que se requieren para alcanzar los objetivos. El costo, el tiempo, el uso adecuado de factores materiales y humanos, cumplir con la calidad propuesta, constituyen elementos inherentes a la eficiencia. Los resultados más eficientes se alcanzan cuando se hace uso adecuado de estos factores, en el momento oportuno, al menor costo posible y cumpliendo con las normas de calidad requeridas.

5.1.3 Mejora continua

Para (Eby, 2020), La mejora continua es un enfoque sistemático de trabajo orientado a optimizar de forma constante los procesos, productos, o servicios de una organización. Su objetivo es incrementar la eficiencia, la calidad y el valor que se ofrece a los clientes, reduciendo errores, costos y tiempos de operación. Este concepto es fundamental en metodologías como el Ciclo de Deming (también conocido como ciclo PDCA por sus siglas en inglés: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar), que sirve como guía para implementar mejoras iterativas.

En la mejora continua, los cambios suelen ser pequeños y graduales, aunque también se pueden realizar ajustes significativos cuando es necesario. Esta filosofía se basa en la idea de que siempre hay margen para mejorar, y su implementación suele

involucrar a todos los niveles de la organización para fomentar una cultura de excelencia y de aprendizaje constante.

Principios de la mejora continua

1. Centrarse en el cliente: Identificar y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes es fundamental.
2. Trabajo en equipo: Involucra a todos los empleados, promoviendo la colaboración y el intercambio de ideas.
3. Innovación y adaptación: Se buscan nuevas formas de mejorar, siendo flexibles ante cambios del entorno.
4. Monitoreo y evaluación: Medir los resultados de los cambios implementados para ajustar y seguir mejorando.

5.1.4 Metodologías de mejora continua

Para (Barrera, 2019), Estas metodologías actúan de manera diferente en cada organización, pero todos tienen algo en común, se basan en un enfoque científico y metodológico para resolver un problema. Por supuesto, resolver el problema requiere de una previa puesta en escena. Habrá que:

- Tener claro cuál es el tamaño del problema.
- Conocer la solución del problema.
- Saber cuántos problemas queremos solucionar con la aplicación de una determinada metodología.

5.1.4.1 Ciclo PHVA (PDCA)

Según (García, 2024), El ciclo de Deming, también conocido como Ciclo PHVA por sus etapas: planear, hacer, verificar y actuar, es un método iterativo de gestión de la calidad y de la mejora continua de los procesos empresariales. Cuando se asocia al acrónimo

PDCA es por la letra inicial de sus etapas en inglés: plan, do, check y act. Su nombre se relaciona con William Edwards Deming que promovió con ahínco la gestión de la calidad como herramienta empresarial en Japón.

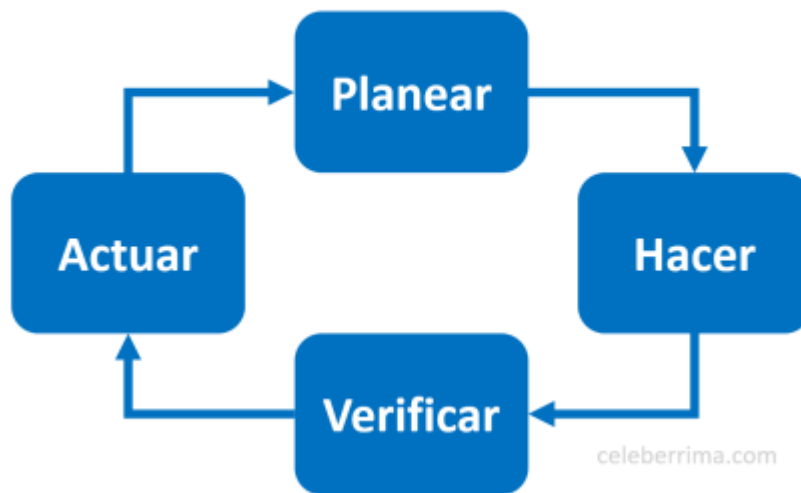
Es un enfoque sistemático para la resolución de problemas y un marco de referencia para la mejora continua utilizado en diferentes sectores industriales. Dado que la mejora continua se considera esencial para el éxito en el largo plazo de cualquier organización, se le considera un pilar para los distintos planteamientos de la gestión de la calidad. Este ciclo virtuoso es una solución estructurada para la resolución de problemas, facilita encarar los retos de manera efectiva.

El ciclo de Deming se compone de cuatro etapas que se describen a continuación:

- Planear (plan). En esta etapa definen los objetivos de las mejoras y los procesos en los que se llevarán a cabo. Los objetivos deben ser medibles, claros y alcanzables. También se estiman los recursos necesarios para las iniciativas. Desde este momento, se debe involucrar a todas las partes interesadas para tener una comprensión completa del problema a resolver y aumentar la probabilidad de éxito de las propuestas de mejora. El resultado de esta etapa es un plan.
- Hacer (do). Es momento de ejecutar las iniciativas descritas en el plan, se implementan las propuestas de mejora, se documentan los resultados y se recopila información relacionada con el desempeño de los procesos. Esta etapa debe realizarse de manera controlada. Si se piensa que los cambios suponen un riesgo importante, se recomienda realizar pruebas piloto que permitan descubrir posibles obstáculos para la ejecución.
- Verificar (check). En la tercera fase se evalúa el impacto de las mejoras, se comparan los resultados obtenidos con los objetivos que se definieron en el plan de acción de la primera etapa. Se indaga sobre el grado de cumplimiento de los objetivos y se identifican áreas de mejora adicionales.

- Actuar (act). En la última etapa se describen medidas que se derivan de las conclusiones de la etapa anterior. Si se han logrado los objetivos, se estandarizan las mejoras; en cambio, si no se han logrado los objetivos, se pormenoriza un plan para corregir las desviaciones. Así, comienza una nueva iteración del ciclo de Deming.

Figura 1. Ciclo PHVA



5.1.4.2 Lean Manufacturing

Para (Andreu, 2024), El Lean Manufacturing es una filosofía empresarial que busca optimizar la eficiencia y efectividad de una organización a través de la eliminación de desperdicios y la mejora continua. Si tu empresa está interesada en adoptar esta estrategia, es fundamental conocer los tres pilares sobre los que se sustenta la filosofía lean:

- **Kaizen**

Según (López D. E., 2024) Kaizen representa un proceso de análisis situacional que fomenta la toma proactiva de decisiones dirigidas hacia la innovación, con

la meta de lograr un crecimiento continuo en las empresas. En el entorno competitivo actual, es esencial realizar mejoras constantes en los procesos, productos y servicios para destacar en el mercado. Además, son necesarias las siguientes directrices para mejorar el aprendizaje individual:

- Selección apropiada de trabajadores. Antes de contratar empleados, es crucial realizar pruebas para evaluar si cumplen con los requisitos establecidos. Estas evaluaciones muestran sus conocimientos y habilidades.
 - Capacitación adecuada. La capacitación debe proporcionar beneficios y conocimientos útiles para el desempeño laboral del trabajador, resultando en un valor añadido para la empresa.
 - Motivación. La productividad no aumenta si los trabajadores no se sienten motivados, por lo que es esencial ofrecer incentivos.
 - Especialización laboral. Si bien la simplicidad de las tareas suele facilitar el aprendizaje, es importante no especializarse tanto que resulte en aburrimiento y disminución del rendimiento.
- **Six Sigma (enfoque DMAIC)**

Para (Socconini, 2025), la metodología DMAIC es un enfoque sistemático y basado en datos que permite a las organizaciones alcanzar la excelencia en los procesos y la mejora continua. Mediante la definición de problemas, la medición del rendimiento, el análisis de las causas raíz, la implantación de mejoras y el establecimiento de medidas de control, los profesionales de Lean Six Sigma pueden transformar retos complejos en oportunidades de crecimiento. DMAIC sirve como marco de referencia que permite a las organizaciones maximizar la eficiencia, reducir los defectos, mejorar la calidad y, en última instancia, ofrecer un valor superior a los clientes y las partes interesadas. Adoptar DMAIC no es sólo una metodología; es un compromiso con la excelencia que puede llevar a las organizaciones a un viaje de mejora continua y excelencia operativa.

5.1.5 Herramientas de Ingeniería Industrial aplicables

Según (Narvaez, 2025), las herramientas de ingeniería industrial son métodos, softwares y técnicas diseñadas para mejorar la productividad, reducir costos y garantizar la calidad en los procesos industriales. Su aplicación abarca desde la manufactura hasta la gestión de proyectos en distintos sectores como logística, producción y optimización de la cadena de suministro. Estas herramientas permiten identificar problemas, reducir desperdicios y optimizar el flujo de trabajo en las organizaciones.

5.1.5.1 Mapeo de procesos (SIPOC, VSM)

El mapeo de procesos es una herramienta de planificación y gestión que demuestra visualmente el flujo de trabajo dentro de la empresa y sus responsables. En otras palabras, es un recurso que simplifica y visibiliza la cadena de valor de tu negocio. Muestra quién y qué está involucrado en un proceso comercial, se puede aplicar en cualquier organización y puede revelar áreas en las que un proceso necesita mejoras (LATAM, 2022).

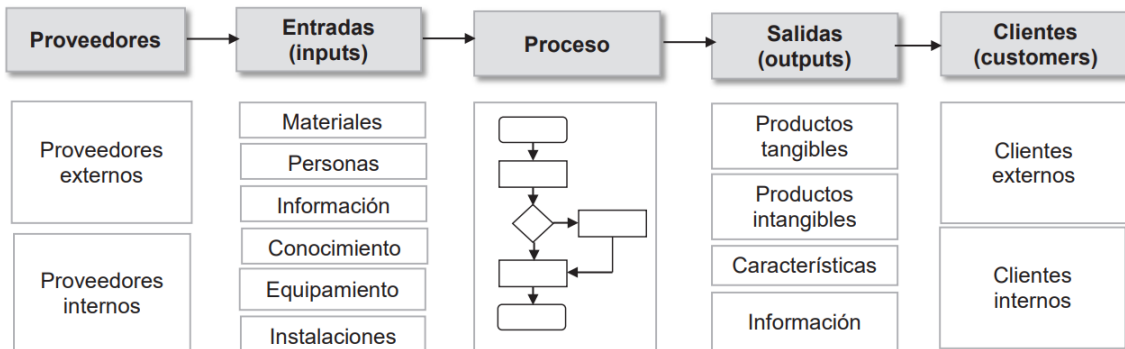
- **SIPOC**

La metodología de SIPOC proporciona la mejora de procesos, la cual se basa en la representación esquemática de componentes esenciales (figura 2). Los componentes y atributos de la herramienta son:

- Proveedor (supplier): La persona o empresa que proporciona recursos para el proceso.
- Entradas (inputs): Todos los componentes necesarios se incluyen en el proceso a través de insumos.
- Proceso (Process): Comprende un conjunto de actividades que convierten recursos en productos.
- Salidas (outputs): Es el producto o servicio resultado de cada proceso.

- Cliente (customer): El proceso o la persona que recibe el resultado de las actividades, pueden ser internos o externos (Gonzales Gonzales & Escobar Prado, 2021).

Figura 2. Aspectos que se consideran al efectuar un Diagrama SIPOC



- **VSM**

Al utilizar este método, se puede visualizar la cadena de valor de un producto en su totalidad a través de una representación visual, incluido el flujo de información y materiales. Su objetivo principal es identificar acciones que no sirven para el producto final, utilizando una serie de símbolos. Para cada tipo de producto existen diferentes procesos de producción por lo que el VSM debe estar listo. Los pasos para preparar un VSM son los siguientes:

- Representación de clientes, proveedores y controles de producción.
- Determinar los requisitos que requieren los clientes.
- Determinar el número de unidades producidas cada día.
- Conocer los procesos logísticos y sus requisitos.
- Enumere los cuadros de proceso de izquierda a derecha.
- Los iconos de enlace deben estar colocados correctamente.
- Analizar los tiempos del ciclo de devolución, el valor agregado y los criterios de cambio de modelo para entregables o servicios, porcentaje de disponibilidad de trabajo (tiempo de procesamiento) y recuento de personas.

- Agregar símbolos y números a las operaciones.
- Identificar los tiempos de permanencia y la disponibilidad de tapas por día, según la preferencia del cliente (De la Cruz Castillo & Reyes Quijada, 2020).

5.1.5.2 Estudios de tiempos y movimientos

De acuerdo con (Arteaga, 2020), un estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo, la cual se emplea para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos (pasos a seguir) de una actividad definida, efectuada bajo condiciones determinadas. Los pasos a seguir y los tiempos en que se realiza una actividad determinan el tiempo requerido para efectuar esa tarea. El estudio de movimientos consiste en analizar detalladamente los movimientos del cuerpo de quien realiza una actividad, con el objetivo de eliminar los movimientos inefectivos, agilizar la actividad y realizarla con seguridad e higiene; posteriormente, se establece una secuencia o sucesión de movimientos más apropiados para lograr una eficiencia máxima en tiempo, insumos y energía.

En la práctica, el estudio de tiempos incluye el análisis de los métodos de registro de las actividades y exámenes críticos sistemáticos de las actividades mismas y las maneras de realizarlas. Este análisis tiene como objetivo efectuar mejoras en la eficiencia de trabajo y concienciar a quienes realizan una labor en el laboratorio, en la industria, en las empresas e inclusive en el hogar. Autores como Niebel usan análisis de operaciones y simplificación del trabajo para el estudio de métodos de registro de actividades y de exámenes críticos (Betancourt, 2019).

5.1.5.3 Diagrama causa–efecto

(Barrera, 2023) define el diagrama causa-efecto como una herramienta utilizada para identificar y resolver problemas de calidad mediante una representación gráfica de los factores que influyen en la ejecución de un proceso. El diagrama de Ishikawa se basa en la premisa de que todo problema tiene una causa raíz, es decir, algo que no

funciona correctamente en un proceso. Por lo tanto, su propósito principal es identificar las causas que contribuyen al problema en cuestión.

El diagrama de Ishikawa o diagrama causa-efecto, debido a su estructura similar a un esqueleto de pez, tiene una composición deliberada que facilita la resolución de problemas. Cada elemento del diagrama representa una razón que contribuye a la solución de los problemas identificados. Los componentes principales del diagrama de pescado son los siguientes:

- Cabeza: La cabeza emerge de la espina central del diagrama y es el lugar donde se representan los problemas o efectos no deseados que se desean abordar.
- Espinas: Estas son las proyecciones que se extienden desde la espina central del diagrama. El número de espinas puede variar según las posibles causas que estén contribuyendo al problema en cuestión. Cada espina representa una categoría o factor que puede estar relacionado con el problema.
- Espinas menores: Dentro de las espinas principales también puede haber espinas más pequeñas que se denominan espinas menores. Estas espinas menores se utilizan para identificar las causas secundarias o de menor importancia que contribuyen a la causa principal representada por la espina principal.

5.1.5.4 Pareto

El diagrama de Pareto (DP) es un gráfico especial de barras cuyo campo de análisis o aplicación son los datos categóricos cuyo objetivo es ayudar a localizar el o los problemas vitales, así como sus causas más importantes. La idea es escoger un proyecto que pueda alcanzar la mejora más grande con el menor esfuerzo. Es un gráfico que divide el número de defectos o pérdidas monetarias en categorías tales como, fenómeno o causa, ordena los datos basándose en el tamaño y posteriormente, expresa el total acumulado usando una gráfica de líneas.

El diagrama se sustenta en el llamado principio de Pareto, conocido como “Ley 80-20” o “Pocos vitales, muchos triviales”, el cual reconoce que sólo unos pocos elementos (20%) generan la mayor parte del efecto (80%); el resto genera muy poco del efecto total. De la totalidad de problemas de una organización, sólo unos cuantos son realmente importantes (Veracruz, 2023).

5.1.5.5 5S

Para (Mecalux, 2025), las 5S (cinco eses) son una metodología de origen japonés que busca mejorar la organización, limpieza y eficiencia en los lugares de trabajo. Su nombre proviene de cinco palabras japonesas que comienzan con la letra "S": Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Estas representan principios clave para mantener espacios laborales productivos y seguros y son la base para otras metodologías de mejora continua, como el lean manufacturing o el kaizen.

- Seiri (Clasificación). Separar lo necesario de lo innecesario, identificando y eliminando elementos que no se usen o no agregan valor al proceso.
- Seiton (Orden). Organizar los materiales de modo que sean fáciles de localizar, utilizar y devolver a su lugar.
- Seiso (Limpieza). Conservar el área de trabajo limpia y ordenada. Esto también implica el mantenimiento preventivo de los equipos, donde la limpieza se convierte en una oportunidad para detectar anomalías o desgastes que podrían derivar en fallas.
- Seiketsu (Estandarización). Establecer normas para mantener la limpieza y el orden de forma continua. Crear procedimientos claros que aseguren la permanencia y aplicación constante de las primeras tres "S" a largo plazo.
- Shitsuke (Disciplina). Fomentar la disciplina para cumplir con los estándares establecidos y promover una cultura de mejora continua.

5.1.5.6 Indicadores de desempeño (KPIs)

Los Indicadores Clave de Desempeño o KPIs (key performance indicator), son medidas cuantificables que se utilizan para evaluar el rendimiento de una organización en relación con sus objetivos estratégicos y operativos, dichos indicadores son seleccionados cuidadosamente para reflejar los aspectos más críticos del negocio y proporcionar una visión clara de su progreso. Así, los KPI actúan como faros que guían la toma de decisiones, ayudando a los líderes empresariales a identificar áreas de mejora, alinear recursos y dirigir las acciones hacia la consecución de metas predefinidas, es importante considerar que los Indicadores Clave de Desempeño pueden variar según la industria, el tamaño y los objetivos específicos de cada organización, pero comparten la misma función: proporcionar una evaluación clara y precisa del progreso hacia metas establecidas, además de que difieren de las métricas generales en que están limitados en el tiempo y se centran en objetivos estratégicos específicos (Escadia, 2024).

5.1.6 Sostenibilidad en procesos industriales

La intersección de los procesos industriales y la sostenibilidad se centra en la mitigación de las cargas ecológicas y la promoción de la equidad social. Existen importantes preocupaciones ambientales derivadas del agotamiento de los recursos, las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación del agua y la acumulación de residuos inherentes a muchas operaciones industriales tradicionales. Abordar estos desafíos requiere una transición hacia los principios de la economía circular, priorizando la reutilización, el reciclaje y la recuperación de materiales. Los métodos de producción más limpios, como la química verde y las mejoras en la eficiencia energética, son vitales para reducir la degradación ambiental. Además, la sostenibilidad social en estos procesos implica garantizar prácticas laborales justas, condiciones de trabajo seguras y la participación comunitaria, contribuyendo así a un futuro más justo y resiliente. La aplicación de principios de sostenibilidad a los procesos industriales genera beneficios tangibles para la gestión ambiental y la resiliencia operativa. Muchos sectores integran ahora fuentes de energía renovables,

lo que reduce significativamente la dependencia de combustibles fósiles y disminuye las emisiones de carbono. Se implementan sistemas avanzados de tratamiento y reciclaje de agua para conservar los recursos de agua dulce y minimizar la contaminación por vertidos. Las iniciativas de valorización de residuos convierten los subproductos industriales en recursos valiosos, disminuyendo la dependencia de los vertederos. Las empresas también adoptan evaluaciones del ciclo de vida para evaluar el impacto ambiental desde la extracción de la materia prima hasta el final de la vida útil del producto (sostenibilidad, 2024).

5.1.6.1 Eficiencia energética

Para (Enlight, 2025), la eficiencia energética es un pilar fundamental para el desarrollo sostenible. Esto porque gestionar de manera óptima la energía ayuda a reducir costos, disminuir emisiones de gases efecto invernadero (GEI) y fortalecer la seguridad energética. Diversos estudios coinciden en que la eficiencia energética es una de las formas más rápidas y costo-efectivas de reducir las emisiones de dióxido de carbono (CO₂). Por ello, se le considera el “primer combustible” de la transición energética global.

Actualmente, los combustibles fósiles representan el 80% de la matriz energética mundial, por lo cual, reducir el consumo de energía disminuye la demanda de fuentes fósiles, ayudando a mitigar el cambio climático y a reducir las emisiones de GEI.

5.1.6.2 Reducción de mermas y desperdicios

El control de mermas es una práctica esencial en la gestión de la producción que busca minimizar los desperdicios generados durante los procesos productivos. Este control permite a las empresas identificar, analizar y reducir las pérdidas, optimizando así la eficiencia y los costos. El objetivo es maximizar la utilización de recursos y reducir los costos ocultos de la producción empresarial.

Para implementar un control efectivo de mermas, se deben seguir varios pasos clave:

- Identificación de las fuentes de merma: Es crucial mapear todo el proceso de producción para detectar en qué etapas se generan desperdicios.
- Registro y análisis de datos: Llevar un registro detallado de las cantidades de merma generada y analizarlos para identificar patrones o problemas recurrentes.
- Definición de objetivos claros: Establecer metas específicas para la reducción de mermas, alineadas con los objetivos generales de la empresa.
- Aplicación de tecnologías adecuadas: Utilizar herramientas tecnológicas como sistemas de gestión de manufactura (MES) para monitorear y controlar la producción en tiempo real.
- Capacitación continua: Educar al personal sobre la importancia del control de mermas y desperdicios para poder aplicar las mejores prácticas para su reducción.

El control de mermas se aplica en cualquier sector productivo donde se busca maximizar la eficiencia de los recursos. Entender cómo afecta la merma en una empresa es fundamental para diseñar estrategias que permitan no solo reducir los desperdicios, sino también mejorar la calidad del producto final y la sostenibilidad de las operaciones (webwautech, 2023).

5.1.6.3 Producción más limpia

El Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) define la producción limpia como la aplicación continua de una estrategia integrada de prevención ambiental en los procesos, los productos y los servicios con el objetivo de reducir los riesgos al ser humano y al medio ambiente (Gas, 2024).

La producción más limpia puede aplicarse a cualquier proceso, producto o servicio, y contempla desde cambios simples y rápidos en los procedimientos que se pueden implantar de manera inmediata a cambios mayores que impliquen la sustitución de las materias primas, los insumos o las líneas de producción por otras más eficientes.

La producción más limpia es una herramienta estratégica de política empresarial, además de una opción de gestión medioambiental responsable.

5.1.6.4 Economía circular en la industria alimentaria

La economía circular es un modelo económico que busca maximizar la eficiencia de los recursos y minimizar los residuos. A diferencia del modelo lineal tradicional de “tomar, hacer, desechar”, la economía circular se basa en cerrar el ciclo de vida de los productos, servicios, residuos, materiales, agua y energía. Este enfoque promueve la reutilización, el reciclaje y la regeneración de los sistemas naturales (EatCloud, 2024).

En la industria alimentaria, la economía circular se está implementando de diversas maneras:

- **Revalorización de Residuos:** Los desechos alimentarios se transforman en nuevos productos. Por ejemplo, cáscaras de frutas y verduras se utilizan para crear bioplásticos o fertilizantes orgánicos.
- **Reciclaje y Compostaje:** Los residuos orgánicos se reciclan o compostan para reducir el desperdicio y mejorar la calidad del suelo.
- **Innovación en Envases:** Se desarrollan envases biodegradables y reutilizables para reducir el impacto ambiental.
- **Redistribución de Excedentes de Alimentos:** Los alimentos que no se venden, pero aún son aptos para el consumo se redistribuyen a través de bancos de alimentos y organizaciones benéficas. Esta práctica no solo reduce el desperdicio, sino que también ayuda a combatir el hambre y la inseguridad alimentaria.

5.1.7 Cadena de suministro

La cadena de suministro es la coordinación e integración de todas las actividades asociadas al movimiento de bienes, desde la materia prima hasta el usuario final, para crear una ventaja competitiva sustentable. Esto incluye la administración de sistemas de información, fuentes, programación de la producción, procesamiento de pedidos,

dirección del inventario, transporte, almacenamiento y servicio al cliente. (Roldán, 2017)

Es importante conocer los principales actores que participan en la cadena de suministro:

- Proveedor: persona o empresa que abastece de algunos artículos necesarios, como insumos y materias primas requeridas para la producción de un bien, de forma periódica y que debe cumplir con la calidad del producto y entrega oportuna.
- Fabricante: persona o empresa que fabrica productos, por medio de una transformación de insumos y materia prima.
- Transportistas: son los encargados de las operaciones de transporte y que la materia prima o producto terminado llegue a los clientes.
- Distribuidor: se encarga de distribuir el producto terminado en los puntos de venta del consumidor final.
- Detallista: es la persona que vende al por menor a través de un punto de venta, a los consumidores finales.

En la cadena de suministro se llevan a cabo tres macro procesos:

- Administración de la relación con el cliente (ARC): todos los procesos que se centran en la interacción de la compañía con sus clientes. Se encarga de obtener y administrar las fuentes de suministro de bienes y servicios, incluye la evaluación y selección de proveedores y negociación de los términos de suministro.
- Administración de la cadena de suministro interna (ACSI): todos los procesos internos de la empresa. Se encarga de satisfacer la demanda generada de manera oportuna y al menor costo a través de la planeación de la capacidad interna de producción, almacenamiento y surtido de los pedidos reales.

- Administración de la relación con el proveedor (ARP): todos los procesos que se centran en la interacción de la compañía con sus proveedores. Es el encargado de generar la demanda por parte del cliente, incluye procesos de marketing, fijación de precios, ventas y centro de atención telefónica de servicio al cliente.

5.1.8 Productividad

Para (Arias, 2016) Mejorar la productividad empresarial es una labor de una importancia destacada y que debe ser llevada a cabo a diario. Pero ¿qué es la productividad empresarial? Si se tiene que la productividad es la relación entre una actividad productiva y aquellos medios necesarios para esta producción, este término aplicado a la empresa corresponde al resultado de las acciones que son realizadas para alcanzar objetivos en una empresa.

Pero estos objetivos deben ser alcanzados en un buen ambiente laboral, así como teniendo en cuenta la relación entre los recursos que invierten para el alcance de los objetivos y el resultado de estos. No hay que olvidar que el aumento de la productividad es la solución empresarial con más relevancia para la obtención del crecimiento y las ganancias.

La clave para mejorarla, está en la aplicación de una buena gestión empresarial; aquella que es capaz de englobar un conjunto de técnicas aplicables al conjunto de una empresa enfocadas a trabajar de una forma más eficiente. Su gran objetivo debe mejorar sus índices de productividad, la sostenibilidad y la competitividad, para garantizar la viabilidad de dicha empresa.

Así mismo, es importante saber que la productividad es un indicador crucial que se pasa por alto en muchas ocasiones y que necesita ser medida de una manera objetiva y rigurosa.

5.1.9 Eficiencia global de equipos (OEE)

Según (Díaz-Contreras, 2020), el indicador OEE es un método de medición de la efectividad productiva con un resultado porcentual y que integra datos tales como la disponibilidad del equipamiento, el rendimiento y la tasa de calidad que se logra donde la explicación y cálculo de cada uno de sus componentes en una máquina que produce un único producto es:

- **Disponibilidad:**

Tiene en cuenta todos los eventos que detienen la producción planificada el tiempo suficiente como para que tenga sentido rastrear una razón para la parada (generalmente varios minutos).

- **Rendimiento:**

Tiene en cuenta cualquier cosa que haga que el proceso de fabricación funcione a una velocidad menor que la máxima posible cuando está en funcionamiento (incluyendo tanto Ciclos Lentos como Pequeñas Paradas).

- **Calidad:**

Tiene en cuenta las partes fabricadas que no cumplen con los estándares de calidad, incluyendo las partes que necesitan retrabajo. La Calidad OEE mide el Rendimiento al Primer Paso, en el sentido de que define las Partes Buenas como las partes que pasan exitosamente a través del proceso de fabricación la primera vez sin necesidad de ningún retrabajo.

5.2 Estado del arte

“Mejora Continua en una empresa en México: estudio desde el ciclo Deming” Montesinos González, Salvador; Vázquez Cid de León, Carlos; Maya Espinoza, Ivonne; Gracida Gracida, Enrique Baruc Revista Venezolana de Gerencia, vol. 25, núm. 92, 2020.

El objetivo de la presente investigación es analizar los resultados de la aplicación del Ciclo Deming de Mejora Continua en el área de inventarios de una planta de almacenamiento y distribución de gas L.P. en México. Se utiliza la metodología Planear, Hacer, Verificar y Actuar desarrollada por Deming. Lo anterior se complementó con el análisis de diferentes herramientas básicas de mejora continua como: lluvia de ideas; diagramas causa-efecto; hojas de verificación; Pareto; graficas de barras, fortalezas y debilidades. Después de analizar el ciclo y de su aplicación en la empresa, se obtuvo como resultado una mejora continua en el rendimiento del área de almacenamiento e inventarios, ya que subió de un valor inicial del 2.64% en 2016, a un 3.09% en 2017 y a un 4.04% en 2018. Lo que hace concluir que la aplicación de la Mejora Continua según el ciclo Deming en el área de inventarios, potenció significativamente su rendimiento, por lo que puede ser aplicada en otras plantas y bodegas de la misma empresa, así como en otro tipo de negocios (Montesinos González , Vázquez cid de León, & Maya Espinoza , 2020).

“Medición de eficiencia de los procesos de recibo y desgrane en maíz para la planta de semillas de Zamorano”: Génesis Daniela Vargas Toscano, Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano Honduras, 2017.

La investigación se desarrolló con el propósito de evaluar la eficiencia de los procesos de recibo y desgrane en una planta de semillas de maíz, identificando oportunidades de mejora en el desempeño operativo. En el área de recibo se aplicó un estudio de tiempos y movimientos para determinar el tiempo estándar de las actividades, mientras que en el área de desgrane se utilizó el método OEE (Overall Effectiveness Equipment) para medir la eficiencia de la maquinaria. Los resultados obtenidos indicaron que el

proceso de recibo presenta un 21,13 % de tiempo improductivo, mientras que el OEE general de la máquina de desgrane fue de 65 %, considerado de nivel regular según los estándares industriales. Este estudio demuestra la utilidad de combinar técnicas de medición de trabajo y de desempeño de equipos para diagnosticar áreas críticas y proponer acciones orientadas a la mejora continua de la productividad en plantas agroindustriales (Vargas Toscano, 2017).

“Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresas del Distrito Metropolitano de Quito”: Un estudio exploratorio Karla Alvarado Ramírez, Víctor Pumisacho Álvaro Intangible Capital 2017.

Objeto: El propósito de este artículo es evaluar la práctica de mejora continua en medianas y grandes empresas de manufactura y servicios del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ); examinar los beneficios y dificultades en el sostenimiento de la mejora continua; y, estudiar la participación de los diferentes niveles jerárquicos organizacionales en la práctica de mejora continua. Diseño/metodología/enfoque: Se condujo un estudio exploratorio. Se seleccionaron medianas y grandes empresas de servicios y de manufactura del DMQ. Los métodos cualitativos utilizados para obtener los datos fueron: observación directa, análisis documental y entrevistas a profundidad semi-estructuradas. Aportaciones y resultados: Los resultados muestran una preferencia por el uso de técnicas más sencillas para identificar y solucionar problemas como las siete herramientas básicas de calidad. Dentro de este artículo se describen a detalle los elementos potenciadores y las barreras que se presentan en el mantenimiento de la mejora continua (Alvarado Ramírez & Pumisacho Álvaro, 2017).

Aplicación de Métricas OEE para la Mejora de la Productividad en Industria Cárnica” Luis Enrique Jurado-Moreira, Ciaddy Gina Rodríguez-Borges y Fe Esperanza Vivas-Vivas, Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo, Ecuador, 2025.

La investigación tuvo como propósito evaluar la eficiencia de los procesos productivos en una planta de embutidos cárnicos ecuatoriana, aplicando la métrica OEE como

herramienta principal para el diagnóstico y mejora de la productividad. El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo y descriptivo, recolectando datos en tiempo real durante diez días de producción en las etapas de troceado, molido, homogeneizado, embutido y atado. Los resultados mostraron que ninguna de las maquinarias evaluadas superó un OEE del 60 %, situándose por debajo del nivel óptimo (≥ 85 %) establecido por los estándares de clase mundial. Las principales causas de ineficiencia se relacionaron con deficiencias en la disponibilidad y el rendimiento de los equipos, falta de mantenimiento preventivo, sobrecalentamiento de las máquinas y baja automatización. El análisis permitió identificar oportunidades de mejora en la calibración de equipos, la estandarización de procesos y la capacitación del personal. Los autores concluyen que la implementación de la métrica OEE, complementada con herramientas de la Industria 4.0, resulta esencial para optimizar la eficiencia operativa, reducir tiempos improductivos y fortalecer la sostenibilidad del sector cárnico. Este estudio evidencia la relevancia del uso de indicadores cuantitativos de desempeño como base para la toma de decisiones estratégicas orientadas a la mejora continua en plantas agroindustriales. (Jurado Moreira , Rodríguez Borges , & Vivas Vivas, 2025)

“Incremento del net promoter score a través de la gestión por procesos: estudio de caso en el retail de uniformes médicos”: Gustavo Armando Ibañez Rodríguez 2024

Este estudio busca mejorar la satisfacción del cliente en el sector de uniformes médicos mediante la implementación de la gestión por procesos, centrándose en el net promoter score (NPS). Para ello, durante ocho meses, se aplicó el método planificar-hacer-verificar-actuar (PHVA) para evaluar su impacto en dicho sector a través de encuestas a una muestra de 378 clientes. Se utilizó el enfoque metodológico mixto, el cual combina datos cuantitativos y cualitativos para evaluar la influencia de la gestión por procesos en la satisfacción de los clientes. Los resultados son respaldados por análisis estadísticos que subrayan la necesidad de una gestión por procesos efectiva para potenciar la mejora continua de la satisfacción del cliente, especialmente en el dinámico entorno del retail. Este estudio ayuda a cerrar la brecha en la correlación

entre la gestión por procesos y mejoras tangibles en el NPS en el contexto del retail, ya que destaca su relevancia en un escenario pos pandémico, donde las expectativas y competencia exigen prácticas comerciales optimizadas. (Armando, 2024)

“Aplicación del indicador de eficiencia de equipos OEE, para el área de inyección como una forma de optimizar los procesos y recursos en la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS” Camila Andrea Cano Betancurt, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD, Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, Ingeniería Industrial, Colombia, 2023

La investigación se desarrolló con el propósito de implementar y analizar el indicador de eficiencia global de los equipos en el área de inyección de la planta productiva de la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS (Estrella, Antioquia), dedicada a la fabricación de productos plásticos para el sector eléctrico de la construcción. En el área de inyección se realizó un diagnóstico de la situación actual, identificándose altos tiempos de paro, elevado porcentaje de unidades no conformes, ciclos de producción fuera del estándar y frecuentes daños a moldes y máquinas. Se recopiló información mediante formatos de producción diligenciados por operarios, se creó una base de datos en Excel y se aplicaron las fórmulas del OEE ($\text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$) para medir los tres componentes fundamentales del indicador. El estudio concluye que la aplicación del indicador OEE permitió diagnosticar con precisión los principales cuellos de botella en el área de inyección, facilitar la toma de decisiones informadas y promover una mejora continua en los procesos productivos y de mantenimiento de la planta. Se recomienda, además, la automatización del reporte de datos mediante dispositivos digitales (tablet/cuestionario en línea) y la asignación de responsabilidades específicas por área (producción, calidad, mantenimiento) para mejorar la eficacia del seguimiento y control (Cano Betancurt, 2023).

“Mejora continua de un posgrado en México aplicando el QFD DYNA”; Montesinos-González, Salvador vol. 89, núm. 222, Esp, 2022.

El objetivo de la presente investigación se centra en desarrollar el Despliegue de la Función de Calidad (QFD, por sus siglas en inglés) como metodología de mejora continua a un programa de posgrado que se imparte en una Institución de Educación Superior (IES) en México, desde un enfoque de gestión de calidad educativa, que tiene fundamento en la satisfacción de las necesidades y requerimientos de todos los actores involucrados del programa, con el fin de mejorar la calidad del servicio que se ofrece desde el punto de vista educativo. Se identificaron áreas de oportunidad, para la toma de decisiones adecuada y oportuna por parte de las autoridades correspondientes, generándose como resultado un modelo de mejora holístico e integral propuesto al caso de estudio que se podrá utilizar en otros modelos educativos similares (Salvador, 2022).

“Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing en pymes fabricantes de piezas metálicas”: Canahua Apaza, Nohemy vol. 24, núm. 1, Perú, 2021

La investigación se desarrolló con el propósito de demostrar la factibilidad de aplicar la metodología combinada TPM (Mantenimiento Productivo Total) – Lean Manufacturing en empresas pequeñas y medianas del sector metalmecánico, con el fin de mejorar la eficiencia global de sus equipos (OEE). Los resultados mostraron que, tras la implementación, se logró un incremento significativo en el indicador OEE, evidenciando mejoras en la disponibilidad, el rendimiento y la calidad de los equipos. Asimismo, se identificaron las principales causas de ineficiencia como paros no planificados, ausencias de mantenimiento preventivo y falta de estandarización y se propusieron acciones correctivas de bajo costo orientadas a la mejora continua. El autor concluye que la metodología TPM-Lean es viable para pymes del sector metalmecánico y puede servir como un marco efectivo para diagnosticar y mejorar sus procesos productivos, impulsando la eficiencia operativa y la competitividad. Asimismo, se recomienda integrar la medición sistemática del OEE, el liderazgo

operativo y la cultura de mejora continua como pilares fundamentales para sostener los avances obtenidos (Canahua Apaza, 2021)

“Implementación da metodología Seis Sigma para mejoría de procesos utilizando o ciclo DMAIC: un estudio de caso em una industria automotiva”:
Luana Carla Silva, Maria Celia Oliveira, Fernando Aparecido Silva Exacta 2017.

A globalización dos mercados mundiales provocaron modificaciones profundas las organizadoras, creando desafíos como a redujo de costos e mejores índices de cualidades para mantear a competitividad. Por ese motivo, cada vez más as empresas buscan mejor de gesto que les permitan reducir costos, mejorar a cualidades de satisfacción dos clientes. O Seis Sigma é una estrategia gerencial e altamente cuantitativa, que ten como objetivo aumentar a performance en la empresa, porque o da mejora da cualidades de productos e procesos e do aumento da satisfacción de clientes. Este artigo, así desenvuelto un estudio de caso utilizando conceptos de Seis Sigma con o propósito de mejoría da cualidad e redujo de costos. (Silva, Oliveira, & Aparecido Silva , 2017; Silva, Oliveira, & Aparecido Silva , 2017)

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se utilizaron diversos materiales, métodos, variables y procedimientos, los cuales se describen en el apartado correspondiente. El estudio se realizó bajo un enfoque mixto, ya que se integró información cualitativa y cuantitativa para el análisis de los procesos productivos. Asimismo, se aplicó una investigación de tipo aplicada, descriptiva y propositiva, con un enfoque principalmente cuantitativo, debido a que se utilizaron registros de producción y herramientas de mejora continua, como el ciclo PDCA, con el fin de identificar problemáticas, analizar sus causas y proponer soluciones orientadas a la optimización de los procesos en la empresa La Costeña planta Sinaloa.

6.1 Materiales

- Equipo de cómputo (Laptop)
- Parquetería Office (Word, Power Point, Excel y Visio, Minitab)
- Equipo de medición de tiempos (registro de los días de duración de las partidas).
- Equipo de medición (Cronómetros).
- Formatos para la recolección de datos.

6.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación se planteó bajo un enfoque mixto, de tipo aplicada, con alcance descriptivo y analítico. Dicho estudio abarcó todas las operaciones involucradas en el proceso de desgranado de maíz amarillo, permitiendo identificar los principales problemas presentes en las distintas fases del proceso. Se llevó a cabo la metodología PDCA, en la etapa de desgranado de maíz amarillo, examinando la manera en que se desarrollaba el procedimiento y los instrumentos empleados para su ejecución. De igual manera, se evaluaron diversos criterios clave dentro del proceso, tales como la caracterización de la materia prima.

Para la recopilación y análisis de los datos, se utilizaron métodos cualitativos y cuantitativos, los cuales permitieron obtener información precisa sobre las condiciones del proceso productivo, facilitando la identificación de oportunidades de mejora y optimización en cada una de las fases estudiadas.

6.3 Variables

Las variables que se consideran para el estudio:

- Medición de tiempo muerto: Registro de tiempo muerto de las maquinas desgranadoras.
- Número de piezas desgranadas: Registro de piezas desgranadas durante la muestra.
- Número de piezas deshojadas durante la muestra.

6.4 Población y muestra

- Operadores
- Afanistas
- Gerente de producción
- Encargado del área de desgranado #1
- Supervisor
- Personal de mantenimiento.

6.5 Instrumentos

Se utilizaron los siguientes instrumentos para la recolección y análisis de datos:

- Observación directa: Para registrar tiempos en producción y comportamientos de las maquinas.

- Programas de Microsoft Office: Para el procesamiento y análisis de la información recolectada.
- Diagramas de flujo: Para visualizar los procesos de producción.

6.6 Métodos

Para la aplicación de la metodología PDCA fue necesario iniciar con la identificación y análisis de las etapas del proceso de producción de maíz amarillo, con el objetivo de implementar acciones de mejora continua en el desempeño de las máquinas desgranadoras y reducir los tiempos muertos en la línea de producción.

Con el fin de conocer el proceso de producción, se realizó un recorrido por las instalaciones de la empresa, lo que permitió identificar la distribución de las áreas, las actividades realizadas en cada una de ellas y las condiciones operativas de las máquinas. A través de la técnica de observación directa, se reconocieron los procesos críticos, las áreas involucradas y los principales problemas presentes en la línea de desgranado, así como el entorno donde se aplica el proyecto.

6.6.1 Metodología PDCA: Fase 1 (Planear)

La primera fase consistió en la identificación y análisis del problema presente en la línea de producción de maíz amarillo, específicamente en las máquinas desgranadoras, donde se detectaron tiempos muertos elevados que afectaban la productividad del proceso. Mediante la realización de un diagrama de flujo se logró visualizar de manera ordenada cada una de las actividades que conforman el proceso de desgranado, desde la recepción del elote hasta la obtención del producto final. Además, se ejecutó un diagrama de Ishikawa con el propósito de identificar y analizar las posibles causas del problema, considerando factores como maquinaria, métodos, mano de obra, materiales, entorno y medición.

Con la información recopilada a través de la utilización de estas herramientas se identificaron diversos problemas relacionados con el proceso de producción de maíz amarillo, así como las principales causas que los generan. Entre los criterios más

relevantes, se detectaron deficiencias en la coordinación operativa entre las distintas etapas del proceso, lo que dificulta el abastecimiento continuo del material hacia las máquinas desgranadoras y provoca interrupciones en la línea de producción. Como consecuencia de esta falta de coordinación, se presentan periodos de inactividad en las máquinas, generando tiempos muertos, acumulación de producto en ciertas áreas y, en algunos casos, necesidad de retrabajo del material. Asimismo, se identificaron desperdicios asociados a errores operativos, reprocesos y fallas en la comunicación entre el personal involucrado, lo que impacta negativamente en la eficiencia del proceso productivo.

Estos hallazgos resultan de gran importancia, ya que permitieron definir con mayor claridad el enfoque del proyecto y orientar las acciones de mejora hacia la reducción de tiempos muertos, el mejor manejo de la maquinaria y la optimización de la coordinación entre áreas.

6.6.2 Metodología PDCA: Fase 2 (Hacer)

Con el propósito de identificar de manera efectiva las causas recurrentes de la falta de eficiencia en las maquinas desgranadoras de maíz amarillo, así como los factores aumentan el tiempo muerto, se tomó la decisión de implementar un estudio de tiempos y movimientos, mediante un muestreo diario por máquina, utilizando un formato de registro estandarizado. Dicho formato permitió recopilar datos generales de cada equipo, como número de máquina, marca, proceso (deshojado y desgranado), capacidad estándar, capacidad programada y tiempo muerto, véase en la tabla 1 y 2.

Tabla 1. Formato de recolección de datos de las máquinas desgranadoras

REPORTE POR JORNADA										
Fecha de muestreo: Tiempo planeado: Tiempo productivo: Tiempo Muerto (Paros): Motivos de paros: Tiempo muerto planeado										
REPORTE POR MÁQUINA										
DATOS PROVEEDOR		Datos Generales				Datos para determinar			Observaciones	
		Máquina N°	Marca	Proceso (Deshojado/Desgranado)	Capacidad estándar (Ton/hr)	Capacidad programada (Ton/h)	MUESTRA	Capacidad real (Kg)		Unidades defectuosas (Kg)
Hora de llegada:							1			
Hora de inicio de descarga:							2			
Hora de término de descarga:							3			
Tiempo de espera:							1			
Proveedor:							2			
Día de cosecha:							3			
Días de transporte:							1			
Peso Kg:							2			
Lote:							3			
							1			
							2			
							3			

Tabla 2. Formato de recolección de datos de las maquinas deshojadoras

REPORTE POR JORNADA										
Fecha de muestreo: Tiempo planeado: Tiempo productivo: Tiempo Muerto (Paros): Motivos de paros: Tiempo muerto planeado										
REPORTE POR MÁQUINA										
DATOS PROVEEDOR		Datos Generales				Tiempo Muerto (paros) Segundos	Datos para determinar			Observaciones
		Máquina N°	Marca	Proceso (Deshojado/Desgranado)	Capacidad estándar (pz/min)		Capacidad programada (pz/min)	MUESTRA	Capacidad real (pz)	
Hora de llegada:							1			
Hora de inicio de descarga:							2			
Hora de término de descarga:							3			
Tiempo de espera:							1			
Proveedor:							2			
Día de cosecha:							3			
Días de transporte:							1			
Peso Kg:							2			
Lote:							3			
							1			
							2			
							3			

Se realizó un muestro en las máquinas del área de desgranado de maíz amarillo. Durante 6 semanas se realizó un muestreo de las 32 máquinas que conforman el proceso de desgranado de maíz amarillo de las cuales 4 son deshojadoras y 28 desgranadoras, mismo que se realizó de la siguiente manera: en el caso de las desgranadoras diario se tomaban 3 muestras de cada máquina, donde cada muestra se realizaba de 1 minuto, durante el cual también se median los tiempos nuestros y las causas de los tiempos muertos. Y en el caso de las deshojadoras se

tomaban 3 muestras de 1 minuto cada, pero en las deshojadoras recolectábamos todo el elote que la maquina arrojaba en ese minuto en un bins, de ahí se llevaba al área de la hojalata a pesar, luego lo clasificábamos en un bins echábamos todo el elote que estaba deshojado y en otro bins el elote que no se deshojo de manera correcta y se volvía a pesar. El muestreo de las deshojadoras la unidad de medida es en kilogramos y en las desgranadoras en piezas. Esto con el propósito de calcular la eficiencia de la maquinaria.

Esta iniciativa busca mejorar la eficiencia de las máquinas, permitiendo un seguimiento más preciso de los procesos y facilitando la detección oportuna de problemas.

Durante esta fase se identificó que la operación se realizaba principalmente bajo prácticas empíricas, caracterizadas por la presencia de movimientos innecesarios del personal, desorden en el área de trabajo y un uso ineficiente de la maquinaria, factores que contribuían directamente al incremento de los tiempos muertos y a la disminución del rendimiento productivo. Asimismo, se registraron datos específicos para el análisis del desempeño, tales como capacidad real, unidades defectuosas, producción total y observaciones relevantes, lo que facilitó la identificación de ineficiencias en la operación, paros no programados y pérdidas de productividad.

6.6.3 Metodología PDCA: Fase 3 (Verificar)

Se efectuó una evaluación del desempeño del proceso productivo, ya que anteriormente no se contaba con un seguimiento sistemático ni con una comparación formal de los resultados obtenidos. Esta falta de control impedía identificar con precisión el comportamiento de las máquinas y el impacto real de los tiempos muertos en la productividad.

Para dar solución a esta problemática, se implementaron hojas de control, las cuales permitieron registrar y dar seguimiento continuo a las principales variables del proceso, como producción total, capacidad real, unidades defectuosas y tiempos muertos por máquina. Estas herramientas facilitaron la detección de variaciones,

fallas recurrentes y tendencias en el desempeño operativo. De igual manera, se elaboraron gráficos comparativos, con el objetivo de contrastar los resultados obtenidos entre diferentes máquinas, turnos y periodos de tiempo. Estos gráficos permitieron visualizar de manera clara las diferencias en eficiencia, identificar equipos con mayor incidencia de paros y evaluar el cumplimiento de las capacidades programadas.

6.6.4 Metodología PDCA: Fase 4 (Actuar)

En la última etapa se desarrollaron e implementaron acciones orientadas a asegurar la mejora continua del proceso, ya que previamente las mejoras realizadas no se documentaban ni se garantizaba su continuidad en el tiempo. Esta situación provocaba que los avances logrados no se mantuvieran de manera sostenida y que los problemas reaparecieran con el paso del tiempo.

Se implementó la estandarización de los procedimientos, mediante la documentación de las actividades clave, el uso de formatos de control y la definición de lineamientos operativos, con el fin de asegurar que las mejoras implementadas se mantuvieran en el tiempo y sirvieran como base para futuros ciclos de mejora continua dentro de la empresa.

Se propuso llevarle un seguimiento a los formatos de control, acompañado de una capacitación adecuada sobre su uso. Esta capacitación debía resaltar la importancia de los formatos y sugerir modificaciones en los porcentajes para optimizar los procesos. Además, se recomendó brindarles una capacitación a los operadores sobre el uso correcto de las máquinas y seguridad e higiene, con el objetivo de que las maquinas sean usadas de manera correcta y disminuyan los tiempos muertos, los movimientos innecesarios y evitar los accidentes por falta de capacitación. Del mismo modo se sugirió mejorar el suministro de materia prima, implementando un sistema de alimentación continua para asegurar un flujo constante hacia los trenes. También coordinar mejor la logística entre las áreas de

recepción y producción, evitando interrupciones por falta de producto. Además, evaluar la instalación de tolvas de almacenamiento intermedio o bandas transportadoras con sensores de nivel para detectar vacíos.

6.7 PROCEDIMIENTO

Como primera instancia, fue necesario iniciar con la identificación y análisis de las etapas del proceso de producción de maíz amarillo, derivado que la investigación está enfocada en mejorar la eficiencia y sostenibilidad del proceso. Para conocer el proceso de producción, se llevó a cabo un recorrido por las instalaciones de la empresa. Se conoció la empresa, cómo está distribuida, cuáles son las áreas, y con base a la técnica de observación, se reconocieron los procesos, áreas y problemas principales en la línea de producción y cómo es el área donde se aplica la investigación. Para conocer de manera detallada el proceso, se elaboró un diagrama de flujo, desde que llega la materia prima a la nave de desgranado #1, su proceso de desgranado, hasta que el grano del elote es transportado a la nave de envasado.

Dado que ya se conoció el proceso se desarrolla un diagrama de Ishikawa para identificar las causas por las cuales las maquinas desgranadoras tienen baja eficiencia. En este diagrama se analizaron todos los factores que influyen en la ineficiencia de las maquinas, este está dividido en seis apartados que son método, máquina, materiales, medición, mano de obra y medio ambiente.

Posteriormente se realizó un muestreo de las máquinas de la nave de desgranado #1, el área está compuesta por un tren que tiene cuatro maquinas deshojadoras, la primera es marca A&K y las otras tres son marca Hughes, además tiene cinco trenes más estos están formados por maquinas desgranadoras, tres de ellos son marca Hughes que van de la maquina #1 hasta #22, el cuarto tren es marca A&K y va de la máquina #23 a #29 y el último tren es marca CCM este consta de solo de cuatro maquinas, este último tren no se muestrea debido a que está inhabilitado. Este muestreo consistio en tomar tres muestras diarias de cada máquina, en el caso de las desgranadoras cada muestra

es de 1 minuto y se registra los tiempos muertos, las piezas desgranadas y la causa del tiempo muerto. Respecto a las deshojadoras de igual forma la muestra es de 1 minuto, se registra los kilogramos de maíz deshojado que la maquina arroja durante la muestra, después se clasifica y se registra los kilogramos de maíz no deshojado.

En base a los resultados obtenidos anteriormente, se aplicó la herramienta de trabajo estandarizado, mediante la definición de la secuencia óptima de operaciones, el establecimiento de tiempos estándar y la asignación clara de responsabilidades para cada actividad del proceso.

Con la información recabada se utilizaron hojas de control para registrar, darle seguimiento y analizar el desempeño del proceso en el área de desgranado de maíz amarillo. Además, se implementaron gráficos comparativos para interpretar y comparar el desempeño del proceso. A partir de la información recopilada con las herramientas anteriores, se elaboró un OEE por cada tren para medir la eficiencia de cada maquina y saber la situación actual que tienen las máquinas. Estas herramientas permitieron verificar si las mejoras implementadas generan resultados positivos en la productividad y eficiencia operativa.

Adicionalmente, se ejecutó una capacitación específica en el uso adecuado de las máquinas desgranadoras, así como en temas de seguridad e higiene, con el objetivo de promover una operación segura, disminuir errores humanos, reducir tiempos muertos, eliminar movimientos innecesarios y prevenir accidentes laborales. Finalmente, se propuso la mejora del suministro de materia prima, mediante la implementación de un sistema de alimentación continua que asegure un flujo constante hacia los trenes de desgranado.

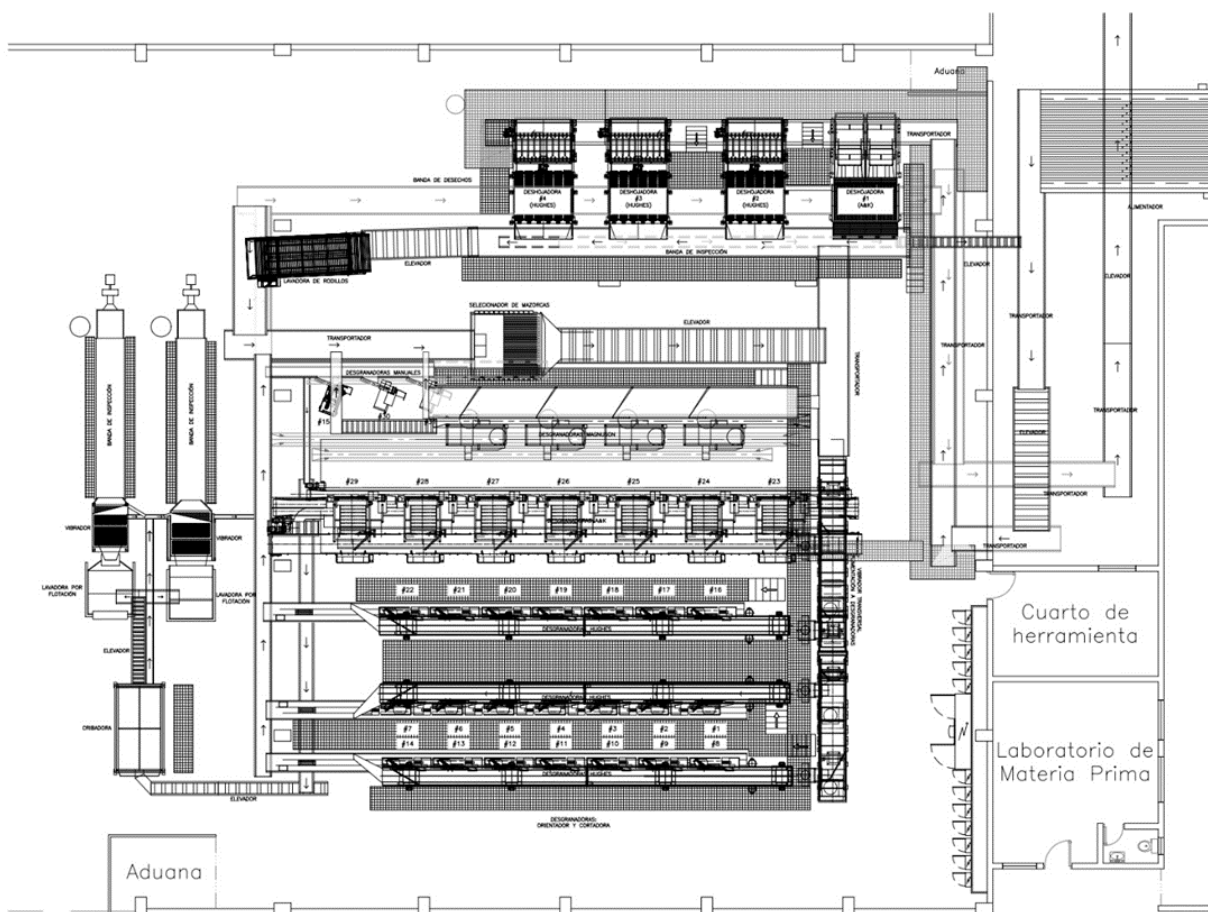
VII. ANÁLISIS DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

7.1 Resultados de la metodología PDCA

7.1.1 Resultados PDCA: Fase 1 (Planear)

Para conocer el proceso de producción, se realizó un recorrido por las instalaciones de la empresa. El proceso comienza desde la recepción de la materia prima, pasa por su proceso de desgranado y posteriormente es enviado mediante ductos a la nave de embazado.

Figura 3. Layout de la nave de desgranado



Respecto a lo observado en la empresa se determinó que en la producción de maíz amarillo presentaban más problemas. Se analizó el estado actual de la nave de desgranado de maíz. En la banda de retorno de las deshojadoras se identificaron

diversas problemáticas, principalmente la excesiva cantidad de elote que regresaba para su retrabajo. Este volumen elevado provocaba el desbordamiento del producto en la banda, generando ineficiencias operativas y posibles pérdidas. Se observa que no existen procedimientos estandarizados para el ajuste de las deshojadoras ni mantenimiento adecuado, lo que provoca variabilidad en la calidad del deshojado y mayor cantidad de producto retornado, reduciendo la eficiencia global del sistema, véase en la figura 4.

Figura 4. Banda de retorno de máquinas deshojadoras



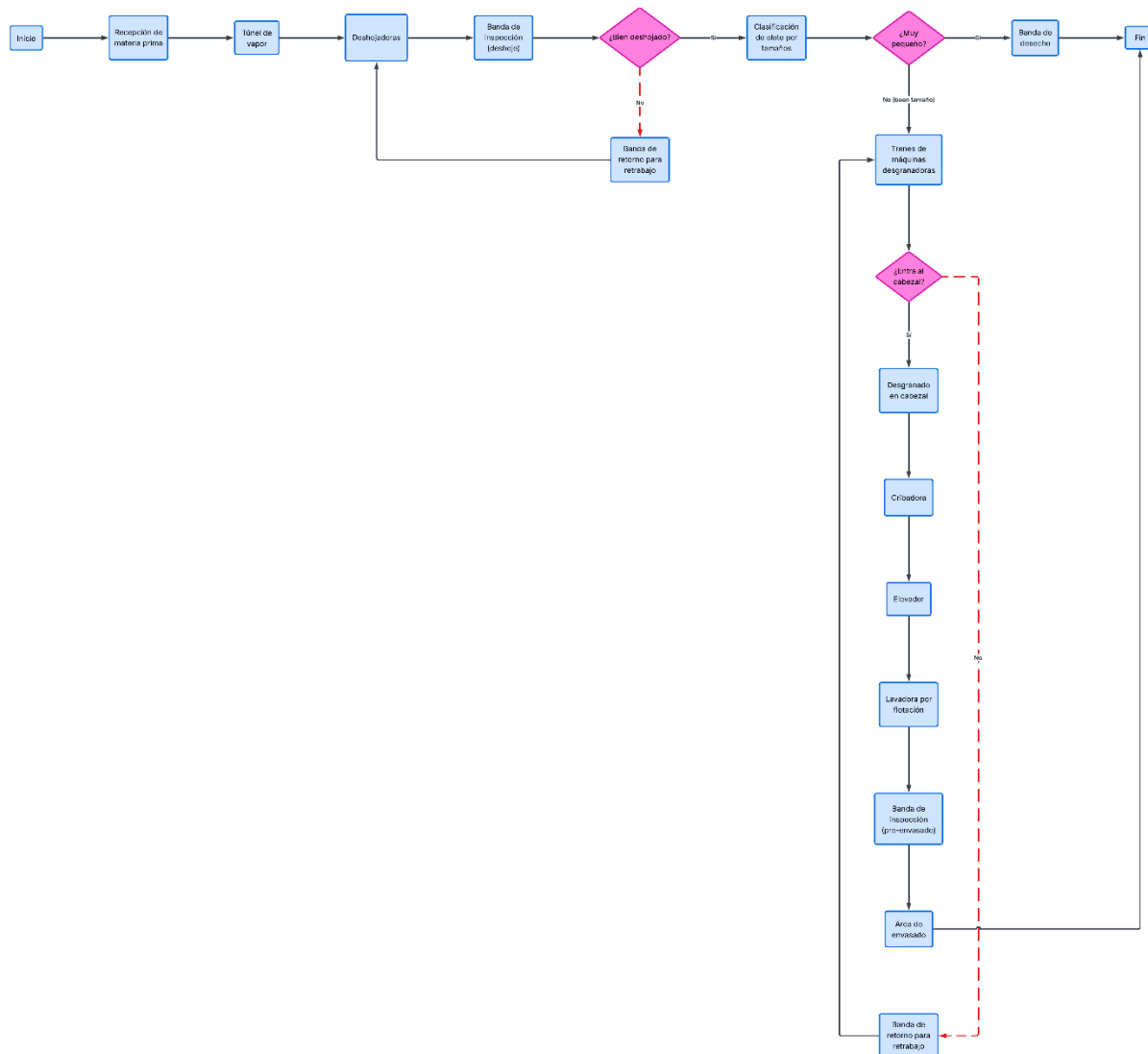
Por otro lado, las desgranadoras sufren paros recurrentes ocasionados por fallas mecánicas menores, atascos de material y falta de suministro continuo de materia prima. Estas interrupciones impiden que las máquinas operen de manera estable y dentro de su capacidad estándar. Además, se detectó un uso ineficiente de la maquinaria, ya que los operarios realizan ajustes empíricos y no cuentan con lineamientos claros para la operación, lo que genera errores, retrabajos y desgaste prematuro de los equipos. De igual forma, se observa la ausencia de un programa formal de mantenimiento preventivo, lo que ocasiona que las intervenciones se

realicen de manera correctiva, incrementando los tiempos muertos y disminuyendo la confiabilidad del proceso productivo.

Ante esta situación, se decidió realizar un análisis detallado de las máquinas con el fin de identificar la causa raíz del problema y establecer acciones correctivas que permitieran controlarlo y mejorar el desempeño del proceso.

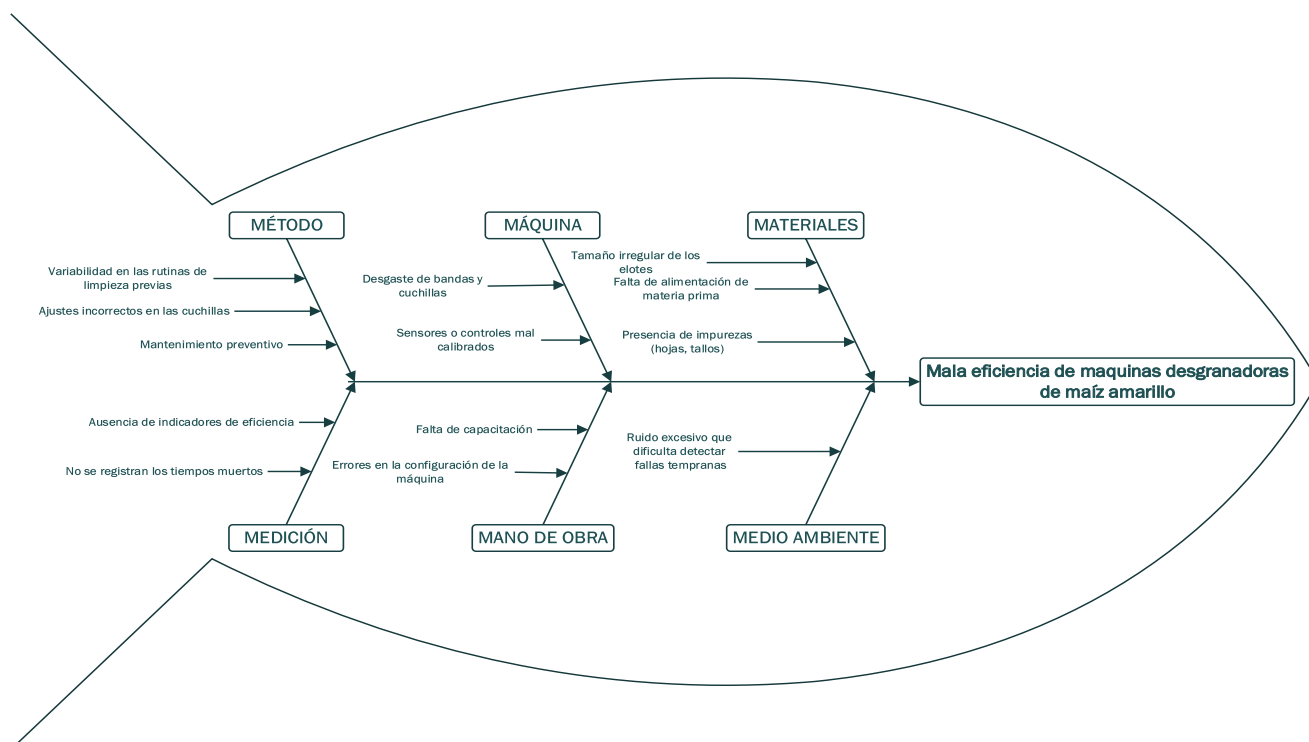
El diagrama de flujo permitió identificar cuellos de botella, retrasos, acumulaciones de material y puntos críticos del proceso, así como reconocer las etapas donde se generan tiempos muertos y movimientos innecesarios. Del mismo modo, permitió establecer una base sólida para el análisis del proceso, sirviendo como punto de partida para la identificación de oportunidades de mejora, véase en la figura 5.

Figura 5. Diagrama de flujo del proceso en el área de desgranado



En el diagrama de Ishikawa (Causa-efecto), se percibió que la mala eficiencia de las máquinas desgranadoras de maíz amarillo es consecuencia de diversos factores interrelacionados, principalmente por deficiencias en el método de trabajo, la falta de mantenimiento y calibración de la maquinaria, problemas en la calidad y alimentación de la materia prima, así como carencias en la capacitación y control de desempeño del personal. Para disminuir las interrupciones y aumentar la eficiencia del proceso, es fundamental adoptar una estrategia completa que abarque optimizaciones técnicas, de operación y de personal.

Figura 6. Diagrama de flujo del proceso en el área de desgranado



Se detectó que todos los trenes de las máquinas desgranadoras tienen el mismo problema, por lo que dicha problemática se concentra y representa en un único diagrama de Ishikawa.

7.1.2 Resultados PDCA: Fase 2 (Hacer)

A partir de la aplicación del estudio de tiempos y movimientos en el área de desgranado de maíz amarillo, se obtuvo información cuantitativa que permitió evaluar de manera objetiva el desempeño real de las máquinas desgranadoras y deshojadoras. A partir del muestreo diario realizado durante seis semanas, se logró identificar el comportamiento operativo de las 32 máquinas que conforman el proceso, evidenciando variaciones significativas entre la capacidad estándar y la capacidad real de producción.

Los resultados mostraron que una parte considerable del tiempo de operación se pierde en tiempos muertos, ocasionados principalmente por paros no programados, ajustes manuales frecuentes, atascamiento de materia prima y deficiencias en el abastecimiento de materia prima. Estos factores limitan el aprovechamiento de la capacidad instalada y reducen la eficiencia global del proceso.

Los datos obtenidos en el muestreo de las deshojadoras en kilogramos, permitieron identificar que una proporción relevante del elote no es deshojado correctamente, lo que incrementa el volumen de producto retornado para retrabajo y genera saturación en la banda de retorno. Esta situación confirma la problemática detectada en la Fase 1, relacionada con la falta de estandarización en los parámetros de operación y mantenimiento de las máquinas, véase en la tabla 3.

Tabla 3. Muestreo por jornada de las deshojadoras

REPORTE POR JORNADA										
		Fecha de muestreo:	Martes 09 de septiembre del 2025							
		Tiempo planeado:	8 hrs							
		Tiempo productivo:	7 hrs							
		Tiempo Muerto (Paros):	20.61667 minutos							
		Motivos de paros:	Falta de alimentación, entran atravesados los elotes, llegan con hoja los elotes							
		Tiempo muerto planeado	1 hr							
REPORTE POR MÁQUINA										
DATOS PROVEEDOR		Datos Generales					Datos para determinar			Observaciones
		Máquina N°	Marca	Proceso (Deshojado/Desgranado)	Capacidad estándar (Ton/hr)	Capacidad programada (Ton/h)	MUESTRA	Capacidad real (Kg)	Unidades defectuosas (Kg)	
Hora de llegada:	08/09/2025 - 14:00 hrs	1	A&K	Deshojado	16 - 18	16 - 18	1	112	13	Se atorán los elotes porque llegan parados a los rodillos
Hora de inicio de descarga:	07:50 hrs						2	136	13.33	
Hora de término de descarga:	09:50 hrs						3	137	14	
Tiempo de espera:	17:50 hrs	2	Hughes	Deshojado	12 - 16	12 - 16	1	59	4.33	
Proveedor:	Rene Guadalupe Galaviz						2	64	5.33	
Día de cosecha:	07/09/2025 - 15:00 hrs						3	69	6.66	
Días de transporte:	1 día	3	Hughes	Deshojado	12 - 16	12 - 16	1	120	17	
Peso Kg:	31630						2	115	19	
Lote:	1						3	116	18	
		4	Hughes	Deshojado	12 - 16	12 - 16	1	132	19.5	
							2	124	18	
							3	128	18.5	

En el caso de las desgranadoras, el registro en piezas evidenció pérdidas de productividad derivadas de paros frecuentes, variabilidad en la forma de operación por parte de los operarios y uso ineficiente de la maquinaria. Asimismo, se identificaron diferencias en el desempeño entre máquinas del mismo tipo, lo que refleja la ausencia de procedimientos estandarizados y de un control sistemático del proceso, véase en la tabla 4.

Tabla 4. Muestreo por jornada de las desgranadoras

REPORTE POR JORNADA										
		Fecha de muestreo:		Miércoles 17 de septiembre del 2025						
		Tiempo planeado:		8 hrs						
		Tiempo productivo:		7 hrs						
		Tiempo Muerto (Paros):		33.53 minutos						
		Motivos de paros:		Falta de alimentación, entran atravesados los elotes, llegan con hoja los elotes						
		Tiempo muerto planeado		1 hr						
REPORTE POR MÁQUINA										
DATOS PROVEEDOR		Datos Generales				Datos para determinar			Observaciones	
		Máquina N°	Marca	Proceso (Deshojado/Desgranado)	Capacidad estándar (pz/min)	Capacidad programada (pz/min)	Tiempo Muerto (paros) Segundos	MUESTRA		Capacidad real (pz)
Hora de llegada:	16/09/2025 - 16:00 hrs	1	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	27	1	22	Falta de alimentación
Hora de inicio de descarga:	09:35 hrs						35	2	14	Falta de alimentación
Hora de término de descarga:	11:05 hrs						32	3	19	Falta de alimentación
Tiempo de espera:	17:35 hrs	2	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	1			No funciona
Proveedor:	Productos del campo Neufeld						2			
Día de cosecha:	15/09/2025 - 17:00 hrs						3			
Días de transporte:	1 día	3	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	1	5		No funciona
Peso Kg:	37270						2			
Lote:	Tierras prietas						3			
		4	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	59	1	1	Falta de alimentación
							23	2	30	Falta de alimentación
							46	3	10	Falta de alimentación
		5	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	36	1	17	Entro atravesado el elote
							28	2	24	Entro atravesado el elote
							24	3	32	Entro atravesado el elote
		6	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	54	1	4	Falta de alimentación
							51	2	5	Falta de alimentación
							50	3	10	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
		7	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	42	1	18	Falta de alimentación
							42	2	19	Falta de alimentación
							55	3	5	Falta de alimentación
		8	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	38	1	16	Falta de alimentación
							32	2	24	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
							31	3	18	Falta de alimentación
		9	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	11	1	45	Entro atravesado el elote
							17	2	41	Falta de alimentación
							19	3	35	Entro atravesado el elote
		10	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	15	1	30	Falta de alimentación
							13	2	41	Falta de alimentación
							28	3	26	Falta de alimentación
		11	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	19	1	31	Falta de alimentación
								2		No le llegaba elote a la maquina
								3		
		12	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	57	1	3	Falta de alimentación
							23	2	26	Falta de alimentación
							8	3	43	Falta de alimentación
		13	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90		1		No funciona
								2		
								3		
		14	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	47	1	9	Falta de alimentación
							47	2	19	Entro atravesado el elote
							42	3	12	Falta de alimentación
		16	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	27	1	29	Entro atravesado el elote
							26	2	48	Falta de alimentación
							15	3	38	Falta de alimentación
		17	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	9	1	46	Falta de alimentación
							14	2	40	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
							11	3	47	Falta de alimentación
		18	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	35	1	23	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
							20	2	32	Falta de alimentación
							12	3	43	Falta de alimentación
		19	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	4	1	57	Entro atravesado el elote
							16	2	28	Entro atravesado el elote
							17	3	35	Falta de alimentación
		20	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	36	1	24	Falta de alimentación
							13	2	51	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
							17	3	40	Falta de alimentación
		21	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	22	1	26	Falta de alimentación
							35	2	26	Falta de alimentación
							22	3	27	Falta de alimentación
		22	Hughes	Desgranado	50 - 90	50 - 90	23	1	32	Falta de alimentación
							20	2	30	Falta de alimentación
							22	3	31	Falta de alimentación
		23	A&K	Desgranado	100 - 120	90	7	1	77	Entro atravesado el elote
							32	2	46	Falta de alimentación
							1	3	86	
		24	A&K	Desgranado	100 - 120	114	10	1	64	Entro atravesado el elote
							30	2	35	Falta de alimentación
							19	3	50	Entro atravesado el elote
		25	A&K	Desgranado	100 - 120	101	45	1	18	Falta de alimentación
							34	2	29	Entro atravesado el elote
							34	3	32	Falta de alimentación
		26	A&K	Desgranado	100 - 120	114	23	1	48	Falta de alimentación
							36	2	28	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
							23	3	38	Falta de alimentación
		27	A&K	Desgranado	100 - 120	101	40	1	22	Entro atravesado el elote
							32	2	31	Entro atravesado el elote
							32	3	29	Entro atravesado el elote
		28	A&K	Desgranado	100 - 120	109	33	1	35	Entro atravesado el elote
							18	2	39	Se atoro en la cortadora porque entro con hojas
							16	3	44	Falta de alimentación
		29	A&K	Desgranado	100 - 120	114	34	1	27	Entro atravesado el elote
							28	2	29	Entro atravesado el elote
							18	3	47	Entro atravesado el elote

Con la información recabada en el muestreo de las maquinas, se optó por realizar un análisis de los trenes. Este se realizó mediante un OEE (Eficacia General de los Equipos), evaluando el desempeño de cada tren, considerando los factores de disponibilidad, rendimiento y calidad.

El tren # 1 está conformado de las máquinas #8 a la #14 y son marca Hughes. Este tren presentó un OEE de 21%, siendo el valor más bajo de todos los trenes analizados. Este resultado evidencia un bajo aprovechamiento del equipo, principalmente asociado a altos tiempos muertos y paros no programados, lo que afecta directamente la disponibilidad. Asimismo, el bajo valor indica que, aun cuando se logra producir, el rendimiento del equipo se encuentra por debajo de su capacidad real, véase en la tabla 5.

Tabla 5. OEE tren #1

TREN #1																		
Máquina N°	Capacidad estándar (pz/min)	Capacidad programada (pz/min)	Tiempo muerto (paros en seg)	Muestra	Capacidad Real (pz/min)	Unidades defectuosas	Tiempo disponible	Tiempo planeado	Tiempo total	Tiempo productivo	Tiempo muerto	Disponibilidad	Capacidad productiva	Producción real (hr)	Eficiencia	Calidad	OEE	OEE
8	50	50	33.000	1	23	0	7	1	8	3.15	3.85	0.450	9450.000	4372.200	0.463	1	0.2082	21%
9	50	50	28.1578947	1	30	0	7	1	8	3.71	3.29	0.531	11144.737	6706.394	0.602	1	0.31935211	32%
10	50	50	27.61111111	1	29	0	7	1	8	3.78	3.22	0.540	11336.111	6558.150	0.579	1	0.31229287	31%
11	50	50	25.1272727	1	36	0	7	1	8	4.07	2.93	0.581	12205.455	8665.873	0.710	1	0.41266061	41%
12	50	50	24.2631579	1	37	0	7	1	8	4.17	2.83	0.596	12507.895	9299.729	0.744	1	0.44284426	44%
13	50	50	19.44444444	1	37	0	7	1	8	4.73	2.27	0.676	14194.444	10598.519	0.747	1	0.50469136	50%
14	50	50	30.452381	1	28	0	7	1	8	3.45	3.55	0.492	10341.667	5830.730	0.564	1	0.27765382	28%

El tren #2 se compone de las maquinas #1 a la #7 y son marca Hughes. Este tren de desgranadoras obtuvo un OEE que varía entre el 15% y 40% son muy bajos. La máquina 4 es la que tiene la eficiencia más baja con el 15% lo que indica que tiene tiempos muertos en gran cantidad. Su capacidad real está muy por debajo de su capacidad programada. El bajo OEE evidencia la necesidad de implementar acciones de mejora enfocadas en la reducción de paros, optimización del mantenimiento y estandarización de los métodos de trabajo para incrementar la productividad del tren, lo que convierte a este tren en el de mayor área de oportunidad de mejora dentro del proceso de desgranado de maíz amarillo, véase en la tabla 6.

Tabla 6. OEE tren #2

TREN #2																		
Máquina N°	Capacidad estándar (pz/min)	Capacidad programada (pz/min)	Tiempo muerto (paros en seg)	Muestra	Capacidad Real (pz/min)	Unidades defectuosas	Tiempo disponible	Tiempo planeado	Tiempo total	Tiempo productivo	Tiempo muerto	Disponibilidad	Capacidad productiva	Producción real (hr)	Eficiencia	Calidad	OEE	OEE
1	50	50	29.175	1	26	0	7	1	8	3.60	3.40	0.514	10788.750	5588.573	0.518	1	0.2661225	27%
2	50	50	26.6533333	1	32	0	7	1	8	3.89	3.11	0.556	11671.333	7531.900	0.645	1	0.35866193	36%
3	50	50	25.4545455	1	30	0	7	1	8	4.03	2.97	0.576	12090.909	7273.388	0.602	1	0.34635183	35%
4	50	50	36.8088235	1	20	0	7	1	8	2.71	4.29	0.387	8116.912	3320.772	0.409	1	0.15813199	16%
5	50	50	25.1025641	1	33	0	7	1	8	4.07	2.93	0.582	12214.103	8051.912	0.659	1	0.38342439	38%
6	50	50	23.8666667	1	32	0	7	1	8	4.22	2.78	0.602	12646.667	8039.064	0.636	1	0.38281259	38%
7	50	50	26.7166667	1	34	0	7	1	8	3.88	3.12	0.555	11649.167	7870.954	0.676	1	0.37480731	37%

El tren #3 está integrado por máquinas desgranadoras marca Hughes, de la máquina #16 a la #22. Este es el tren que tiene mejor desempeño, alcanzando un OEE del 87% en la maquina 19 lo que es una eficiencia buena. Sin embargo, las maquinas 21 y 22 tienen eficiencias bajas de 34% y 41% en las cuales el tiempo muerto influye mucho. En la situación analizada, el bajo nivel de eficiencia no se debe a fallas aisladas, sino a deficiencias generales en el proceso, tales como mantenimiento insuficiente, tiempos de ajuste prolongados o deficiencias en la programación de la producción, véase en la tabla 7.

Tabla 7. OEE tren #3

TREN #3																		
juina N°	Capacidad estándar (pz/min)	Capacidad programada (pz/min)	Tiempo muerto (paros en seg)	Muestra	Capacidad Real (pz/min)	Unidades defectuosas	Tiempo disponible	Tiempo planeado	Tiempo total	Tiempo productivo	Tiempo muerto	Disponibilidad	Capacidad productiva	Producción real (hr)	Eficiencia	Calidad	OEE	OEE
16	50	50	21.448	1	38	0	7	1	8	4.50	2.50	0.643	13493.103	10329.203	0.766	1	0.49186683	49%
17	50	50	12.4333333	1	49	0	7	1	8	5.55	1.45	0.793	16648.333	16463.352	0.989	1	0.78396914	78%
18	50	50	18.0322581	1	40	0	7	1	8	4.90	2.10	0.699	14688.710	11741.491	0.799	1	0.55911863	56%
19	50	50	12.5333333	1	53	0	7	1	8	5.54	1.46	0.791	16613.333	17703.168	1.066	1	0.843008	84%
20	50	50	12.5444444	1	55	0	7	1	8	5.54	1.46	0.791	16609.444	18226.097	1.097	1	0.86790938	87%
21	50	50	25.2747253	1	30	0	7	1	8	4.05	2.95	0.579	12153.846	7319.019	0.602	1	0.34852474	35%
22	50	50	23.8452381	1	33	0	7	1	8	4.22	2.78	0.603	12654.167	8430.085	0.666	1	0.40143263	40%

El tren #4 se encuentra compuesto por maquinas desgranadoras marca A&K, a este tipo de maquina se le puede medir la velocidad, va de la maquina #23 a la #29. Es el tren que presenta la menor eficiencia global dentro del proceso de desgranado, con valores de OEE que oscilan entre 13% y 48%, lo que evidencia un desempeño deficiente en la mayoría de sus equipos. Las máquinas 23 y 24 son las que muestran un desempeño relativamente mejor, con valores de OEE de 48% y 36% respectivamente, considerados como niveles moderados en comparación con el resto del tren. Sin embargo, a partir de la máquina 25 se observa una disminución progresiva

y sostenida en la eficiencia, alcanzando valores de OEE de 24%, 23%, 25%, 26% y hasta 13% en la máquina 29, lo que confirma una pérdida importante de desempeño operativo. Una de las principales causas identificadas de los altos tiempos muertos en el Tren #4 es el insuficiente abastecimiento de materia prima a las máquinas, lo que genera paros frecuentes durante la operación. Esta situación afecta directamente la disponibilidad del equipo, véase en la tabla 8.

Tabla 8. OEE tren #4

TREN #4																		
Máquina N°	Capacidad estándar (pz/min)	Capacidad programada (pz/min)	Tiempo muerto (paros en seg)	Muestra	Capacidad Real (pz/min)	Unidades defectuosas	Tiempo disponible	Tiempo planeado	Tiempo total	Tiempo productivo	Tiempo muerto	Disponibilidad	Capacidad productiva	Producción real (hr)	Eficiencia	Calidad	OEE	OEE
23	100	98	14.871	1	64	0	7	1	8	5.27	1.73	0.752	31590.323	20244.981	0.641	1	0.48202336	48%
24	100	110	19.8333333	1	53	0	7	1	8	4.69	2.31	0.669	28116.667	14923.702	0.531	1	0.35532623	36%
25	100	114	26.0444444	1	42	0	7	1	8	3.96	3.04	0.566	23768.889	9996.138	0.421	1	0.23800329	24%
26	100	111	25.3655914	1	41	0	7	1	8	4.04	2.96	0.577	24244.086	9864.475	0.407	1	0.23486846	23%
27	100	112	26.2043011	1	44	0	7	1	8	3.94	3.06	0.563	23656.989	10383.638	0.439	1	0.24722947	25%
28	100	104	24.0777778	1	43	0	7	1	8	4.19	2.81	0.599	25145.556	10756.710	0.428	1	0.25611214	26%
29	100	119	32.8333333	1	28	0	7	1	8	3.17	3.83	0.453	19016.667	5388.056	0.283	1	0.12828704	13%

Los resultados del indicador OEE del Tren Deshojadoras muestran valores que oscilan entre 32% y 57%, lo que evidencia un nivel de eficiencia global medio-bajo en este proceso, como se observa en la tabla 9. La Máquina 1 presentó un OEE de 32%, siendo el valor más bajo del tren. Este resultado indica un bajo desempeño operativo, asociado a una capacidad real inferior a la programada y a un nivel de calidad del 70%, lo que refleja pérdidas significativas por producto defectuoso. La Máquina 2 alcanzó un OEE de 38%, mostrando una ligera mejora respecto a la Máquina 1. Sin embargo, el valor sigue siendo bajo, ya que persisten pérdidas por rendimiento limitado y una calidad cercana al 71%, lo que indica que una parte importante de la producción no cumple con las condiciones requeridas. La Máquina 3 obtuvo el mejor desempeño del tren, con un OEE de 57%. Este valor se explica por un alto nivel de rendimiento, lo que indica un buen aprovechamiento de la capacidad del equipo. No obstante, el factor de calidad se mantiene en niveles medios, lo que impide alcanzar una eficiencia más elevada. La Máquina 4 registró un OEE de 52%, considerado como un desempeño aceptable dentro del contexto del proceso.

Tabla 9. OEE tren deshojadoras

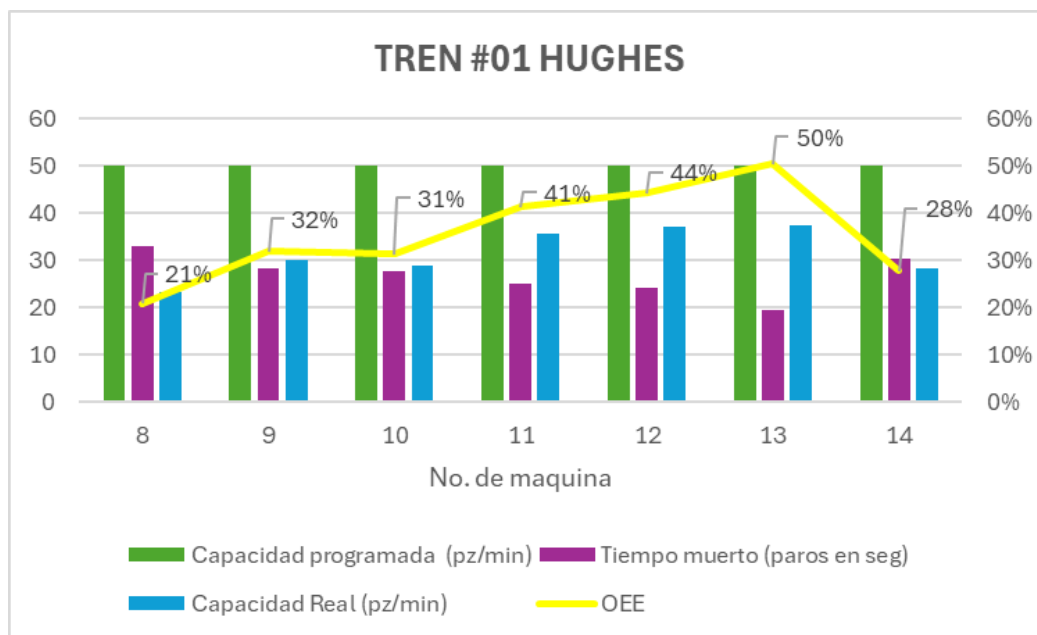
TREN DESHOJADORAS																				
Máquina N°	Marca	Capacidad estándar (ton/hr)	Capacidad programada (ton/hr)	Tiempo muerto	Muestra	Capacidad real (kg)	Unidades defectuosas (kg)	Tiempo disponible	Tiempo planeado	Tiempo total	Tiempo productivo	Disponibilidad	Capacidad productiva	Capacidad Real (ton/hr)	Producción real (hr)	Eficiencia	Unidades defectuosas (ton)	Calidad	OEE	OEE
1	A&K	16	16	0	1	120.6363636	36.0477273	7	1	8	7	1	112	7.23818182	50.6672727	0.45238636	15.14004545	0.701186888	0.31720739	32%
2	Hughes	12	12	0	1	106.6785714	31.1053571	7	1	8	7	1	84	6.40071429	44.805	0.53339286	13.06425	0.708419819	0.37786607	38%
3	Hughes	12	12	0	1	189.46	75.9632	7	1	8	7	1	84	11.3676	79.5732	0.9473	31.904544	0.599054154	0.567484	57%
4	Hughes	12	12	0	1	147.6944444	44.5883333	7	1	8	7	1	84	8.86166667	62.0316667	0.73847222	18.7271	0.698104194	0.51553056	52%

7.1.3 Resultados PDCA: Fase 3 (Verificación)

Se analizaron los resultados obtenidos a partir del seguimiento sistemático del proceso productivo, representado a través de gráficos comparativos. Esta evaluación permitió contrastar el desempeño real del proceso frente a las condiciones previamente establecidas y verificar el impacto de los tiempos muertos en la eficiencia de la maquinaria.

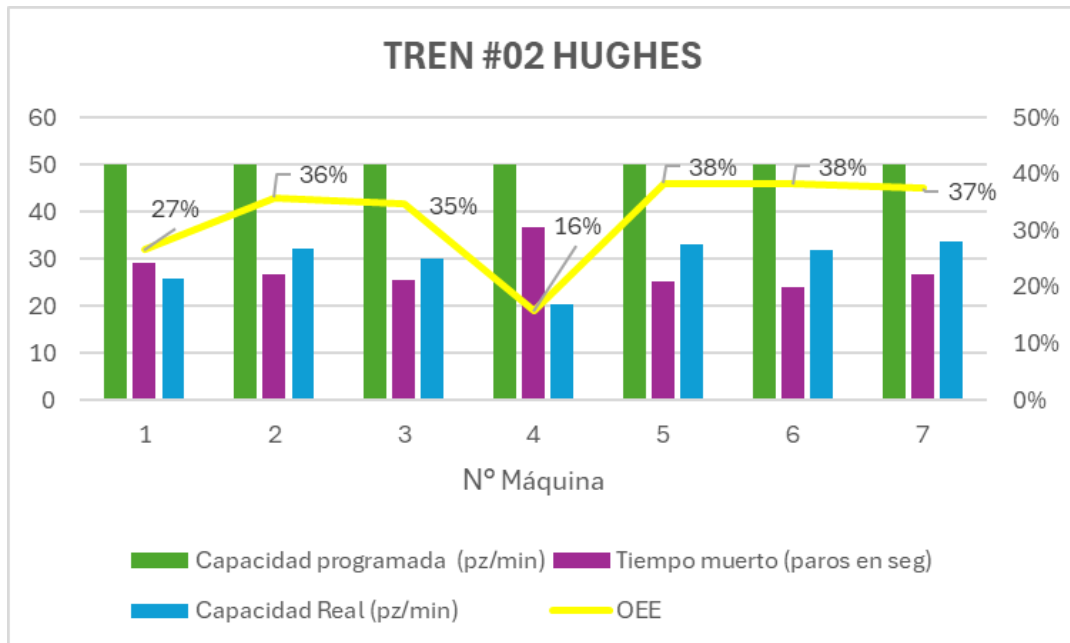
La figura 7 muestra que, aunque la capacidad programada se mantiene constante, la capacidad real presenta variaciones entre máquinas, lo cual evidencia diferencias en el desempeño operativo. Estas variaciones se encuentran asociadas principalmente a los tiempos muertos registrados, los cuales afectan de manera directa la eficiencia del tren. Asimismo, el comportamiento del indicador de eficiencia refleja que ciertas máquinas presentan una mayor incidencia de paros, convirtiéndose en puntos críticos que limitan el aprovechamiento de la capacidad instalada.

Figura 7. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #1



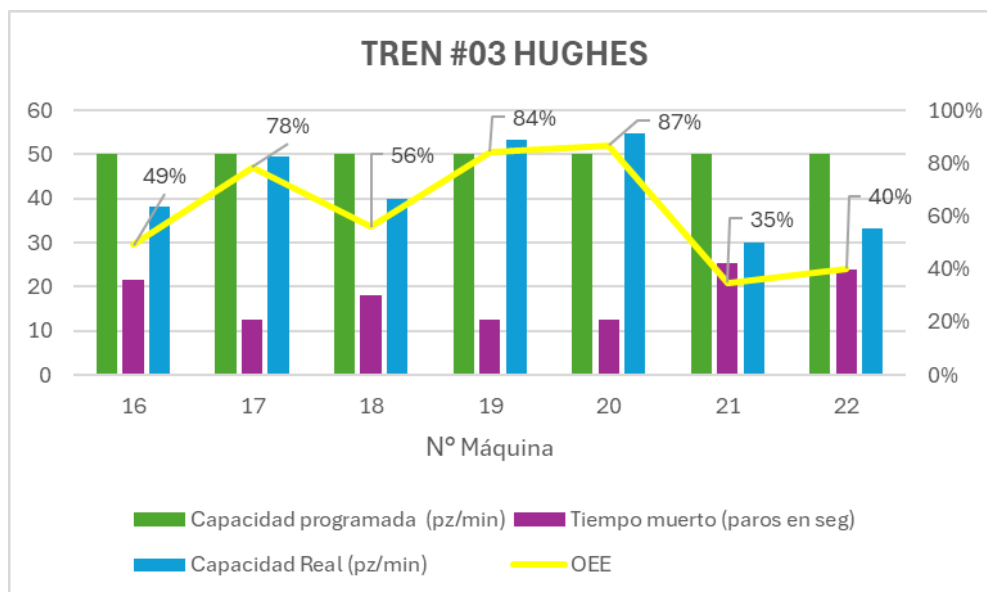
El análisis gráfico del tren #2 permite identificar diferencias más marcadas entre máquinas, observándose equipos con bajo desempeño, caracterizados por altos tiempos muertos y una capacidad real considerablemente inferior a la programada. Esto se traduce en valores de eficiencia reducidos, evidenciando un impacto significativo de los paros no planeados, véase en la figura 8.

Figura 8. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #2



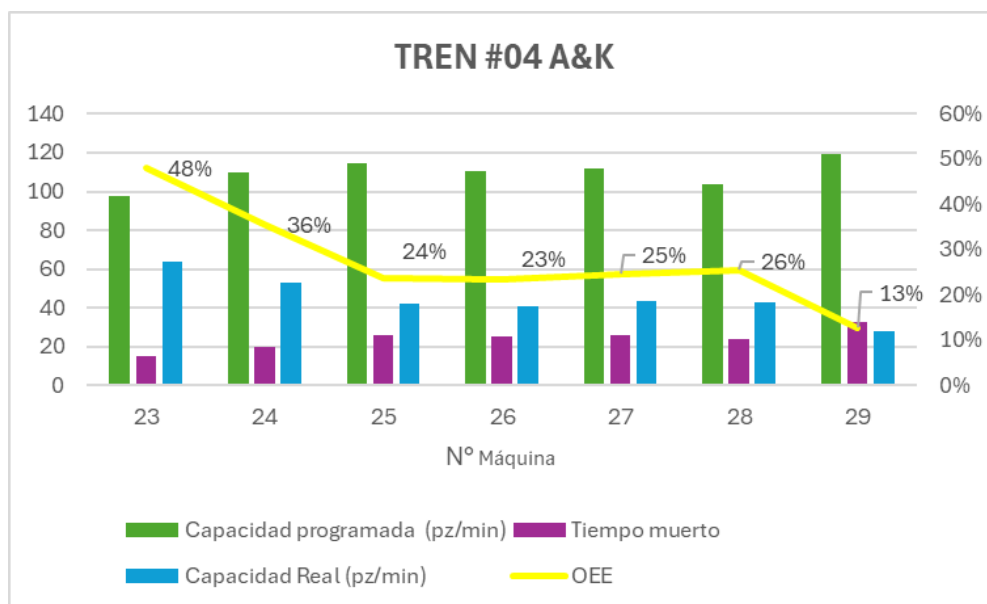
El gráfico del Tren #3 refleja un comportamiento más estable en comparación con otros trenes; sin embargo, persisten variaciones en la capacidad real, atribuibles a tiempos muertos específicos por máquina. Aunque el nivel de eficiencia es relativamente homogéneo, se identifican equipos que no alcanzan el cumplimiento esperado de la capacidad programada, lo que señala áreas de mejora en el control de paros y en la estandarización del proceso, véase en la figura 9.

Figura 9. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #3



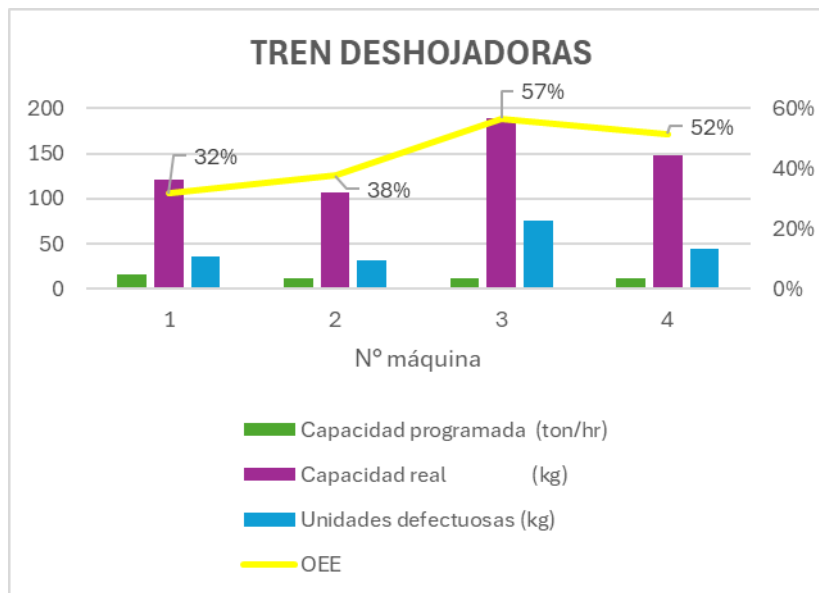
En el Tren #4, los resultados muestran una dispersión significativa en los indicadores de desempeño, particularmente en la relación entre tiempo muerto y eficiencia. Algunas máquinas concentran una mayor proporción de paros, lo que reduce de manera notable su capacidad real y afecta el desempeño global del tren, como se observa en la figura 10.

Figura 10. Gráfico comparativo de las máquinas del tren #4



El análisis del gráfico del tren de deshojadoras evidencia que, aunque la capacidad programada se mantiene constante, la capacidad real presenta variaciones entre las diferentes máquinas, lo que refleja diferencias en el desempeño operativo. Estas variaciones están directamente relacionadas con los tiempos muertos registrados, los cuales impactan de manera negativa en la continuidad del proceso. Se observa que algunas deshojadoras presentan una mayor incidencia de paros, lo que genera acumulación de material y afecta el flujo normal de producción hacia las etapas posteriores, véase en la figura 11.

Figura 11. Gráfico comparativo de las máquinas deshojadoras



Con los resultados obtenidos en el análisis OEE y los grafico comparativos se observó que la mayoría de las máquinas están en un estado inaceptable con respecto a su eficiencia, el tren que cuenta con las maquinas con la eficiencia más baja es el tren #4 donde su máquina menos eficiente es la N° 29 con un 13%. Con los resultados de las observaciones se realizaron unas gráficas para identificar las causas principales de la ineficiencia en las máquinas. Las causas principales son la falta de alimentación a la máquina, el atascamiento y que la máquina este inhabilitada, como se ve en la figura 12, 13, 14 y 15. La falta de alimentación es la causa principal de tiempo muerto en la

planta, con una frecuencia del 75%, lo que indica que es el problema más recurrente y el que debería priorizarse para acciones de mejora. La empresa lo que hace cuando hay poca producción de maíz amarillo inhabilita las máquinas a las cuales casi no les llega elote o las deja funcionando con poca cantidad de elote.

Figura 12. Causas tiempo muerto tren #1

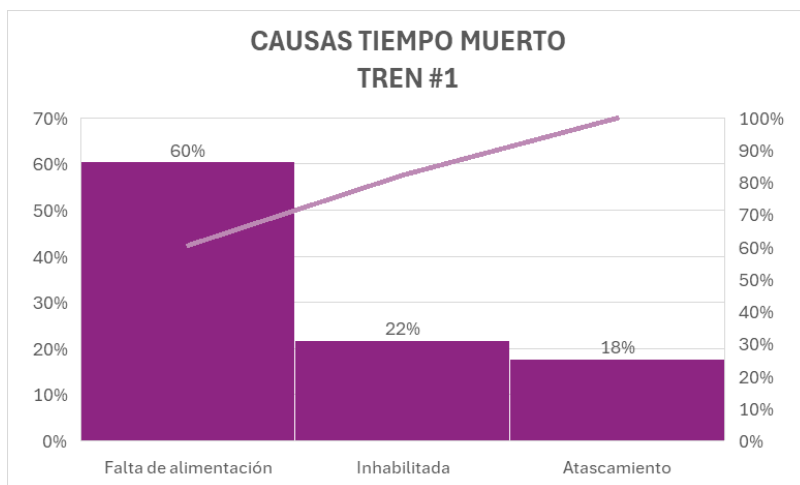


Figura 13. Causas tiempo muerto tren #2

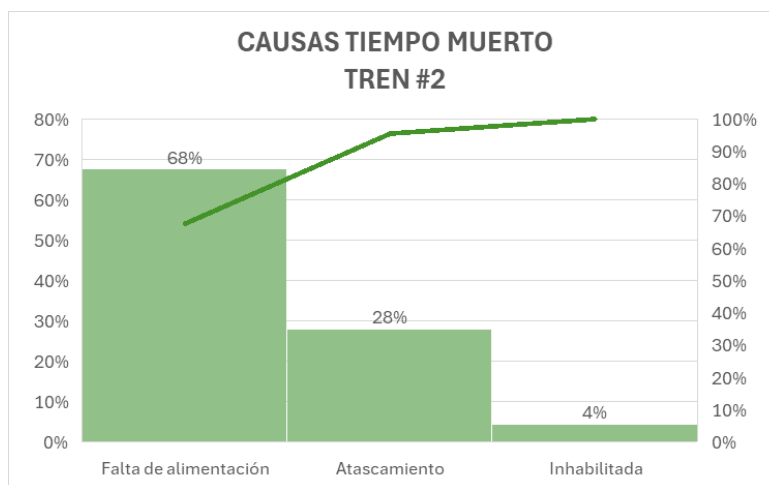


Figura 14. Causas tiempo muerto tren #3

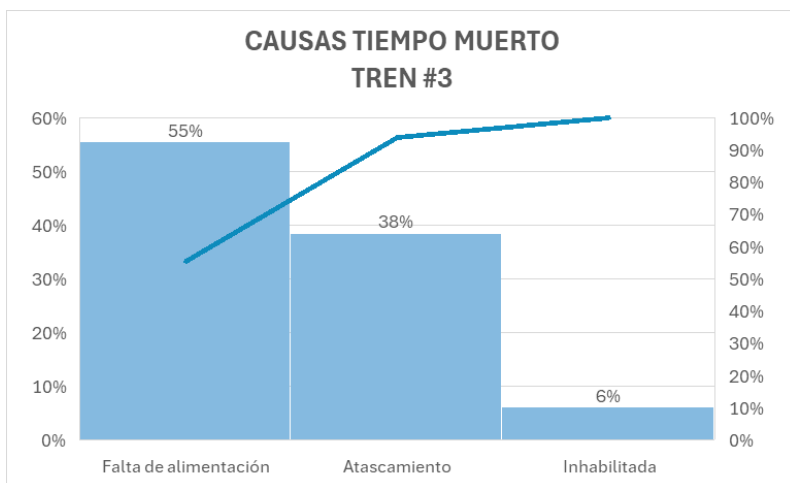
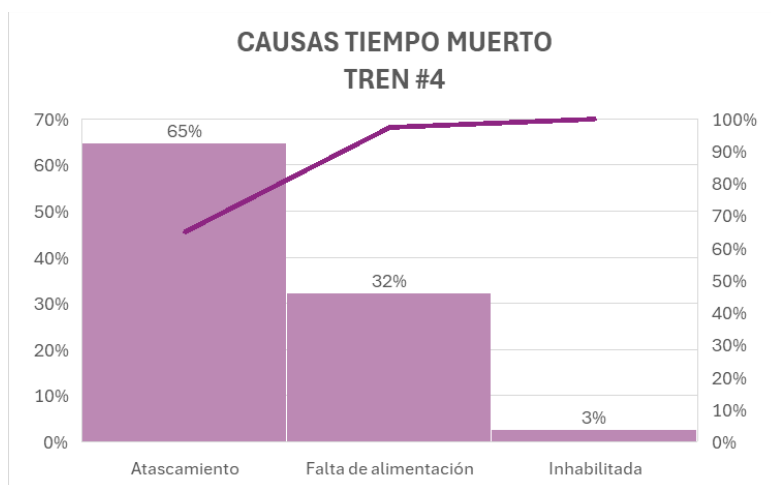


Figura 15. Causas tiempo muerto tren #4



7.1.4 Resultados PDCA: Fase 4 (Actuar)

Con los datos obtenidos en el análisis de los trenes de deshojadoras y desgranadoras se proponen estrategias de mejora enfocadas en la reducción de tiempos muertos, la eliminación de fallas por falta de alimentación, la disminución de atascamientos en la maquina y tener habilitadas todas las maquinas. Estas acciones consideran la implementación de mantenimiento preventivo, la estandarización de los métodos de operación, el fortalecimiento de la capacitación del personal y el establecimiento de un sistema de monitoreo de paros y mermas. Asimismo, se establece un orden de prioridad para la intervención de los trenes, principalmente la intervención del tren #4

marca A&K, debido a que es el tren con menor eficiencia operativa, a raíz de que su capacidad real esta muy por debajo de su capacidad programada. El segundo tren que necesita priorizarse es el tren #2 derivado a que presenta una baja eficiencia. Después el tren #1 que de igual manera tiene una eficiencia muy baja, por motivo de los tiempos muertos que presenta. Seguidamente el tren #3 ya que tiene una eficiencia operativa baja a causa de la falta de alimentación y finalmente el tren de las deshojadoras para que estas satisfagan la demanda de las desgranadoras.

A diferencia de prácticas anteriores, no se documentaban ninguna información ni se le daba seguimiento formal, esta etapa permite establecer mecanismos que garantizan la permanencia de los avances logrados y reducen la probabilidad de recurrencia de los problemas identificados.

La estandarización de los procedimientos operativos, mediante la documentación de actividades clave y el uso de formatos de control, permite uniformar la forma de trabajo entre operadores y turnos. El seguimiento sistemático de los formatos de control, acompañado de la capacitación sobre su correcto uso, fortalece la cultura de control y mejora continua. Esta acción permite no solo asegurar la correcta captura de la información, sino también generar retroalimentación para ajustar parámetros operativos, como porcentajes y límites de control, orientados a la optimización del proceso.

Asimismo, la capacitación a los operadores en el uso adecuado de la maquinaria y en temas de seguridad e higiene tiene un impacto positivo en el desempeño operativo. Esta acción favorece una operación más eficiente de los equipos, reduce movimientos innecesarios, disminuye los tiempos muertos asociados a errores de operación y contribuye a la prevención de accidentes, fortaleciendo la confiabilidad del proceso.

7.2 Áreas críticas o de oportunidad

A partir del análisis realizado en las diferentes fases del ciclo PDCA, se identificaron diversas áreas críticas que representan oportunidades de mejora para incrementar la eficiencia, productividad y sostenibilidad del proceso de desgranado de maíz amarillo.

- Operación de las máquinas deshojadoras, la banda de retorno presenta un alto volumen de elote que requiere retrabajo, lo cual genera desbordamientos, acumulación de material y pérdidas de eficiencia. Esta situación evidencia la necesidad de mejorar los ajustes operativos y establecer parámetros estandarizados de funcionamiento.
- Las máquinas desgranadoras presentan paros frecuentes derivados de atascos de material, fallas mecánicas menores y falta de alimentación continua. Estos factores ocasionan tiempos muertos elevados y reducen el aprovechamiento de la capacidad instalada. En promedio el tiempo muerto por minuto de las máquinas de los trenes es de: el tren #1 es de 26.86 segundos, en el tren #2 es de 27.68 segundos, en el tren #3 es de 18.06 segundos y el tren #4 es de 24.17 segundos por máquina.
- La ausencia de procedimientos estandarizados, debido a que en gran parte de la operación se realiza de manera empírica, dependiendo de la experiencia de los operadores. Esto genera variabilidad en los resultados, errores operativos y dificultad para mantener un desempeño constante.
- La falta de un programa formal de mantenimiento preventivo representa otra debilidad importante, debido a que las intervenciones se realizan principalmente de forma correctiva, incrementando los tiempos de paro, los costos de reparación y el desgaste prematuro de los equipos.

7.3 Propuestas de mejora

Se propone la reducción de mermas mediante la mejora en la regulación y calibración de las máquinas deshojadoras y desgranadoras, a través de la estandarización de los parámetros de operación, el ajuste periódico de cuchillas y rodillos, y la implementación de un programa de mantenimiento preventivo. Durante el diagnóstico se identificó que una de las principales causas del retrabajo del elote se relaciona con el desgaste de las cuchillas, desalineación de componentes y falta de ajustes oportunos, lo que genera desgranado y deshojado incompleto, daño físico al producto

y atascamientos recurrentes, con el fin de minimizar el retrabajo del elote y evitar pérdidas por manejo inadecuado del material. Asimismo, se sugiere implementar controles visuales y formatos de registro ubicados directamente en el área de operación de cada tren, específicamente en los tableros de producción de las deshojadoras y desgranadoras, donde los operadores puedan registrar de manera inmediata las causas de paro, tiempos muertos, número de cambios de cuchillas y volumen de merma generada por turno que permitan identificar las principales causas de merma y establecer acciones correctivas oportunas.

Además, se recomienda optimizar el sistema de alimentación hacia las máquinas, garantizando un flujo continuo y controlado del producto, evitando acumulaciones innecesarias, sobrealimentación y desperdicio. De igual forma, se propone estandarizar los parámetros de operación tales como la velocidad de alimentación del elote, el nivel de carga en tolvas y bandas, la separación y ajuste de rodillos, la posición y ángulo de las cuchillas, así como la velocidad de giro de las máquinas para asegurar que el procesamiento se realice dentro de rangos óptimos.

Así mismo, se sugiere reducir los tiempos muertos de las máquinas, ya que los paros prolongados generan un consumo innecesario de energía. Para ello, se propone establecer tiempos estándar máximos de paro por causa, considerando como objetivo que los paros por atascamiento o falta de alimentación no excedan los 3 minutos, mientras que los paros por ajustes menores o cambios de cuchillas no superen los 5 minutos. En el caso de fallas mayores, se establece como meta una intervención correctiva no mayor a 15 minutos, con apoyo inmediato del personal de mantenimiento. Además, se recomienda establecer rutinas de mantenimiento preventivo con una periodicidad definida, donde se realicen inspecciones diarias al inicio de cada turno (revisión visual, limpieza y verificación de cuchillas), mantenimientos semanales para ajustes mecánicos, lubricación y calibración de rodillos, y mantenimientos mensuales enfocados en la revisión profunda de motores, bandas, sistemas de transmisión y componentes eléctricos, que aseguren el correcto funcionamiento de los equipos, evitando sobrecargas y esfuerzos mecánicos que incrementen el gasto energético.

Asimismo, se propone impartir capacitaciones al personal donde se promueva el uso responsable de los recursos tales como la materia prima (elote), la energía eléctrica, el tiempo de operación de las máquinas, los insumos de mantenimiento (cuchillas, refacciones y lubricantes) y la mano de obra. Estas capacitaciones están orientadas a la identificación de los desperdicios y la participación activa en acciones de mejora continua orientadas al cuidado del medio ambiente y la eficiencia del proceso productivo.

VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1 Conclusiones

La presente tuvo como propósito analizar y mejorar el proceso de desgranado de maíz amarillo en una empresa procesadora de alimentos, mediante la aplicación de estrategias de mejora continua orientadas al incremento de la eficiencia operativa y la sostenibilidad del proceso productivo. El diagnóstico inicial del proceso evidenció la existencia de múltiples problemáticas que limitaban la eficiencia del área de desgranado, entre las que destacan los elevados tiempos muertos, la falta de estandarización en los métodos de trabajo, el uso empírico de la maquinaria, la ausencia de un control formal del desempeño de los equipos y una coordinación deficiente entre las diferentes etapas del proceso productivo. Estas condiciones provocaban un bajo aprovechamiento de la capacidad instalada, incremento de mermas de materia prima, reprocesos frecuentes y un uso ineficiente de los recursos humanos, materiales y energéticos.

La aplicación de la metodología de mejora continua, apoyada en el ciclo PDCA y en herramientas como diagramas de flujo, diagramas causa–efecto, estudios de tiempos y movimientos, hojas de control e indicadores de desempeño, permitió analizar de manera estructurada las causas raíz de las ineficiencias detectadas. Este enfoque facilitó la identificación de los principales factores que impactaban negativamente el proceso, tales como fallas mecánicas recurrentes, paros no programados, ajustes inadecuados de las máquinas desgranadoras, deficiencias en el suministro continuo de materia prima y carencias en la capacitación del personal operativo.

Los resultados obtenidos a partir del muestreo de las máquinas desgranadoras y deshojadoras evidenciaron una brecha significativa entre la capacidad estándar y la capacidad real de operación, reflejándose en bajos niveles de eficiencia global de los equipos (OEE). Dichos resultados confirmaron la necesidad de implementar acciones de mejora enfocadas en la reducción de tiempos muertos, el control de mermas y la optimización del desempeño de la maquinaria, lo cual reafirma la importancia de contar con sistemas de medición y monitoreo continuo del proceso.

Durante la etapa de mejora se propusieron e implementaron acciones orientadas a la estandarización de procedimientos, el fortalecimiento del control operativo y la mejora del flujo de materia prima hacia las máquinas desgranadoras. Estas acciones permitieron reducir interrupciones en la línea de producción, mejorar la estabilidad del proceso y aumentar el aprovechamiento de los recursos disponibles. Asimismo, la capacitación del personal en el uso adecuado de la maquinaria y en temas de seguridad e higiene se identificó como un factor clave para disminuir errores operativos, movimientos innecesarios y paros atribuibles al factor humano.

La investigación demostró que la mejora de la eficiencia operativa tiene un impacto directo en la reducción de mermas y desperdicios de materia prima, lo cual contribuye a prácticas productivas más responsables con el medio ambiente. La optimización del proceso de desgranado de maíz amarillo permite no solo reducir costos operativos, sino también disminuir el consumo innecesario de energía y recursos, alineando el proceso con los principios de producción más limpia, economía circular y uso eficiente de los recursos.

Finalmente, se concluye que la aplicación de estrategias de mejora continua en el proceso de desgranado de maíz amarillo es viable, efectiva y necesaria para incrementar la eficiencia y sostenibilidad del proceso dentro de la empresa procesadora de alimentos. La adopción de una cultura de mejora continua, apoyada en la medición constante del desempeño, la estandarización de los procesos y la participación activa del personal, permite no solo mejorar los resultados actuales, sino también sentar las bases para la mejora sostenida del proceso a largo plazo. Los resultados obtenidos demuestran que este tipo de estrategias puede replicarse en otros procesos productivos de la empresa, contribuyendo a fortalecer su competitividad, rentabilidad y compromiso con la sostenibilidad.

8.2 Recomendaciones y sugerencias para investigaciones futuras

Con base a los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto, se recomienda:

- Implementar un sistema permanente de medición del OEE por tren y por máquina.

Se recomienda institucionalizar el cálculo del indicador de Eficiencia Global de los Equipos (OEE) en el área de desgranado de maíz amarillo, desglosando sus componentes de disponibilidad, rendimiento y calidad. Este sistema permitirá identificar de forma oportuna los principales focos de ineficiencia, comparar el desempeño entre trenes y facilitar la toma de decisiones basada en datos. El seguimiento debe realizarse de manera diaria y consolidarse semanalmente para su análisis por el área de producción y mantenimiento.

- Estandarizar los procedimientos operativos de las máquinas desgranadoras y deshojadoras.

Es fundamental documentar y estandarizar los parámetros de operación de cada tipo de máquina, incluyendo ajustes, velocidades, capacidad esperada, criterios de calidad y acciones ante fallas comunes. Estos procedimientos deben estar visibles en el área de trabajo y ser utilizados como referencia obligatoria por los operadores, con el fin de reducir la variabilidad operativa y los ajustes empíricos que generan tiempos muertos y mermas.

- Fortalecer el mantenimiento preventivo y autónomo de la maquinaria.

Se recomienda establecer un programa formal de mantenimiento preventivo enfocado en las máquinas desgranadoras y deshojadoras, priorizando aquellas con menor OEE. Asimismo, es conveniente incorporar prácticas de mantenimiento autónomo, capacitando a los operadores para realizar inspecciones básicas, limpieza y detección temprana de anomalías, lo que contribuirá a disminuir paros no programados y fallas mecánicas.

- Optimizar el suministro continuo de materia prima hacia los trenes de desgranado.

Para reducir los tiempos muertos ocasionados por la falta de abastecimiento, se sugiere mejorar la coordinación entre las áreas de recepción y producción, asegurando un flujo constante de elote hacia las máquinas. La evaluación de alternativas como tolvas de almacenamiento intermedio, bandas transportadoras con sensores de nivel o sistemas de alimentación continua puede contribuir a evitar interrupciones y mejorar la estabilidad del proceso.

- Reducir el retrabajo en deshojadoras mediante ajustes y control de calidad en línea.

Se recomienda establecer criterios claros para el ajuste y operación de las deshojadoras, así como implementar controles de calidad en línea que permitan identificar de forma inmediata el elote mal deshojado. Esto permitirá disminuir el volumen de producto retornado, evitar saturaciones en la banda de retorno y mejorar la eficiencia global del sistema.

- Capacitar de manera continua al personal operativo y de mantenimiento.

Es recomendable implementar programas de capacitación periódica enfocados en la correcta operación de las máquinas, estandarización de procesos, seguridad e higiene, y principios de mejora continua.

- Implementar formatos digitales para el registro y análisis de datos operativos.

Se sugiere actualizar gradualmente de registros manuales a formatos digitales para el control de producción, tiempos muertos, mermas y paros de línea. El uso de herramientas digitales permitirá un análisis más rápido y confiable de la información, facilitando la identificación de tendencias y la toma de decisiones oportunas.

- Establecer indicadores clave de desempeño (KPIs) enfocados en eficiencia y sostenibilidad.

Además del OEE, se recomienda definir KPIs específicos como porcentaje de merma, tiempo muerto por turno, consumo energético por tonelada procesada y rendimiento de materia prima. Estos indicadores deben ser monitoreados de forma constante y comunicados al personal para fomentar una cultura de mejora continua y responsabilidad compartida.

- Promover una cultura de mejora continua en el área de desgranado.

Se recomienda fomentar la participación activa del personal operativo en la identificación de problemas y propuestas de mejora, mediante reuniones cortas de retroalimentación, uso de tableros visuales y reconocimiento de buenas prácticas. Esto fortalecerá el compromiso del personal y facilitará la sostenibilidad de las mejoras implementadas.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso, M. (25 de Junio de 2024). *asana*. Obtenido de <https://asana.com/es/resources/quality-management>
- Alvarado Ramírez, K., & Pumisacho Álvaro, V. (2017). Prácticas de mejora continua, con enfoque Kaizen, en empresa del Distrito Metropolitano de Quito. *Intangible capital*, 20.
- Arias, A. S. (5 de Noviembre de 2016). Obtenido de https://economipedia.com/definiciones/productividad.html#google_vignette
- Armando, I. R. (2024). Incremento del net promoter score a través de la gestión por procesos: estudio de caso en el retail de uniforme médicos. 177-203.
- Arteaga, C. C. (2020). Importancia de un estudio de tiempos y movimientos. *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, 2448-9026.
- Azkue, I. (5 de Septiembre de 2023). *Enciclopedia Humanidades* . Obtenido de <https://humanidades.com/productividad/>
- Barrera, M. (10 de Diciembre de 2019). *esginnova.com*. Obtenido de [esginnova.com: https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2019/12/mejora-continua-cuales-son-las-mejores-metodologias-para-alcanzarla/](https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2019/12/mejora-continua-cuales-son-las-mejores-metodologias-para-alcanzarla/)
- Barrera, M. (25 de Julio de 2023). *esginnova.com*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2023/07/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-y-para-que-sirve/>
- Barrera, M. (25 de Julio de 2023). *nueva-iso-9001-2015.com*. Obtenido de <https://www.nueva-iso-9001-2015.com/2023/07/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-y-para-que-sirve/>
- Betancourt, D. (3 de Febrero de 2019). *ingenioempresa.com*. Obtenido de <https://www.ingenioempresa.com/estudio-de-metodos/>

- Canahua Apaza, N. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, vol. 24, núm. 1.
- Cano Betancurt, C. A. (2023). Aplicación del indicador de eficiencia de equipos OEE, para el área de inyección como una forma de optimizar los procesos y recursos en la empresa Inversiones Pérez Vélez SAS. *Universidad Nacional Abierta y a Distancia - UNAD*.
- De la Cruz Castillo, Y. Y., & Reyes Quijada, M. A. (2020). Diseño del proceso productivo de la empresa confecciones BREY'S con el Value Stream Mapping y las 5S en la ciudad de Huancayo. *Universidad Continental*.
- Díaz-Contreras, C. A. (2020). EFECTIVIDAD GENERAL DE EQUIPOS (OEE) AJUSTADO POR COSTOS. *Interciencia*, vol. 45, núm. 3, 158-163.
- EatCloud. (14 de Noviembre de 2024). *LinkedIn*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/econom%C3%ADa-circular-en-la-industria-alimentaria-eatcloud-esege#:~:text=Implementaci%C3%B3n%20en%20la%20Industria%20Alimentaria,hambre%20y%20la%20inseguridad%20alimentaria>.
- Eby, K. (4 de Enero de 2020). *Smartsheet*. Obtenido de <https://es.smartsheet.com/content/continuous-improvement>
- Enlight. (4 de Abril de 2025). *enlight.mx*. Obtenido de <https://www.enlight.mx/blog/eficiencia-energetica-que-es-y-como-calcularla>
- Escadia, I. (30 de Mayo de 2024). *escadia.mx*. Obtenido de <https://escadia.mx/blog/negociosenbreve/indicadores-clave-de-desempeno-kpi-impulsores-del-exito-empresarial/>
- Fogg, E. (22 de Septiembre de 2021). *Machinometrics*. Obtenido de <https://www.machinometrics.com/blog/first-pass-yield>

- Galán, J. S. (17 de Julio de 2018). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/abastecimiento.html>
- García, S. (04 de Enero de 2024). *Celeberrima*. Obtenido de <https://www.celeberrima.com/ciclo-deming/>
- Gas, Y. L. (7 de Marzo de 2024). *yoigoluzygaz.com*. Obtenido de <https://www.yoigoluzygaz.com/blog/glosario/definicion-produccion-limpia/>
- Gonzales Gonzales, H., & Escobar Prado, C. A. (2021). Aplicación de la herramienta SIPOC a la cadena de suministro interna de una empresa distribuidora de medicamentos. *Lumen Gentium Vol. 5 No. 2*, 119-134.
- Gutiérrez, A. H. (13 de Junio de 2024). *Comercializante* . Obtenido de <https://comercializate.mx/beneficios-de-aplicar-la-calidad-total/>
- Jurado Moreira , L. E., Rodríguez Borges , C. G., & Vivas Vivas, F. E. (2025). APLICACIÓN DE MÉTRICAS OEE PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN INDUSTRIA CÁRNICA. *Revista Científica "INGENIAR"*, 2737-6249.
- LATAM, T. (23 de Mayo de 2022). *es.totvs.com*. Obtenido de <https://es.totvs.com/blog/gestion-de-negocios/mapeo-de-procesos-que-es-ventajas-tipos-y-como-hacerlo/>
- Lopez, B. S. (5 de Junio de 2019). *ingenieriaindustrialonline.com*. Obtenido de <https://ingenieriaindustrialonline.com/conceptos-generales/que-es-ingenieria-industrial/>
- López, D. E. (Octubre de 2024). *rinacional.tecnm.mx*. Obtenido de <https://rinacional.tecnm.mx/bitstream/TecNM/8499/1/TESIS%20KAIZEN..pdf>
- López, J. (12 de Julio de 2023). *Inspenet*. Obtenido de <https://inspenet.com/articulo/gestion-de-calidad-en-la-cadena-de-suministro/>

- Mancuzo, G. (5 de Diciembre de 2020). *comparasoftware*. Obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/cultura-de-calidad/>
- Mecalux. (20 de Febrero de 2025). *mecalux.com.mx*. Obtenido de <https://www.mecalux.com.mx/blog/las-5s>
- Melo, S. (4 de Mayo de 2018). *DataScope*. Obtenido de <https://datascope.io/es/blog/por-que-tu-empresa-debe-contar-con-buenos-sistemas-de-gestion-de-calidad/>
- Montesinos González , S., Vázquez cid de León, C., & Maya Espinoza , I. (2020). Mejora continua en una empresa de México: estudio desde el ciclo Deming. *Revista Venezolana de gerencia* , 35.
- N.S.F. (11 de Julio de 2024). *www.nsf.org*. Obtenido de <https://www.nsf.org/mx/es/biblioteca-conocimientos/enfoque-procesos-ayuda-industria-automotriz-ser-m%C3%A1s-eficaz-y-eficiente>
- Narvaez, K. (7 de Enero de 2025). *ingenierosconectados.com*. Obtenido de <https://ingenierosconectados.com/herramientas-esenciales-ingenieria-industrial/>
- Peralta, F. (29 de Septiembre de 2024). *Drivin*. Obtenido de <https://driv.in/blog/cadena-de-suministro-que-es-importancia>
- Roldán, P. N. (25 de Abril de 2017). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>
- RosarioPeiró. (04 de Junio de 2020). *Economipedia*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/calidad-2.html>
- Salvador, M. G. (2022). Mejora Continua de un progrado en México aplicando el QFD. *DYNA*, 222.
- Severn, W. (16 de Enero de 2023). *Slimstock*. Obtenido de <https://www.slimstock.com/es/blog/guia-planificacion-demanda/>

- Silva, L., Oliveira, M., & Aparecido Silva, F. (2017). Implementación da metodología Seis Sigma para mejoría de procesos utilizando o ciclo DMAIC: un estudio de caso em una industria automotiva.
- Socconini, L. (21 de Abril de 2025). *leansixsigmainstitute.org*. Obtenido de <https://leansixsigmainstitute.org/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/>
- sostenibilidad, D. d. (Noviembre de 2024). *lifestyle.sustainability-directory.com*. Obtenido de <https://lifestyle.sustainability-directory.com/area/industrial-processes/>
- Suarez, M. (07 de Julio de 2023). *Guia del empresario*. Obtenido de <https://guiadelempresario.com/administracion/demanda/>
- Vargas Toscano, G. D. (2017). Medición de eficiencia de los procesos de recibo y desgrane en maíz para la planta de semillas de Zamorano. *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*.
- Veracruz, S. d. (2023). *.ssaver.gob.mx*. Obtenido de <https://www.ssaver.gob.mx/ccs/wp-content/uploads/sites/35/2023/03/3.-DIAGRAMA-DE-PARETO.pdf>
- webwautech. (22 de Julio de 2023). *wautechnologies.com*. Obtenido de <https://wautechnologies.com/noticias/control-de-mermas-optimizar-desperdicios-produccion/>
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo (12.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). Calidad total y productividad (3.^a ed.). McGraw-Hill Interamericana.