

**UNIVERSIDAD CENTRAL
VICERRECTORÍA ACADÉMICA**

ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA EFICIENCIA DE LA
PRODUCCIÓN EN LA LÍNEA 1, EN LA EMPRESA COCA COLA
FEMSA, MEDIANTE LA METODOLOGÍA DMAIC**

**TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLERATO EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

ESTUDIANTE: JARDY FABIÁN ALFARO MORA

TUTOR: ING. JOEL PICADO SANABRIA

**SEDE METROPOLITANA, COSTA RICA
AGOSTO, 2025**

CONTENIDO

CONTENIDO	I
TABLAS.....	V
FIGURAS.....	VI
DEDICATORIA	VIII
AGRADECIMIENTOS.....	IX
EPÍGRAFE	X
RESUMEN.....	XI
CAPÍTULO I. PROBLEMA.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.2 OBJETIVOS	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 JUSTIFICACIÓN	3
1.4 ANTECEDENTES	3
1.4.1 Antecedentes nacionales	3
1.4.2 Antecedentes internacionales	5
1.5 PROYECCIONES.....	6
1.5.1 Alcances	6
1.5.2 Limitaciones	7
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES	9
2.1.1 Metodología DMAIC.....	9
2.1.2 Análisis FODA.....	12
2.1.3 Matriz FODA	12
2.1.4 Gráfico de barras	14
2.1.5 Entrevistas	14
2.1.6 Árbol de CTQ (critical to quality)	15
2.1.7 Diagrama de SIPOC	16
2.1.8 Diagrama de flujo de procesos.....	17
2.1.9 Recolección de datos.....	18

2.1.10 Análisis de datos	18
2.1.11 Histogramas	19
2.1.12 Lluvia de ideas	20
2.1.13 Diagrama de Ishikawa.....	21
2.1.14 Multivoto.....	21
2.1.15 Diagrama de Pareto	22
2.1.16 Project charter.....	23
2.1.17 Plan de capacitación	24
2.1.18 Diagrama de Gantt.....	25
2.1.19 Gemba walk	26
2.1.20 Reuniones kaizen.....	27
2.1.21 Auditorías internas	28
2.1.22 ROI (retorno de la inversión).....	29
2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA.....	30
2.2.1 Visión/misión.....	30
2.2.2 Antecedentes históricos	30
2.2.3 Ubicación geográfica.....	32
2.2.4 Estructura organizacional.....	33
2.2.5 Cantidad de empleados	34
2.2.6 Tipos de productos.....	34
2.2.7 Mercado de exportación.....	34
2.2.8 Descripción general del proceso productivo	35
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	36
3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN.....	39
3.3.1 Sujetos de información.....	40
3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS	40
3.5 INSTRUMENTOS.....	42
3.5.1 Entrevistas	42
3.5.2 Registros históricos.....	42

3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	42
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS	44
4.1 DEFINIR	45
4.1.1 FODA de Coca Cola FEMSA	45
4.1.2 Matriz de estrategias de Coca Cola FEMSA	47
4.1.3 Histórico de producción y metas de la línea 1	50
4.1.4 Entrevistas al personal de la línea 1	51
4.1.5 Árbol de CTQ de la eficiencia.....	59
4.1.6 Diagrama de SIPOC de la línea 1	60
4.1.7 Descripción general del proceso productivo de la línea 1	61
4.2 MEDIR	63
4.2.1 Paros registrados en la línea 1, enero 2025.....	63
4.2.2 Paros registrados en la línea 1, febrero 2025	64
4.2.3 Paros registrados en la línea 1, marzo 2025.....	65
4.2.4 Paros registrados en la línea 1, abril 2025	67
4.2.5 Tiempo de los paros registrados en la línea 1, enero-abril 2025.....	69
4.2.6 Paros operativos registrados en la línea 1, enero-abril 2025	70
4.2.7 Paros operativos por los ajustes registrados en la línea 1, enero-abril 2025 .	73
4.3 ANALIZAR	75
4.3.1 Lluvia de ideas para las causas de la baja eficiencia.....	75
4.3.2 Diagrama de Ishikawa de las causas.....	76
4.3.3 Multivoto y Pareto de las causas detectadas en el proceso productivo de la línea 1	78
CAPÍTULO V. PROPUESTA	82
5.1 MEJORAR	83
5.1.1 Project charter del plan de capacitación	83
5.1.2 Plan de capacitación	85
5.1.3 Caja de herramientas.....	86
5.1.4 Cronograma de actividades	86
5.2 CONTROLAR	88
5.2.1 Observaciones en la planta: supervisión activa y mejorada.....	88

5.2.2 Reuniones mensuales de seguimiento (reuniones kaizen)	89
5.2.3 Auditorías internas periódicas	90
5.3 ANÁLISIS DE COSTOS	91
CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
CONCLUSIONES	96
RECOMENDACIONES	97
REFERENCIAS	98
APÉNDICES	106
APÉNDICE 1: ENCUESTA SOBRE EFICIENCIA EN PRODUCCIÓN LÍNEA 1.....	107

TABLAS

Tabla 2.1: Ejemplo de matriz de datos del Pareto	22
Tabla 2.2: Cantidad de empleados por área.....	34
Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico	41
Tabla 4.1: Porcentajes alcanzados por semana y las metas establecidas, enero-abril 2025	50
Tabla 4.2: Cantidad y tipo de paro, enero 2025.....	64
Tabla 4.3: Cantidad y tipo de paro, febrero 2025	65
Tabla 4.4: Cantidad y tipo de paro, marzo 2025	66
Tabla 4.5: Cantidad y tipo de paro, abril 2025	67
Tabla 4.6: Tipo de paro y frecuencia de este, enero-abril 2025.....	69
Tabla 4.7: Tiempo de paro en minutos, horas y días, enero-abril 2025.....	70
Tabla 4.8: Detalle de los paros operáticos por subclave de paro, enero-abril 2025	71
Tabla 4.9: Clasificación por subclave de paro, enero-abril 2025	72
Tabla 4.10: Detalle de los paros por ajustes, enero-abril 2025.....	74
Tabla 4.11: Multivoto para la línea 1 de producción	78
Tabla 4.12: Multivoto ordenado para las causas	80
Tabla 5.1: Project charter del plan de capacitación	84
Tabla 5.2: Módulos de capacitación	85
Tabla 5.3: Checklist de la auditoría interna.....	90
Tabla 5.4: Cálculo del costo de las doce sesiones	91
Tabla 5.5: Beneficio económico del ROI.....	92
Tabla 5.6: Resumen de los cálculos de beneficio económico	93

FIGURAS

Figura 2.1: Ejemplo de DMAIC	11
Figura 2.2: Ejemplo de análisis FODA.....	12
Figura 2.3: Ejemplo de matriz FODA.....	13
Figura 2.4: Ejemplo de gráfico de barras.....	14
Figura 2.5: Ejemplo de entrevista	15
Figura 2.6: Ejemplo de árbol de CTQ	16
Figura 2.7: Ejemplo de diagrama de SIPOC.....	17
Figura 2.8: Ejemplo de diagrama de flujo	17
Figura 2.9: Ejemplo de recolección de datos.....	18
Figura 2.10: Ejemplo de análisis de datos	19
Figura 2.11: Ejemplo de histograma	20
Figura 2.12: Ejemplo de lluvia de ideas	20
Figura 2.13: Ejemplo de diagrama de Ishikawa.....	21
Figura 2.14: Ejemplo de multivoto	22
Figura 2.15: Ejemplo de diagrama de Pareto	23
Figura 2.16: Ejemplo de project charter.....	24
Figura 2.17: Ejemplo de plan de capacitación	25
Figura 2.18: Ejemplo de diagrama de Gantt.....	26
Figura 2.19: Ejemplo de gemba walk.....	27
Figura 2.20: Ejemplo de evento kaizen.....	28
Figura 2.21: Ejemplo de auditoría interna.....	28
Figura 2.22: Ejemplo de fórmula del ROI.....	29
Figura 2.23: Mapa satelital de Coca Cola FEMSA	32
Figura 2.24: Organigrama de Coca Cola FEMSA.....	33
Figura 2.25: Flujo del proceso productivo de la línea 1 de Coca Cola FEMSA	35
Figura 3.1: Herramientas utilizadas en el método DMAIC	38
Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso para la recolección y análisis de datos.....	43
Figura 4.1: Análisis FODA de Coca Cola FEMSA	45
Figura 4.2: Matriz de estrategias de Coca Cola FEMSA	48
Figura 4.3: Eficiencia de la producción semanal de enero a abril 2025.....	50

Figura 4.4: Eficiencia alcanzada y meta propuesta de enero a abril 2025.....	51
Figura 4.5: Pregunta 1, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	52
Figura 4.6: Pregunta 2, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	52
Figura 4.7: Pregunta 3, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	53
Figura 4.8: Pregunta 4, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	54
Figura 4.9: Pregunta 5, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	54
Figura 4.10: Pregunta 6, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	55
Figura 4.11: Pregunta 7, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	55
Figura 4.12: Pregunta 8, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	56
Figura 4.13: Pregunta 9, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	56
Figura 4.14: Pregunta 10, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	57
Figura 4.15: Pregunta 11, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	57
Figura 4.16: Pregunta 12, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	58
Figura 4.17: Pregunta 13, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas	58
Figura 4.18: Árbol de CTQ para la línea 1	59
Figura 4.19: Diagrama SIPOC para la línea 1	60
Figura 4.20: Diagrama de flujo del proceso productivo de la línea 1	62
Figura 4.21: Cantidad y tipo de paro, enero 2025	64
Figura 4.22: Cantidad y tipo de paro, febrero 2025	65
Figura 4.23: Cantidad y tipo de paro, marzo 2025.....	66
Figura 4.24: Cantidad y tipo de paro, abril 2025	68
Figura 4.25: Tipo de paro y frecuencia de este, enero-abril 2025	69
Figura 4.26: Duración del paro calculado en días, enero-abril 2025	70
Figura 4.27: Clasificación por subclave de paro, enero-abril 2025	73
Figura 4.28: Pareto de los tipos de paros de ajustes, enero-abril 2025.....	75
Figura 4.29: Diagrama de Ishikawa para las causas	76
Figura 4.30: Diagrama de Pareto de las causas analizadas.....	81
Figura 5.1: Caja de herramientas	86
Figura 5.2: Cronograma de Gantt del plan de capacitación.....	87
Figura 5.3: Cronograma para el gembu.....	88

DEDICATORIA

A mi mamá y mi familia, ya que gracias a su apoyo y orientación he logrado concluir una etapa más en mi vida en el área académica, avanzar y estar más cerca de mis sueños.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a Dios, por la vida, la oportunidad de estudiar y mi familia. Además, a mi madre, ya que su buen consejo y apoyo incondicional me han impulsado a esforzarme para lograr concluir una etapa en mi vida.

EPÍGRAFE

Si lo puedes soñar, lo puedes lograr.

Walt Disney

RESUMEN

El estudio se realizó en la empresa Coca Cola FEMSA, ubicada en San José, Calle Blancos, 150 m al este de la Guardia Rural, específicamente en la línea 1 de producción. Utilizando la metodología DMAIC, se destacó lo siguiente. En el definir, se logró delimitar el problema, el cual se origina en la línea 1 de producción que trabaja 24/7, sin embargo, no alcanza las metas en las eficiencias mensuales, debido a que en promedio está un 9.88 % por debajo de la eficiencia mensual; por lo tanto, se determinó como prioridad mejorar la eficiencia y reducir los paros operativos.

Respecto al medir, se detectó que, entre enero y abril del año 2025, se registraron 1697 paros operativos, acumulando 779 horas de inactividad, equivalentes a 32 días sin producción por cuatrimestre; además, se recopiló información por medio de entrevistas, análisis de indicadores y reportes de planta. En cuanto al analizar, mediante técnicas de análisis de causas, se clasificaron las causas raíz en cinco categorías y se identificaron las más críticas: falta de personal debidamente capacitado, ausencia de protocolos para el cambio de formato, tiempo elevado en el cambio de formato y ajustes de máquinas, y falta de estandarización en los procedimientos de ajuste, con un 72.50 % del problema acumulado.

Referente al mejorar, se propuso un plan de capacitación de 12 semanas (24 horas en total) para técnicos, supervisores y operadores, con teoría, práctica en planta y validación, más la compra de tres cajas de herramientas por máquina para facilitar ajustes inmediatos y un cronograma de Gantt con el fin de asegurar la progresión del aprendizaje. Por último, en el controlar, se plantearon actividades de seguimiento: observaciones semanales en planta, reuniones *kaizen* mensuales y auditorías internas trimestrales; también se establecieron *checklists* para validar el cumplimiento de los procedimientos estandarizados y resultados del entrenamiento.

Asimismo, se proyectó una reducción estimada de 6 horas de paro por semana, lo que representa una disminución del 41 % en inactividad, con un retorno anual estimado de ₡ 8.3 millones, un beneficio neto anual de ₡ 7.56 millones y el ROI de 1.15 meses.

Palabras clave: DMAIC, eficiencia, línea de producción.

CAPÍTULO I. PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio se realiza en la empresa Coca Cola FEMSA en San José, específicamente en la línea 1 de producción, pues la cantidad de producto generado es muy inestable. Lo anterior provoca una disminución en el promedio de tarimas generadas por hora; incluso, son más las horas que disminuye la cantidad de tarimas que las horas de producción constante y satisfactoria según lo promediado.

Esta inestabilidad en la producción origina pérdidas de diversa índole, a saber: tiempo, porque se debe parar la producción y corregir lo que ocasiona el atraso; disminución en la producción; pérdida de producto e insumos, por la cantidad desechada cuando algún evento provoca la interrupción de la producción. Lo expuesto sucede por diversas causas como la falta de materia prima (jarabe, tapas, botellas y plástico), una falla en la máquina, una falla operativa, una falla en los ajustes o una falla eléctrica. Por consiguiente, la botella puede quedar defectuosa, mal empacada, atrapada, no ubicada en la posición correcta, o bien, puede no haber tapas, que el coronador no tape constantemente, el nivel de llenado no sea el correcto o no se peguen bien las etiquetas.

No se tiene claro si lo que ocasiona este problema es la falta de ajustes en la máquina o el factor humano que falla a la hora de revisar o supervisar la materia prima y el trabajo de la línea. Por lo tanto, se plantea la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede mejorar la eficiencia en la línea 1 de producción de la empresa Coca Cola FEMSA?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo general

Evaluar la eficiencia de la línea 1 de producción en la empresa Coca Cola FEMSA, aplicando la metodología DMAIC, para alcanzar los niveles de producción proyectados mensualmente.

1.2.2 Objetivos específicos

- Definir los factores que generan inestabilidad en el cumplimiento de la eficiencia de la línea 1, mediante la caracterización del proceso.

- Medir el impacto de estos factores con estadística descriptiva y principios básicos de SMED.
- Analizar las causas que provocan el incumplimiento de la eficiencia, mediante técnicas de análisis de causa raíz.
- Proponer mejoras y controles que aumenten la eficiencia en la línea 1 de producción y, así, alcanzar las metas mensuales.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El proyecto se justifica al surgir la necesidad de evaluar la eficiencia de la línea 1 de producción para alcanzar los niveles de producción proyectados. Al respecto, se emplea la metodología DMAIC (definir, medir, analizar, mejorar y controlar) con el propósito de optimizar tiempos, reducir tiempos muertos, evitar la pérdida de insumos y aumentar la calidad del proceso, pues en la actualidad la línea opera por debajo de los niveles de producción proyectados y hay pérdida de insumos.

Al aplicar la metodología DMAIC, se realiza un análisis de cada etapa del proceso, lo que permite detectar áreas de mejora en la línea de producción, garantizar el cumplimiento de los objetivos de producción, optimizar los recursos, reducir costos y mantener la competitividad de la empresa.

1.4 ANTECEDENTES

A continuación, se exponen los antecedentes de la presente investigación.

1.4.1 Antecedentes nacionales

Un primer antecedente es el proyecto de graduación de la autora Michelle Fernanda Jiménez Badilla (2019), titulado: *Propuesta de mejora en la línea de producción dos de empaque del Focus Factory Diálisis para la reducción de tiempos de cambio de lote* y elaborado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica. En este se formulan propuestas de mejora para la línea dos de empaque que pretenden disminuir el tiempo total de los lotes de producción y los costos que ello ocasiona, lo cual se asemeja a la presente investigación porque ambas desean mejorar una línea de producción.

El segundo antecedente corresponde al proyecto de graduación realizado en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, denominado: *Diseño de propuestas de solución para el aumento de la eficiencia en la línea de producción y la reducción de desperdicios del Estator 1213.1-095-05* del autor Andrés Josué Salas Murillo (2022). En cuanto a esta investigación, se utilizan herramientas ingenieriles para reducir el tiempo estándar de producción. El trabajo se asemeja al actual porque ambas quieren maximizar la producción actual y evitar el desperdicio.

El tercer antecedente nacional se refiere al proyecto de graduación llevado a cabo en la Universidad Técnica Nacional por Merli Mayela Elizondo Rodríguez, Manrique Gerardo Ferreto Mejías y Larissa Barrantes Parra (2021), llamado: *Diseño de herramienta para el control del proceso productivo en la línea de alimentos paletizados de la empresa Megatrópico S. A.* En este trabajo, los investigadores proponen diseñar una herramienta de medición y control para reducir el tiempo de producción de unidades al identificar las causas que provocan paros programados y no programados en la línea de producción. Esta tesis se asemeja a la presente investigación porque en ambas investigaciones se desea identificar las causas que generan el paro en la producción, con el objetivo de mejorar la eficiencia en la productividad.

El cuarto antecedente nacional es el trabajo final de graduación titulado: *Análisis de la línea de producción de empackado, para la disminución de residuos peligrosos en la empresa Industriales Austin de Costa Rica, en un lapso de ocho meses*, elaborado por Vanessa Jiménez Badilla y Raquel Mejías Araya (2020) en la Universidad Técnica Nacional. Referente a este, las investigadoras determinan acciones de mejora en la línea de producción de empackado y una propuesta de solución para disminuir de forma segura los residuos peligrosos. Esta investigación es similar a la propuesta debido a que ambas proponen mejoras en la producción y reducción de los desperdicios.

El quinto antecedente nacional corresponde al trabajo final de graduación denominado: *Propuesta de metodología procedimental para el mejoramiento de los procesos de validación en la planta de manufactura para el Departamento de Ingeniería de Calidad de*

la empresa Terri Med Costa Rica, realizado por Tannia Orozco Abarca y Kimberly Pineda Durán (2023) en la Universidad Técnica Nacional. En este las investigadoras utilizan un ciclo de mejora continua con la finalidad de que el proceso de validación de proyectos sea más eficiente, lo cual disminuya tiempos y ahorre materiales. Esta tesis se asemeja a la presente investigación debido a que ambas, mediante un proceso de mejora continua, pretenden generar un ahorro y eficiencia en la productividad.

1.4.2 Antecedentes internacionales

El primer antecedente internacional corresponde al proyecto llamado: *Proyecto de mejora de la productividad de una línea de producción en una empresa del sector químico*, realizado por Carla Estellés Martínez (2021) en la Universidad Politécnica de Valencia. En cuanto este, el investigador utiliza herramientas ingenieriles para mejorar la productividad en una línea. Esta tesis se asemeja a la presente investigación ya que con el uso de herramientas ingenieriles se proponen mejoras en una línea de producción y se aumenta la producción.

El segundo antecedente internacional es la memoria de graduación titulada: *Aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar y controlar), para la reducción de paros en la línea de moldeo de tabletas de chocolate*, llevada a cabo por Stefany Catalina Pineda Gutiérrez (2017) en la Universidad de Chile. Al respecto, la investigadora emplea la metodología DMAIC para reducir pérdidas por paros no planeados en la línea de producto terminado. Esta tesis se asemeja a la presente investigación porque se plantean mejoras en una línea de producción utilizando la misma metodología.

El tercer antecedente internacional se refiere a la tesis denominada: *Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal*, desarrollada por Jesús Miguel Mejía Mejía en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Relacionada a esta, el investigador utiliza herramientas de *lean manufacturing* para mejorar la eficiencia y la eficacia en la producción. Este trabajo se asemeja a la presente investigación al formularse mejorar la eficiencia en la producción.

El cuarto antecedente internacional corresponde a la tesis llamada: *Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del periodo de marzo a noviembre 2020*, elaborada por Lester Antonio Blas Guevara, David Moisés Grillo Caldera y Yulian José Hernández Mora (2020) en la Universidad Autónoma de Nicaragua. En esta los investigadores utilizan herramientas ingenieriles para proponer mejoras en la producción con la cantidad de empleados necesaria y el uso eficiente de los recursos del área en estudio, con el propósito de mejorar la eficiencia en el logro de las metas planteadas. Esta tesis se asemeja a la presente investigación porque se emplean herramientas ingenieriles para proponer mejoras y optimizar la producción.

Por último, el quinto antecedente internacional es la tesis denominada: *Gestión de la producción para mejorar la productividad de la empresa Procesadora de Agua de Mesa San Félix Tumán-2020*, realizada por Luis Anthony Álvarez Villalobos (2021). En cuanto a esta, el investigador utiliza diferentes herramientas ingenieriles para incrementar la producción, disminuyendo costos y tiempos. Esta tesis se asemeja a la presente investigación ya que mediante distintas herramientas ingenieriles se propone mejorar la producción y reducir tiempos e insumos.

1.5 PROYECCIONES

1. Identificar las causas que generan las fluctuaciones en la producción y la pérdida de insumos.
2. Reducir las paradas no programadas y las fluctuaciones en la producción.
3. Minimizar las pérdidas en materia prima e insumos debido a los fallos recurrentes.
4. Proponer cambios en los procedimientos de los mantenimientos preventivo y correctivo de las máquinas, para garantizar un funcionamiento óptimo.
5. Plantear mejoras en los procedimientos operativos.

1.5.1 Alcances

El estudio se realiza en la empresa Coca Cola FEMSA, en la línea 1 de producción.

A partir de una propuesta de mejora en la eficiencia de la línea de producción, se mejora la eficiencia de la máquina, el manejo de la materia prima y el control de calidad.

1.5.2 Limitaciones

No se visualizan limitaciones durante el desarrollo del estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 HERRAMIENTAS INGENIERILES

Seguidamente, se detallan las herramientas y conceptos ingenieriles tomados en cuenta para el desarrollo del presente estudio.

2.1.1 Metodología DMAIC

En cuanto a esta metodología, González (2023) explica:

DMAIC es la metodología principal de *six sigma*, diseñada para mejorar procesos y eliminar defectos. Esta metodología, sistemática y rigurosa, se divide en cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar. En la fase de definir, se identifican los problemas y objetivos del proyecto. En medir, se recopilan datos relevantes para entender el proceso actual. Durante analizar, se examinan los datos para identificar las causas raíz de los problemas. En mejorar, se desarrollan e implementan soluciones para corregir los problemas. Finalmente, en controlar, se monitorean los resultados para asegurar que las mejoras se mantengan a largo plazo. DMAIC se puede aplicar a cualquier proceso con el fin de alcanzar los objetivos de *six sigma*.

Las 5 fases de DMAIC:

- Definir el problema y el objetivo del proyecto.
- Medir la línea base del proceso (validar las métricas e identificar todas las variables que influyen en los procesos).
- Analizar y validar las causas identificando factores críticos.
- Mejorar (*improve*): implementar soluciones.
- Controlar: mantener las soluciones en el tiempo.

Asimismo, el autor profundiza acerca de cada etapa, como se detalla a continuación:

1. Definición

Quizás la fase más importante de cualquier proyecto *lean six sigma*, la definición establece cuál es la situación actual y marca claramente los objetivos que se quieren conseguir.

Para que la definición sea útil y pragmática, se deben establecer unas métricas que sirvan para cuantificar el estado presente de los procesos. Estas métricas son necesarias para poder hacer un seguimiento de la evolución de la

mejora del proceso y el grado de avance hacia los objetivos fijados. Esos objetivos deben tener asociado un valor para cada una de las métricas, de tal forma que el equipo de trabajo disponga de una referencia con la que comparar el estado de los procesos en todo momento.

Una vez que se tienen claros la situación actual, el problema que genera dicha situación y los objetivos que se quieren conseguir, se debe definir el proyecto como tal. La definición del proyecto incluye, entre otros, alcance, cronograma, presupuesto, equipo de trabajo y *stakeholders*.

2. Medición

La fase de medición permite conocer de forma más detallada los procesos incluidos en el alcance del proyecto. La medición proporciona información sobre el rendimiento del proceso, sus entradas y salidas y las expectativas del cliente.

Aquí se quiere refinar la comprensión del proceso y determinar la estabilidad y capacidad del proceso. La capacidad se refiere al grado de aptitud que tiene un proceso para cumplir con las especificaciones técnicas. La estabilidad de un proceso es la consistencia respecto a una dimensión clave o la variación de esa dimensión. Si el proceso se comporta de forma consistente, entonces se dice que el proceso está bajo control. Para hacer todo esto, es importante contar con un sistema de medición fiable. Para ello, esta fase incluye una actividad de evaluación del sistema de medición.

Uno de los entregables más importantes que se genera en esta fase es el *value stream map*, que representa el flujo que sigue la cadena de valor desde que el cliente hace un pedido hasta que se le entrega el producto o servicio final.

3. Análisis

La fase de análisis permite investigar sobre las relaciones entre el rendimiento de los procesos y las entradas del proceso gracias a los datos recogidos en la fase de medición. Aquí es donde se establecen las hipótesis de mejora y se crea el plan de mejora basados en la lista de factores con sus respectivos impactos.

Esta es la fase más intensiva en cuanto a cálculos estadísticos y la que permite identificar y confirmar las correlaciones entre las variables que se consideran en las distintas hipótesis.

4. Mejora (*improve*)

La mejora verifica el trabajo realizado en la fase de análisis a través de las propuestas de acción y la realización de estas propuestas. Se diseña, se prueba y se implementa la solución propuesta.

Con la solución implementada se hace un nuevo análisis de *stakeholders*, un *business case* y una evaluación de riesgos, así como un cálculo de la nueva capacidad y *sigma* de los procesos del proyecto.

En esta fase se actualiza el *value stream map* para que refleje el estado futuro del proceso y sus elementos relacionados.

5. Control

Esta fase es clave para el mantenimiento del trabajo realizado en todas las fases anteriores. Se encarga de establecer controles lo más automatizados posible para que la mejora del proceso perdure en el tiempo. El sistema de control también debe tener en cuenta un plan de mitigación y una estructura de *reporting* específica para gestionar los riesgos y reaccionar de forma eficiente ante un incidente en un proceso (González, 2023).

Figura 2.1: Ejemplo de DMAIC



Fuente: Kaizen, 2025a.

2.1.2 Análisis FODA

Respecto a este tipo de análisis, Guillén (2022) menciona:

La matriz DAFO responde a cuatro conceptos definidos en sus siglas: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades.

Estos cuatro elementos se desarrollan a lo largo de una matriz que separa el análisis interno (debilidades y fortalezas) del análisis externo (amenazas y oportunidades) y tienen como objetivo analizar de manera crítica todo aquello que afecta a la empresa en cualquiera de sus estadios. El mayor beneficio de este análisis se encuentra en ser objetivos y plantear cada cuadrante de la matriz de la manera más fiel y realista a la situación que se está analizando.

Figura 2.2: Ejemplo de análisis FODA



Fuente: Guillén, 2022.

2.1.3 Matriz FODA

Con relación a la matriz FODA, Guillén (2022) señala:

El CAME no es más que la ejecución del análisis DAFO y con el que se pretende ampliar el trabajo y plantear la estrategia a seguir. Las siglas de CAME significan:

- **Corregir** las debilidades internas de la empresa. Se deberá tomar medidas para que dejen de existir o para que dejen de afectar negativamente.
- **Afrontar** las amenazas externas que supone la situación del mercado para evitar que se conviertan en una debilidad. Se debe responder a cada una de ellas, evitando que sucedan, reduciendo su impacto, actuando.
- **Mantener** las fortalezas para seguir sobresaliendo ante la competencia. El objetivo es mantenerlos y hacerlos más fuertes para que sigan siendo una ventaja competitiva en el futuro.
- **Explotar** las oportunidades para crecer en el sector creando estrategias y planificando acciones para convertir las oportunidades en futuras fortalezas.

Figura 2.3: Ejemplo de matriz FODA

		ANÁLISIS EXTERNO			
		DAFO		OPORTUNIDADES	AMENAZAS
ANÁLISIS INTERNO	FORTALEZAS		CAME: Explotar las oportunidades ESTRATEGIA: Ofensiva (ataque - posicionamiento) <u>POTENCIAR</u>		CAME: Mantener los puntos fuertes ESTRATEGIA: Defensiva <u>EVALUAR EL RIESGO</u>
	DEBILIDADES		CAME: Corregir las debilidades ESTRATEGIA: Reorientación <u>TOMAR DECISIONES</u>		CAME: Afrontar las amenazas ESTRATEGIA: Supervivencia <u>CONOCER LAS LIMITACIONES</u>

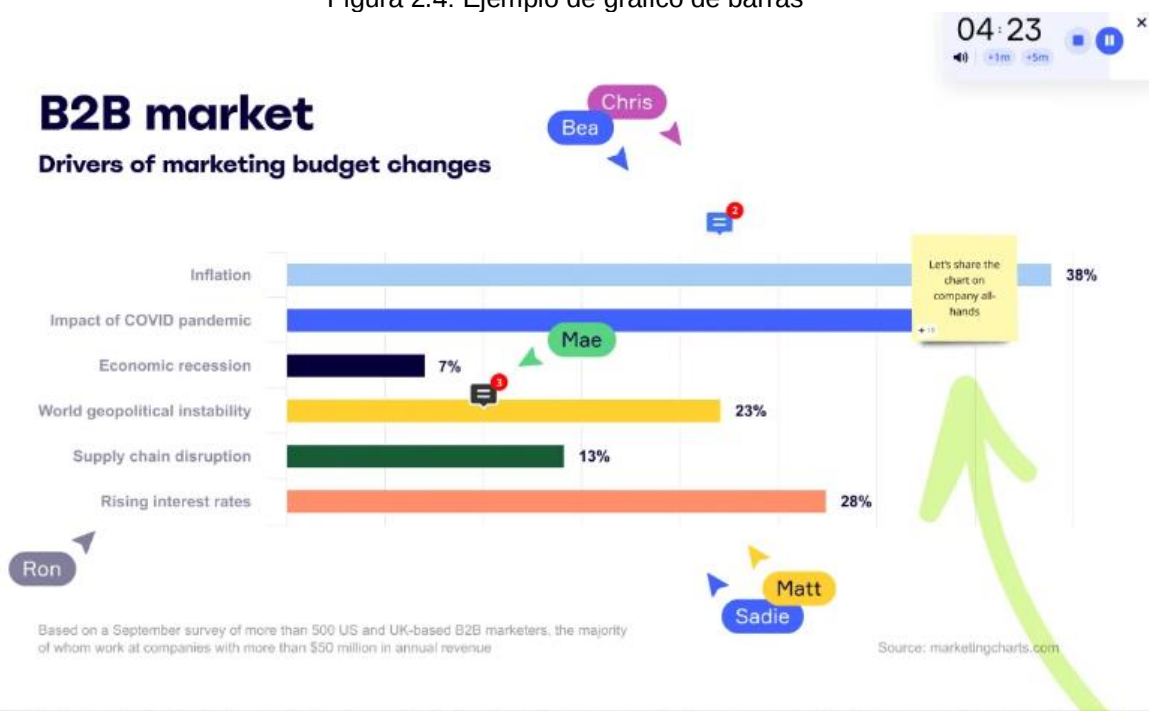
Fuente: Guillén, 2022.

2.1.4 Gráfico de barras

Miro (2022) define este gráfico de la siguiente manera:

Un gráfico de barras es una forma de representar gráficamente datos numéricos mediante rectángulos verticales u horizontales, conocidos como barras. El tamaño de cada barra se ajusta proporcionalmente al valor que representa. Este tipo de gráficos proporcionan una comparación visual de cantidades o frecuencias, lo que facilita la interpretación de los datos.

Figura 2.4: Ejemplo de gráfico de barras



Fuente: Miro, 2022.

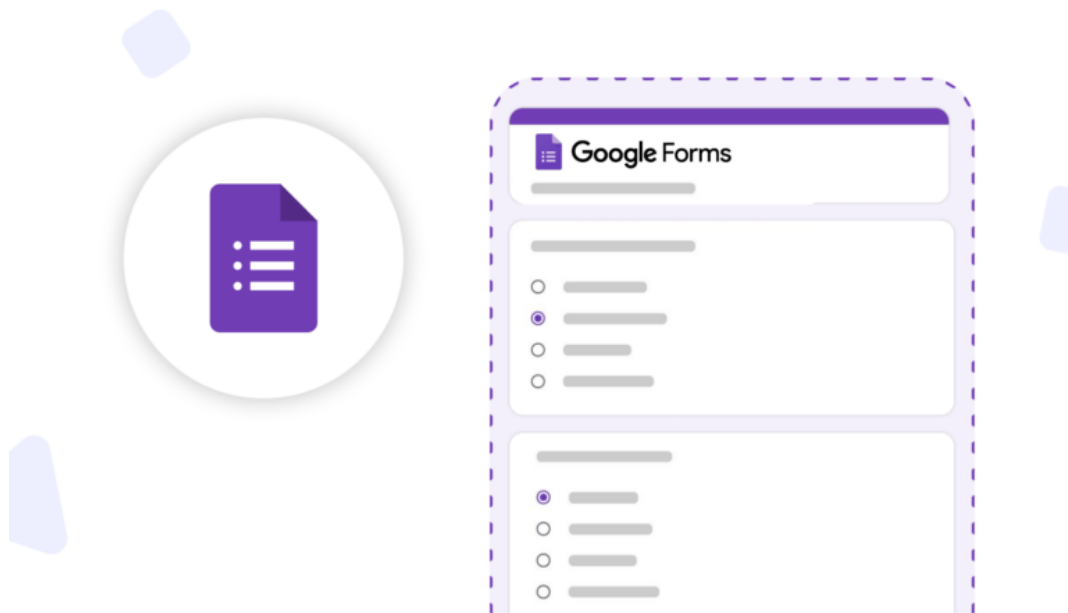
2.1.5 Entrevistas

Referente a esta herramienta, Atlas.ti (2025) indica:

Las entrevistas, como método de investigación cualitativa, desempeñan un papel fundamental a la hora de develar las complejidades del comportamiento humano y la toma de decisiones. Los investigadores pueden observar el comportamiento, por un lado, o pueden investigar las perspectivas y los valores que informan ese comportamiento entrevistando a los participantes en la investigación. [...]

[...] puede realizarse en varios formatos, cada uno con sus propias ventajas y limitaciones. La elección del tipo de entrevista adecuado depende en gran medida de la pregunta de investigación, la naturaleza del tema, las características de los participantes y los recursos de que disponga el investigador.

Figura 2.5: Ejemplo de entrevista



Fuente: Melo, 2021.

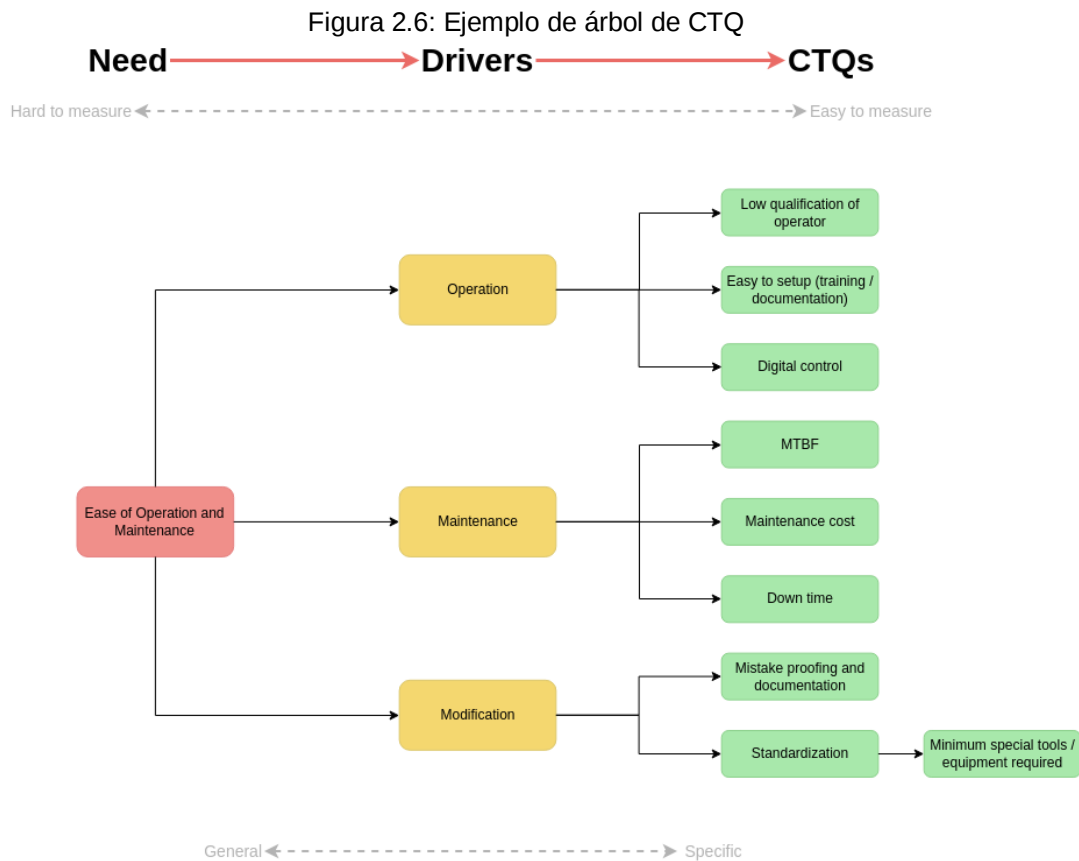
2.1.6 Árbol de CTQ (critical to quality)

Six Sigma Daily (2020) define esta herramienta y su relevancia en la investigación:

Un árbol crítico para la calidad (también conocido como árbol CTQ) es una herramienta *six sigma* que se utiliza para identificar las necesidades del cliente y traducir esa información en requisitos medibles de productos y procesos. Permite a las organizaciones comprender las características de un producto o servicio que más impulsan la calidad para los clientes.

Antes de iniciar cualquier proyecto de mejora de procesos, es importante que una empresa determine las características del producto o servicio que son críticas para la calidad según el juicio de los clientes; esto se conoce como CTQ.

La creación de un árbol CTQ determina los impulsores detrás de esas características y ayuda a las empresas a encontrar formas de satisfacerlas.



Fuente: Visual Paradigm, 2025.

2.1.7 Diagrama de SIPOC

De acuerdo con MacNeil (2025), este diagrama “Busca proyectar el flujo de un proceso empresarial, mediante la información acerca de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes. Gran cantidad de información de un mismo punto, si no información que resulta clave, para la toma de decisiones”.

Figura 2.7: Ejemplo de diagrama de SIPOC



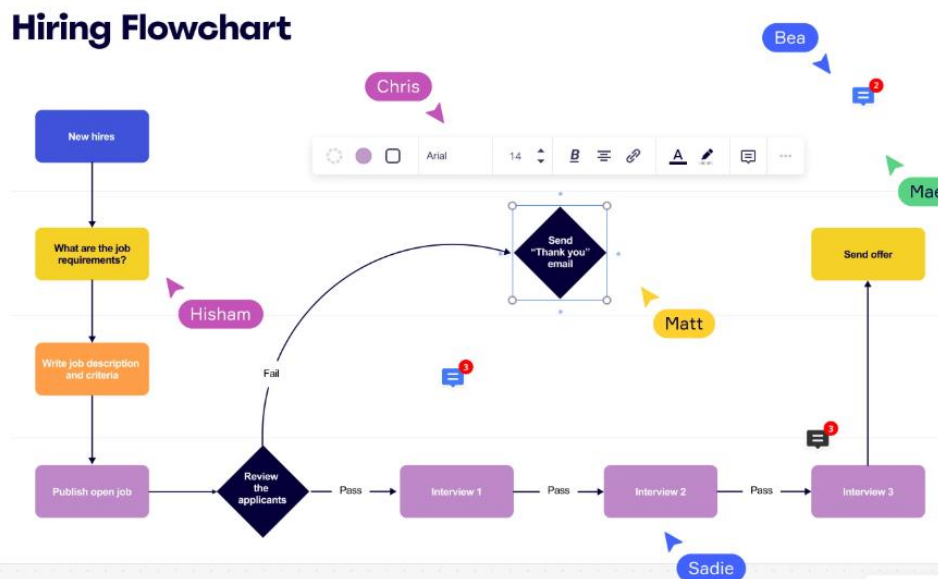
Fuente: Ortega, 2025.

2.1.8 Diagrama de flujo de procesos

En cuanto a este tipo de diagrama, Miro (2025) establece:

Un diagrama de flujo es un tipo de diagrama que explica visualmente un proceso o flujo de trabajo, por lo que también se llama flujograma. Utilizando símbolos y definiciones estandarizadas, los diagramas de flujo describen visualmente los diferentes pasos y decisiones de un proceso.

Figura 2.8: Ejemplo de diagrama de flujo



Fuente: Miro, 2025.

2.1.9 Recolección de datos

Parra (2025) menciona acerca de la recolección de datos lo siguiente:

[...] se refiere al enfoque sistemático de reunir y medir información de diversas fuentes a fin de obtener un panorama completo y preciso de una zona de interés. La recopilación de datos permite a un individuo o empresa responder a preguntas relevantes, evaluar los resultados y anticipar mejor las probabilidades y tendencias futuras. La exactitud en la reunión de datos es esencial para garantizar la integridad de un estudio, las decisiones comerciales acertadas y la garantía de calidad.

Figura 2.9: Ejemplo de recolección de datos



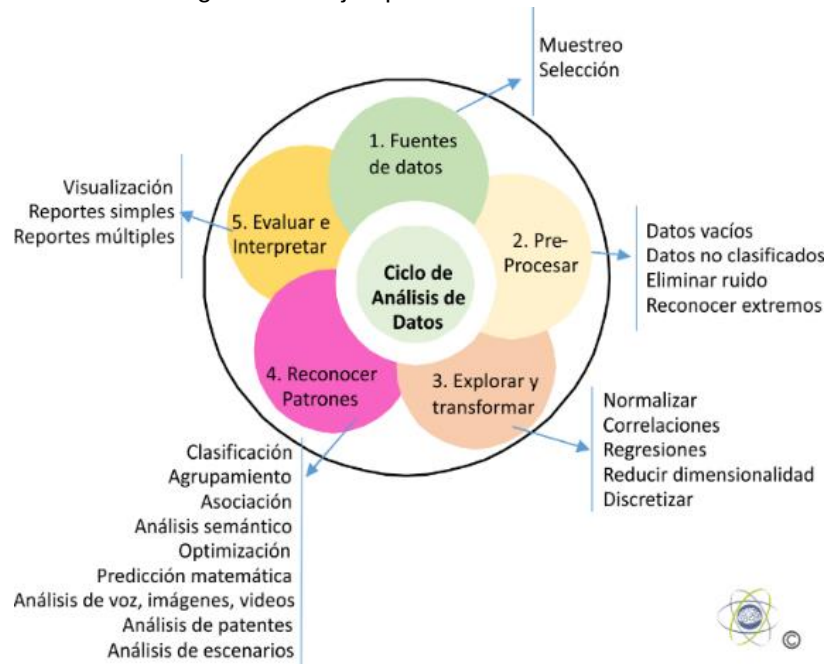
Fuente: Ceña, 2019.

2.1.10 Análisis de datos

Respecto al análisis de datos, Coursera (2023) señala:

Al manipular los datos utilizando diversas herramientas y técnicas de análisis de datos, podrás empezar a encontrar tendencias, correlaciones, valores atípicos y variaciones que empiezan a contar una historia. Durante esta etapa, puedes utilizar la minería de datos para descubrir patrones dentro de las bases de datos o el *software* de visualización de datos para ayudar a transformar los datos en un formato gráfico fácil de entender.

Figura 2.10: Ejemplo de análisis de datos



Fuente: Logopolis, 2018.

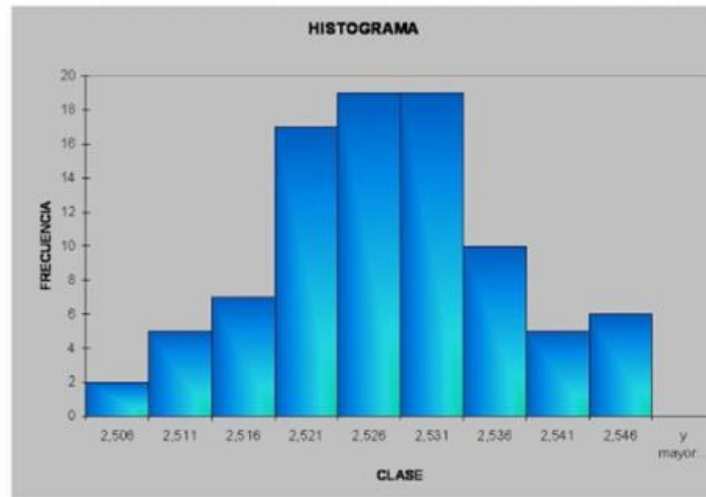
2.1.11 Histogramas

JMP (2025) describe las siguientes características de estos gráficos:

Un histograma muestra la forma de los valores, o la distribución, de una variable continua.

[...] ayudan a ver el centro, la extensión y la forma de un conjunto de datos. También se pueden usar como herramienta visual para comprobar la normalidad. Los histogramas son una de las siete herramientas básicas de control de calidad estadístico.

Figura 2.11: Ejemplo de histograma

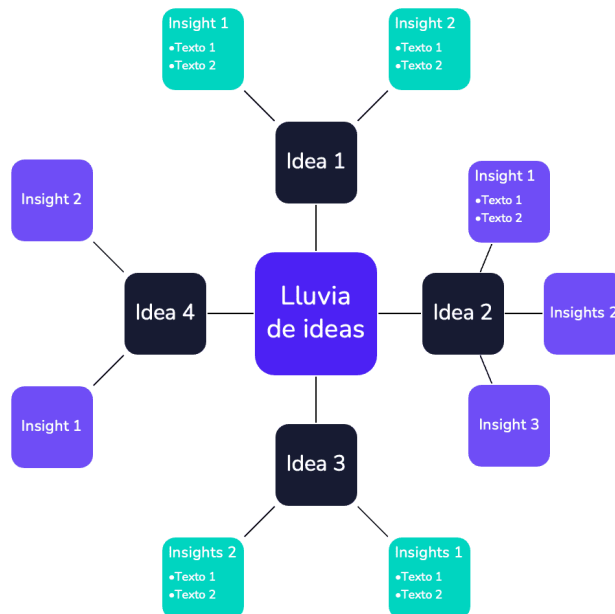


Fuente: Asolengin, 2014.

2.1.12 Lluvia de ideas

Según Licari (2021), “La lluvia de ideas se define como un tipo de técnica que carece de una estructura pero que, resulta útil para grupos de trabajo e investigaciones, en las cuales se requiere obtener soluciones mediante la generación de ideas espontáneas”.

Figura 2.12: Ejemplo de lluvia de ideas

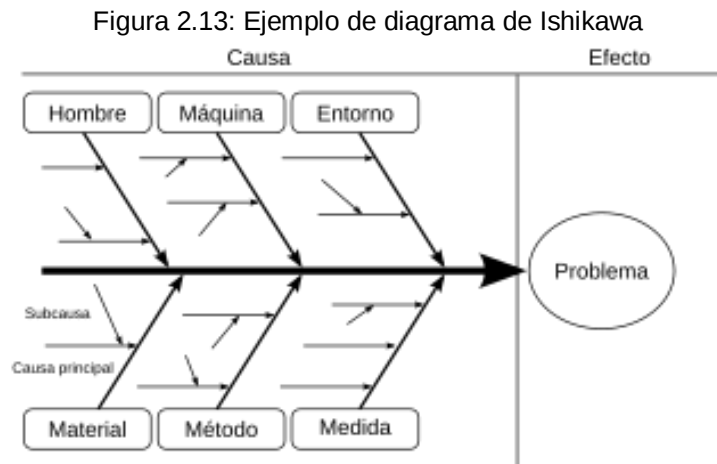


Fuente: Flores, 2022.

2.1.13 Diagrama de Ishikawa

Con relación a esta herramienta, Rodrigues (2024) expresa:

Diagrama de Ishikawa, también llamado diagrama de espina de pescado o diagrama causa-efecto, consiste en una poderosa herramienta visual que facilita la identificación y resolución de problemas al desglosar, de forma clara y estructurada, las causas de una situación específica. Creado por Kaoru Ishikawa en 1943, este modelo revolucionó la manera de abordar el control de calidad, brindando un análisis gráfico que revela cada factor que incide en un proceso y permite ver con precisión dónde actúan las variables que conducen a un efecto no deseado.



Fuente: Progressa Lean, 2014.

2.1.14 Multivoto

Referente al multivoto, ASQ (2025) explica en qué consiste y su ventaja:

El voto múltiple, un método de toma de decisiones, reduce una amplia lista de posibilidades a una lista más reducida de las principales prioridades o a una selección final. El voto múltiple es preferible a la votación directa porque permite que un elemento que goza del favor de todos, pero que no es la opción preferida de nadie, alcance la cima.

Figura 2.14: Ejemplo de multivoto

Votes in rank order: Rhonda's votes: 4, 9, 12, 2, 8 Terry's votes: 6, 10, 12, 9, 15 Pete's votes: 2, 9, 14, 4, 6			Martha's votes: 10, 8, 15, 12, 11 Al's votes: 8, 6, 11, 10, 4		
1. Buddy Ellis	6. Albert Stevens: $5 + 1 + 4 = 10$	11. Mike Frost: $1 + 3 = 4$	12. Luke Dominguez: $3 + 3 + 2 = 8$	13. Joe Modjeski	14. Paul Moneaux: 3
2. Susan Legrand: $2 + 5 = 7$	7. Greg Burgess	15. Chad Rusch: $1 + 3 = 4$			
3. Barry Williams	8. Joan McPherson: $1 + 4 + 5 = 10$				
4. Lisa Gailmon: $5 + 2 + 1 = 8$	9. Donald Jordan: $4 + 2 + 4 = 10$				
5. Steve Garland	10. Sam Hayes: $4 + 5 + 2 = 11$				

Fuente: ASQ, 2025.

2.1.15 Diagrama de Pareto

En cuanto a este diagrama, Velázquez (2025) detalla:

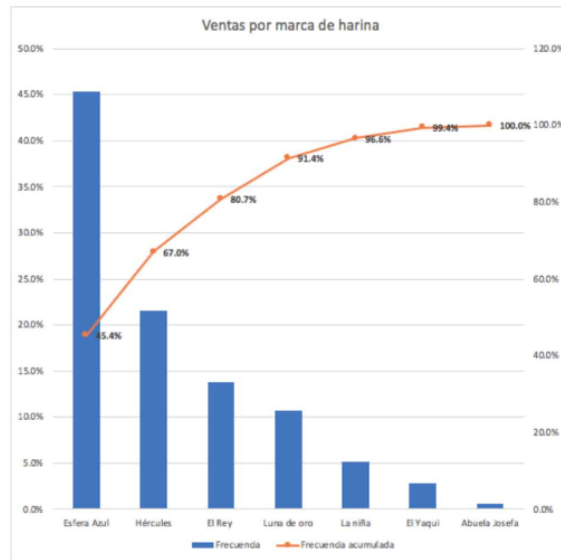
Un diagrama de Pareto es una técnica que permite clasificar gráficamente la información de mayor a menor relevancia, con el objetivo de reconocer los problemas más importantes en los que deberías enfocarte y solucionarlos. Esta técnica se basa en el principio de Pareto o regla 80/20, la cual establece una relación de correspondencia entre los grupos 80-20, donde el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas. El diagrama de Pareto, también conocido como curva de distribución ABC, consiste en una gráfica que clasifica los aspectos relacionados con una problemática y los ordena de mayor a menor frecuencia, con lo que permite visualizar de forma clara cuál es la causa principal de una consecuencia.

Tabla 2.1: Ejemplo de matriz de datos del Pareto

Ventas por marca de harina		
Marca	Ventas en miles de pesos	Porcentaje
Esfera Azul	\$72,858.00	45.4%
Luna de oro	\$17,131.00	10.7%
La niña	\$8,370.00	5.2%
Hércules	\$34,716.00	21.6%
El Rey	\$22,085.00	13.7%
Abuela Josefa	\$980.00	0.6%
El Yaqui	\$4,511.00	2.8%
	\$160,651.00	

Fuente: Velázquez, 2025.

Figura 2.15: Ejemplo de diagrama de Pareto



Fuente: Velázquez, 2025.

2.1.16 Project charter

Gestión de Proyectos (2025) define esta herramienta a continuación:

El *project charter*, también conocido como el documento de arranque del proyecto, es un documento breve pero importante que se utiliza para establecer los objetivos y alcances de un proyecto, así como para identificar a las personas involucradas y los recursos necesarios. Es el primer paso en la planificación de un proyecto y sirve como guía para tomar decisiones importantes a lo largo del proceso.

El *project charter* incluye información esencial como el propósito y la visión del proyecto, los objetivos y alcances, los plazos y presupuestos, y la lista de personas involucradas. También puede incluir un análisis de riesgos y un plan de respuesta a ellos.

Figura 2.16: Ejemplo de project charter

PROJECT CHARTER					
Project Title	Project and Portfolio Management Tool			Project Manager	Sameer Patel
Project Start Date	May 21, 2017	Project End Date	August 31, 2017	Project Sponsor	Randy Hadden
Business Need					
All Information Technology projects that require agreement on the Memorandum of Understanding between the Customer and the Service Provider are approved through email. This project was initiated to reduce the manual approvals and create a system to obtain and track the approvals to reduce any discrepancies and loss of data.					
Project Scope			Deliverables		
Create an in-house PPM to include all Global IT projects.			1. Generate consolidated project status report 2. Extract Global Headcount details for all projects		
Risks and Issues			Assumptions/Dependencies		
1. Data discrepancy due to large amount of projects 2. Involvement of multiple teams			1. All Global IT projects to be added to the tool 2. Managers to provide regular updates for the projects		
Financials					
Budget to complete this project is \$3000					
Milestones Schedule					
Milestone			Target Completion Date	Actual Date	
Upload all Global IT Projects to the tool			May 20, 2017		
Complete UAT testing for the tool			July 30, 2017		
Project Team			Approval/Review Committee		
Project Manager	Randy Hadden		Sponsor	Randy Hadden	
Project Manager	Sameer Patel		Business Division Head	Aniket Bhonsle	
Team Members	Vice President, Senior Manager, Analyst		Business Unit Head	Sunil Rajan	
			Finance Manager	Ketan Shah	

Fuente: Gestión de Proyectos, 2025.

2.1.17 Plan de capacitación

Referente a este plan, Team Asana (2025) establece:

Con un plan de capacitación puedes enseñar habilidades a los miembros del equipo mediante un programa y conjunto de materiales predeterminados. Estos planes pueden beneficiar a tu empresa y a tu equipo al ayudar a aumentar la tasa de retención y mejorar la productividad del equipo.

Los planes de capacitación son una manera de mejorar las habilidades de los miembros de tu equipo. Estos planes son mutuamente beneficiosos para las empresas y los miembros del equipo, ya que aumentan la tasa de retención y mejoran la productividad del equipo. Si apoyas a tu equipo a través del aprendizaje, ellos podrán aplicar sus nuevas habilidades en el trabajo.

Figura 2.17: Ejemplo de plan de capacitación



Fuente: Team Asana, 2025.

2.1.18 Diagrama de Gantt

Respecto al diagrama de Gantt, Lectora (2025) señala:

[...] es una herramienta de gestión de proyectos que permite identificar y hacer un seguimiento eficaz de las tareas que deben realizarse para completar un proyecto concreto. Por ejemplo, el gráfico permite seguir el progreso y las interdependencias entre tareas, delegar tareas, asignar recursos de forma eficiente, cumplir plazos y asignar responsables de tareas.

Figura 2.18: Ejemplo de diagrama de Gantt



Fuente: Lectera, 2025.

2.1.19 Gemba walk

Businessmap (2025) describe el origen de esta herramienta y su función:

El término *gemba* proviene del japonés y significa ‘el verdadero lugar. En la gestión *lean*, *gemba* es el lugar más importante para un equipo, puesto que es el lugar donde realmente sucede el trabajo.

En otras palabras, es donde verdaderamente sucede el trabajo, es en donde puedes observarlo y analizarlo.

La caminata *gemba* es un concepto desarrollado por Taiichi Ohno, quien a menudo es considerado el padre de la producción *justo a tiempo*.

Al desarrollar tal concepto, Ohno ofrece una oportunidad real para que los ejecutivos dejen su rutina diaria, observen dónde verdaderamente sucede el trabajo y construyan relaciones con los trabajadores basadas en la confianza mutua.

Figura 2.19: Ejemplo de gemba walk



Fuente: Businessmap, 2025.

2.1.20 Reuniones kaizen

En cuanto a este tipo de reuniones, Kaizen (2025b) indica:

[...] son elementos clave en los procesos de transformación organizacional. Constituyen una forma eficaz de reunir equipos de proyecto para resolver problemas desafiantes o implementar soluciones innovadoras para necesidades existentes. Estos talleres intensivos reúnen equipos multidisciplinarios con el objetivo de desarrollar soluciones e implementar mejoras prácticas y medibles.

Figura 2.20: Ejemplo de evento kaizen

Evento KAIZEN™:		
FECHA DE PUESTA EN MARCHA / /	FECHA DE CONCLUSIÓN / /	ÚLTIMA ACTUALIZACIÓN / /
1. DEFINIR EL DESAFÍO ✓	4. ENCONTRAR CAUSAS RAÍZ ✓	7. ACTUALIZAR EL PLAN DE ACCIONES ✓
2. VERIFICAR SITUACIÓN ACTUAL ✓	5. DISEÑAR SOLUCIONES ✓	8. CONFIRMAR RESULTADOS E ESTÁNDARES ✓
3. DEFINIR SITUACIÓN OBJETIVO ✓	6. PRUEBA DE SOLUCIONES ✓	9. EVALUAR, DESPLEGAR Y PERSEVERAR ✓
Líder del proyecto:	Equipo:	Responsable:

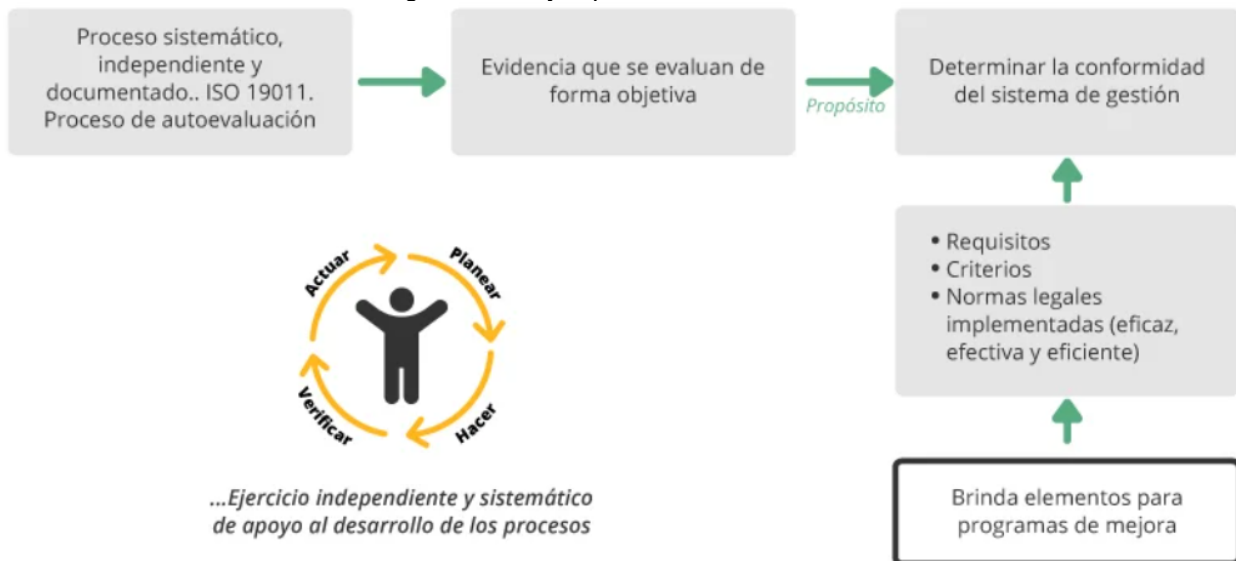
Fuente: Kaizen, 2025b.

2.1.21 Auditorías internas

Con relación a esta medida, Pirani (2025) señala:

La auditoría interna es un proceso esencial que permite a las organizaciones evaluar y supervisar el correcto funcionamiento de sus distintas áreas. Este examen sistemático no solo verifica la efectividad de los controles internos establecidos, sino que también asegura que la operación general de la empresa se alinee con sus objetivos estratégicos.

Figura 2.21: Ejemplo de auditoría interna



Fuente: Pirani, 2025.

2.1.22 ROI (retorno de la inversión)

Slimstock (2025) describe acerca del ROI:

[...] es un indicador para saber cuánto dinero está ganando (o perdiendo) la empresa con cada inversión. Esta métrica se usa para saber cuánto la empresa ganó a través de sus inversiones.

El ROI incluye todo lo que puede obtener beneficios. Esto ayuda a las empresas a materializar rendimientos que, en algunos casos, no siempre son tan evidentes.

Este indicador puede calcular, por ejemplo, las acciones de *marketing* o ventas, adquisición de herramientas de administración, nuevas estrategias de retención de clientes, entre otros.

De esta forma, el ROI puede ayudar a definir las inversiones que dan los mejores beneficios a la vez que entrega las herramientas para analizar y optimizar aquellas que ya están funcionando, para obtener un mejor rendimiento.

Figura 2.22: Ejemplo de fórmula del ROI

Fórmula del ROI (retorno de la inversión)

La forma más sencilla de calcular el ROI es siguiendo esta fórmula:

$$ROI = [(ingresos - costes) / costes] \times 100$$

Fuente: Slimstock, 2025.

2.2 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA

A continuación, se exponen los detalles más importantes de la empresa Coca Cola FEMSA, donde se realiza el estudio.

2.2.1 Visión/misión

La visión y misión de la empresa se muestran seguidamente.

Visión

"Ser el mejor líder total de bebidas, que genere valor económico, social y ambiental sostenible gestionando modelos de negocio innovadores y ganadores, con los mejores colaboradores en el mundo" (Coca Cola FEMSA, 2025).

Misión

"Satisfacer con excelencia a los consumidores de nuestras bebidas" (Coca Cola FEMSA, 2025).

2.2.2 Antecedentes históricos

Coca Cola FEMSA es una empresa conjunta de FEMSA y The Coca Cola Company que en 1993 lanzó la primera oferta pública inicial en las bolsas de valores de México y Estados Unidos. Ese mismo año expandió sus operaciones internacionales, pero principalmente en América Latina y, desde entonces, ha crecido y expandido. Sin embargo, se enfrenta a todo tipo de desafíos, aunque teniendo en claro su propósito: "Refrescar al mundo en todo momento y en todo lugar".

En la actualidad cuenta con más de 80 mil colaboradores y es el embotellador de franquicias Coca Cola más grande del mundo por volumen de ventas. La compañía produce y distribuye bebidas de las marcas registradas de The Coca Cola Company. Así, se ofrece un amplio portafolio de 131 marcas a más de 266 millones de consumidores cada día. En otras palabras, comercializa y vende aproximadamente 3.5 mil millones de cajas unidad por medio de casi 2 millones de puntos de venta al año. Operando 49 plantas de manufactura y 260 centros de distribución, Coca Cola FEMSA está comprometido a

generar valor económico, social y ambiental para todos los grupos de interés en toda la cadena de valor.

Historia con línea del tiempo

1993, oferta pública inicial en las bolsas de valores de México y Estados Unidos.

1994, adquiere capital mayoritario de Coca Cola Buenos Aires, en Argentina.

1997, esquema de preventa y dispositivos móviles (*handhelds*) en más del 90 % de las rutas en México y Buenos Aires.

1998, inicio de las operaciones en la planta Toluca, México, con una línea de producción y un volumen inicial de 15 millones de cajas unidad.

2002, lanzamiento en México de Coca Cola 2.5 litros PET retornable.

2003, adquisición de PANAMCO, extendiéndose a nueve países en Latinoamérica.

2004, fundación de la primera planta de reciclado de PET en Latinoamérica, en alianza con ALPLA y The Coca Cola Company.

2006, amplía el portafolio con la marca Hi-C en Centroamérica (Costa Rica, Nicaragua y Panamá).

2007, en conjunto con The Coca Cola Company, se adquiere Jugos del Valle y se lanza Coca Cola Zero en Argentina, México y Brasil.

2008, adquiere Refrigerantes Minas Gerais (REMIL) en Brasil.

2009, en conjunto con The Coca Cola Company, adquiere en Colombia la empresa de agua Brisa.

2010, expande el portafolio de bebidas no carbonatadas con la Joint Venture de Leão Alimentos en Brasil.

2011, integra a tres grandes grupos empresariales en México: Grupo Tampico, CIMSA y Fomento Queretano. Asimismo, con Estrella Azul ingresa a la industria láctea y de helados en Panamá, concluyendo operaciones en 2020.

2012, por medio de Jugos del Valle integra Santa Clara, expandiendo el portafolio a la categoría de lácteos en México.

2013, embotellador de mayor volumen en México con la integración de Grupo Yoli. En Brasil adquiere las franquicias Fluminense y Spaipa. También, adquiere el 51 % de Coca

Cola Bottlers Philippines, Inc., iniciando operaciones en el año 2013 y concluyendo en 2018.

2014, inicia operaciones la planta embotelladora de Itabirito, en Minas Gerais, Brasil.

2015, adquiere Verde Campo en Brasil. Inicia operaciones en la planta de Tocancipá en Colombia.

2016, adquiere de Vonpar en Brasil. Entrando a la categoría de bebidas energéticas.

2017, adquiere en conjunto con The Coca Cola Company la categoría de bebidas líder a base de semillas.

2018, adquisición de MONRESA en Uruguay.

2020, Coca Cola FEMSA coloca Bono Verde por US\$ 705 millones, el más grande en la historia para una compañía en Latinoamérica. Primera compañía mexicana en tener la certificación Science Based Target initiative (SBTi).

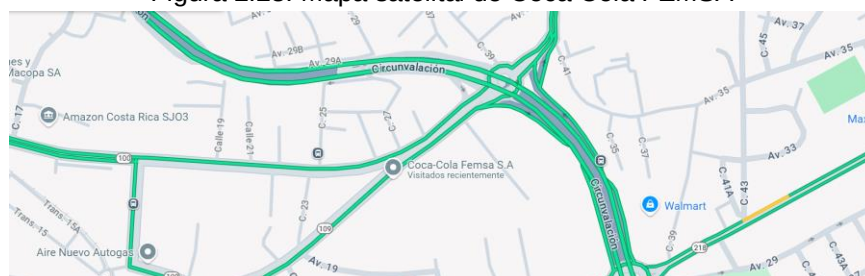
2021, rediseño del acuerdo de la distribución con Heineken en Brasil y adquiere la marca de cerveza brasileña Therezópolis y el acuerdo de distribución con Estrella Galicia. Primera compañía en colocar los primeros bonos vinculados a la sostenibilidad en el mercado mexicano.

2022, adquisición de CVI Refrigerantes en Brasil. Construcción de una nueva planta de reciclaje en México, PLANETA. Acuerdo de distribución con Campari Group y Grupo Perfeetti Van Melle en Brasil.

2.2.3 Ubicación geográfica

La ubicación de la empresa es San José, Calle Blancos, 150 metros este de la Guardia Rural.

Figura 2.23: Mapa satelital de Coca Cola FEMSA

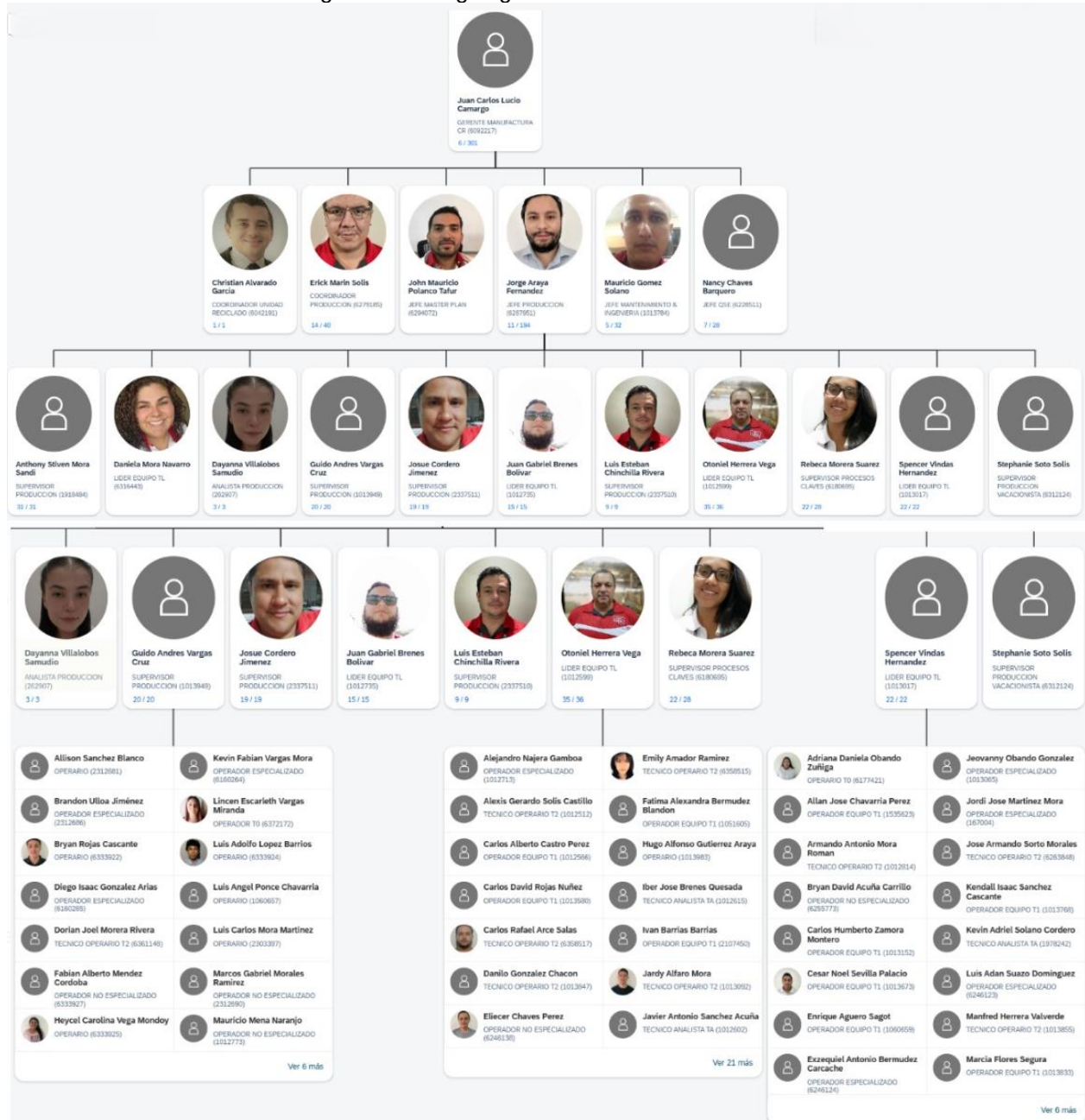


Fuente: Google Maps, 2025.

2.2.4 Estructura organizacional

El organigrama de la empresa se muestra a continuación:

Figura 2.24: Organigrama de Coca Cola FEMSA



Fuente: RR.HH. de Coca Cola FEMSA Costa Rica, 2025.

2.2.5 Cantidad de empleados

En Coca Cola FEMSA Costa Rica laboran 1358 empleados en todas las áreas (administrativas, manufactura, bodegas, distribución y reparto). Respecto al Área de Producción, laboran 301 personas.

Para esta investigación, el enfoque es en el Área de Producción, la misma cuenta con 301 empleados, distribuidos de la siguiente manera:

Tabla 2.2: Cantidad de empleados por área

Área de Manufactura	Cantidad
Gerente	1
Jefes	4
Coordinadores	2
Supervisores	6
Líder de equipo	3
Analista de producción	3
Operarios	282
Total	301

Fuente: RR.HH. de Coca Cola FEMSA Costa Rica, 2025.

2.2.6 Tipos de productos

Coca Cola FEMSA es una empresa que embotella y distribuye bebidas de Coca Cola en Costa Rica. Incluso, es el embotellador público más grande de Coca Cola en el mundo por volumen de ventas. Embotella una amplia variedad de bebidas, como refrescos, jugos, agua, néctares, bebidas a base de frutas, agua purificada, carbonatada y de sabores, té, café, bebidas deportivas y energéticas, lácteos y a base de proteína vegetal.

2.2.7 Mercado de exportación

Coca Cola FEMSA Costa Rica exporta concentrados de bebidas a Centroamérica, el Caribe y otros países de América Latina, desde la planta en Liberia, Guanacaste, Costa Rica.

2.2.8 Descripción general del proceso productivo

El proceso de la línea 1 de producción de Coca Cola FEMSA inicia con la carga de las botellas vacías. Estas se introducen en un sistema de transporte que las lleva a la estación de llenado. En esta etapa, las botellas se alinean y se mantienen en su lugar para asegurar un posicionamiento adecuado en el proceso de llenado, el cual se realiza mediante boquillas que dispensan el líquido dentro de las botellas. Este sistema tiene un sensor que indica cuándo se llega al límite de llenado.

Luego se continúa con la colocación de la tapa y codificado. De este modo, pasan a la máquina termoempacadora, que acomoda las botellas en grupos de 12, en líneas de 4x3. Posteriormente, pasan a la máquina empaquetadora que acomoda el producto en tarimas y, de ahí, pasan a la máquina envolvedora que emplastica los productos de la tarima, manteniéndolos agrupados. Después, si todas las botellas están con el nivel de producto deseado, tapadas, etiquetadas y emplasticadas de forma correcta, se trasladan a bodega, pero si por el contrario vienen con algún defecto, se trasladan a desempaque.

Figura 2.25: Flujo del proceso productivo de la línea 1 de Coca Cola FEMSA



Fuente: Coca Cola FEMSA, 2025.

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

El enfoque de la investigación es mixto, por lo cual se utilizan diversas herramientas ingenieriles que permitan obtener datos cuantitativos y cualitativos a partir de diversas fuentes de información.

Referente a los diseños mixtos, Hernández et al. (2003) señalan:

[...] representan el más alto grado de integración o combinación entre los enfoques cualitativo y cuantitativo. Ambos se entremezclan o combinan en todo el proceso de investigación, o, al menos, en la mayoría de sus etapas [...] agrega complejidad al diseño de estudio; pero contempla todas las ventajas de cada uno de los enfoques (p. 21).

En la misma línea de pensamiento, desde la óptica propuesta por Di Silvestre (2008), la complementariedad metodológica ha permeado la comunidad científica, por lo que:

[...] se ha ido posicionando en la actualidad una estrategia de investigación que permite combinar la metodología cualitativa y la cuantitativa aun cuando estas en el pasado se han encontrado en posturas opuestas. Esta estrategia de investigación es la denominada “multimétodos”, “métodos mixtos”, o “triangulación metodológica”, cualquiera sea su nombre ella apunta a la combinación de la metodología cualitativa y la cuantitativa (p. 71).

3.2 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

El método de la investigación para mejorar la eficiencia de la producción en la línea 1 en la empresa Coca Cola FEMSA es la metodología DMAIC, la misma ayuda a proponer una mejora en el manejo del proceso mencionado. De acuerdo con González (2023), “DMAIC es considerada como la metodología central en Six Sigma. Que define el problema, mide variables, analiza las causas, implementa soluciones y las mantiene”.

En concordancia con lo anterior, a continuación se expone el diagrama donde se observa la metodología DMAIC por utilizar:

Figura 3.1: Herramientas utilizadas en el método DMAIC

Definir	Medir	Analizar	Mejorar	Controlar
• FODA • Matriz FODA • Gráfico de barras • Entrevistas • Árbol de CTQ • Diagrama SIPOC • Diagrama de flujo	• Recolección de datos • Análisis de datos • Histogramas	• Lluvia de Ideas • Ishikawa • Multivoto • Diagrama de Pareto	• <i>Project charter</i> • Plan de capacitación • Cronograma de Gantt	• <i>Caminata gemba</i> • Reuniones <i>kaizen</i> • Auditorías internas • ROI

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Definir

Se utilizan herramientas para definir el problema con claridad. Mediante un FODA, se analiza la empresa a lo interno y lo externo identificando sus fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas. Por su parte, con la matriz FODA se cruzan las variables y se establece cómo aprovechar las fortalezas y anticiparse a posibles riesgos. Además, los gráficos de barras indican la fluctuación en la producción y la entrevista arroja posibles causas en las bajas en la eficiencia de la línea desde el punto de vista del personal. Luego, con un árbol de CTQ, se conectan las necesidades con los requerimientos del proceso, esto ayuda a traducir expectativas en características medibles y prioritarias. Adicional, por medio del diagrama SIPOC, se puede entender el flujo general y ubicar puntos críticos, y el diagrama de flujo permite visualizar el paso a paso del proceso en la línea para determinar posibles cuellos de botella, tareas repetitivas y áreas de mejora.

Medir

Recolección y análisis de datos: el estudio de los datos históricos de eficiencias mensuales y paros diarios permite identificar la variabilidad en la eficiencia y en los paros, así como el rendimiento de la línea. Histogramas: son gráficos que ayudan a visualizar la distribución de los datos, como la cantidad de paros, el tipo de estos, la cantidad de tiempo que se pierde por paro y las fluctuaciones en la eficiencia mensual.

Analizar

Lluvia de ideas: se analiza el problema desde diferentes perspectivas. Diagrama de Ishikawa: se organizan las ideas por categorías para visualizar cómo cada factor puede contribuir al problema raíz. Multivoto: permite seleccionar los puntos críticos según la opinión de los colaboradores involucrados en el proceso. Diagrama de Pareto: identifica las causas más frecuentes o con mayor peso dentro del problema, que son la de mayor votación; esta herramienta valida la regla del 80/20, la cual dice que un pequeño número de causas genera un impacto negativo mayor en el proceso.

Mejorar

Project charter: facilita exponer de una manera visual el plan de capacitación, objetivos, alcance, responsable, cronogramas y justificación del plan. Plan de capacitación: es un plan de formación continua para los colaboradores de la línea de producción, centrado en estandarizar procesos, ajustes y cambios de formatos. Cronograma de Gantt: permite observar la planificación del plan de capacitación, duración y actividades por realizar.

Controlar

Caminata *gemba*: mediante esta herramienta, se visualiza llevar a cabo los procesos conforme se instruyen. Reuniones *kaizen*: en estas se analizan los resultados, se ajustan estrategias y se toman decisiones para mantener o mejorar la estrategia. Auditorías internas: se efectúan auditorías periódicas del proceso para evaluar el desempeño de la línea y la eficacia de las soluciones implementadas, asegurando que los estándares se mantengan a largo plazo. ROI: se refiere al cálculo del beneficio económico de las propuestas.

3.3 FUENTES DE INFORMACIÓN

Coll (2021) explica que la fuente primaria es uno de los distintos tipos de fuente de información. Esta proporciona información nueva y original, siendo el resultado de una investigación o trabajo intelectual. Y agrega que la fuente secundaria es uno de los distintos tipos de fuente de información. Esta proporciona información organizada,

elaborada, producto de análisis de terceros, traducciones, o la reorganización de una información obtenida de una fuente primaria (Coll, 2021).

En el caso de esta investigación, la fuente primaria corresponde a los registros de las eficiencias y los paros que hacen los supervisores, y la información que anotan los operarios de la línea. Por otro lado, la fuente secundaria es la entrevista realizada a los colaboradores.

3.3.1 Sujetos de información

Este concepto se refiere a las personas objeto de estudio, también se le conoce como población o universo. Según Barrantes (2005), “la población: conjunto de elementos que tienen características en común. Pueden ser finitas o infinitas” (p. 135).

La recolección de datos se lleva a cabo por medio de los registros históricos de las eficiencias y los paros. Adicional, se utiliza la entrevista para obtener el punto de vista del personal.

3.4 VARIABLES DE ANÁLISIS

A continuación, se detalla la tabla de variables:

Tabla 3.1: Variables de la investigación por objetivo específico

Objetivo específico	Variable	Definición conceptual	Operacionalización	Instrumentalización
Definir los factores que generan inestabilidad en el cumplimiento de la eficiencia de la línea 1, mediante la caracterización del proceso.	Factores	Proceso de identificar el origen de un problema y buscar una solución de forma que se trate desde su raíz.	Se analizan todos los factores expuestos para determinar cuáles son los más críticos.	FODA y estrategias. Gráfico de barras. Entrevista. Gráfico de pastel. Árbol de CTQ. Diagrama SIPOC. Diagrama de flujo.
Medir el impacto de estos factores con estadística descriptiva y principios básicos de SMED.	Medición de la eficiencia	Proceso mediante el cual se registran las eficiencias del proceso productivo y las variables que lo afectan.	Se analizan los registros históricos para medir cuantitativamente el estado de las eficiencias y las variables.	Recolección y análisis de datos. Diagrama de Pareto. Gráfico de barras.
Analizar las causas que provocan el incumplimiento de la eficiencia, mediante técnicas de análisis de causa raíz.	Causas críticas	Se busca visualizar de manera clara y ordenada la información analizada.	Brindar un análisis para determinar las causantes de la problemática en las eficiencias en la producción.	Lluvia de ideas. Ishikawa. Multivoto. Diagrama de Pareto.
Proponer mejoras y controles que aumenten la eficiencia en la línea 1 de producción y, así, alcanzar las metas mensuales.	Propuestas	Proponer mejoras es una recomendación que se hace con base en los análisis, para así poder obtener un buen resultado.	Se analizan las causas que provocan las irregularidades para determinar las principales razones y plantear oportunidades de mejora.	<i>Project charter</i> . Plan de capacitación. Cronograma Gantt. Caminata <i>gemba</i> . Reuniones <i>kaizen</i> . Auditorías internas. ROI.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

3.5 INSTRUMENTOS

Seguidamente, se muestran los instrumentos utilizados en esta investigación.

3.5.1 Entrevistas

Interpretar los datos del personal que tiene conocimiento de causa de todas las determinantes implicadas es vital para recopilar datos relevantes e indagar en detalles que la exploración visual delimita; de esta forma, las entrevistas son parte fundamental del estudio.

Respecto a lo anterior, Moraga (2012) indica: “Dialogar para saber o profundizar es la esencia de la entrevista; en este último sentido toda entrevista tiene un común denominador: gestionar información, investigar”.

En el proceso de estudio, se genera una entrevista a los colaboradores de la línea, técnico, supervisores y líderes, para recibir los datos más significativos acerca del proceso de producción de la línea 1 de Coca Cola FEMSA.

3.5.2 Registros históricos

Un estudio cuantitativo interpreta datos para determinar la problemática. Así, el uso de registros históricos permite medir el impacto, para consecuentemente establecer diferentes etapas en la investigación. Por lo expuesto, se emplean las eficiencias de producción diarias que registran todo tipo de paros, fallas, ajustes, limpiezas y reparaciones.

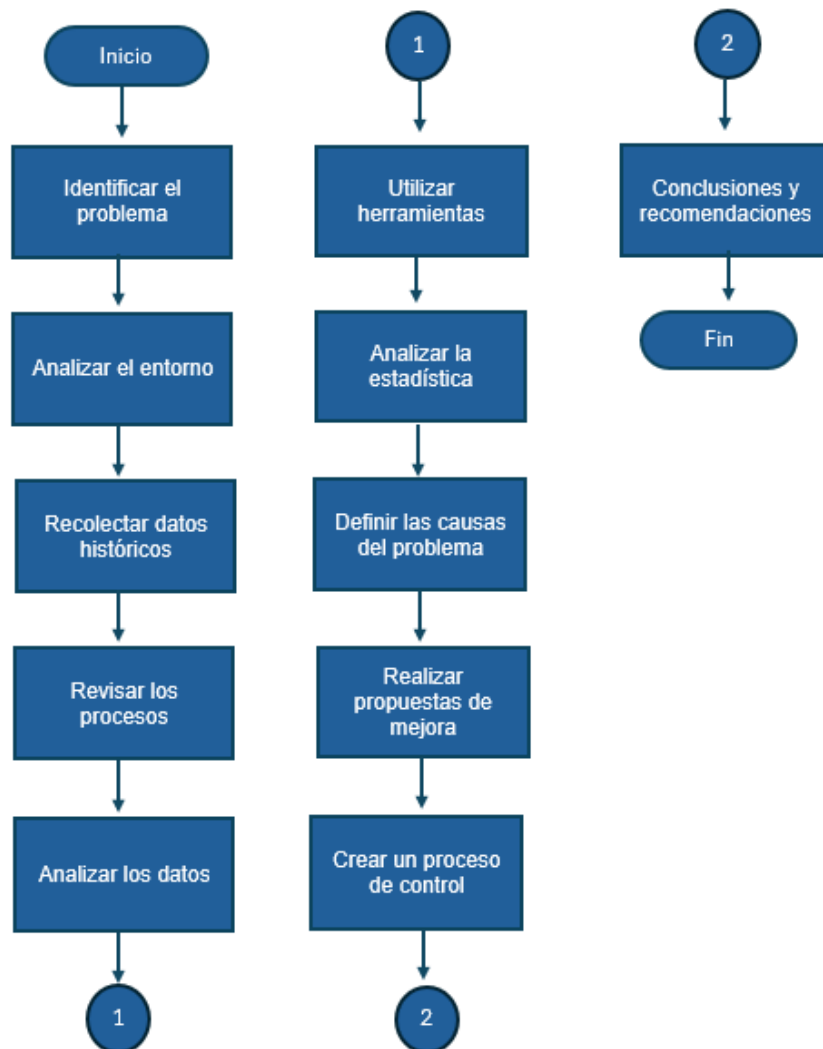
3.6 PROCESO PARA LA RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS

En cuanto a esta investigación, se les realiza una entrevista a los colaboradores de la línea de producción para obtener datos. Asimismo, se utiliza la información existente en los registros de eficiencias y paros registrados de forma diaria, semanal y mensual.

Como parte de la metodología DMAIC, en la “definición del problema” se realiza un FODA, una matriz FODA, un diagrama de SIPOC, un diagrama de flujo y un árbol de CTQ, con el fin de obtener ideas y entender qué ocurre en la línea de producción y, mediante la revisión y análisis de datos e histogramas, se identifican las características principales del problema.

Referente a la etapa de análisis, se inicia con una lluvia de ideas en equipo y estas se ordenan por categorías a partir de un diagrama de Ishikawa. Después, por medio de un multivoto, se seleccionan las causas más críticas o frecuentes y, mediante un diagrama de Pareto, se muestran las causas que tienen mayor peso en el problema en estudio. Una vez identificada la causa o las causas del problema de este proyecto de investigación, se formulan propuestas de mejora para disminuir las irregularidades en la producción de la línea 1.

Figura 3.2: Diagrama de flujo del proceso para la recolección y análisis de datos



Fuente: Elaboración propia, 2025.

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

El estudio se realiza en la empresa Coca Cola FEMSA, ubicada en San José, específicamente en la línea 1 de producción. Esta última funciona 24 horas 7 días a la semana, es decir, la producción es constante; sin embargo, la producción es menor a la proyectada, por lo que no se alcanzan las metas de producción diarias, semanales ni mensuales.

4.1 DEFINIR

En esta etapa se conoce a fondo el entorno de la empresa y el proceso productivo de la línea 1.

4.1.1 FODA de Coca Cola FEMSA

Mediante un análisis FODA, se identifican las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas existentes en la empresa; de este modo, se muestra un panorama estratégico amplio para entender su situación actual, lo cual permite identificar áreas de mejora y aprovechar oportunidades en un entorno competitivo.

Figura 4.1: Análisis FODA de Coca Cola FEMSA



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Fortalezas (F)

- **Líder en el mercado:** al ser el embotellador oficial de la marca Coca Cola, esto le otorga una ventaja significativa a la empresa frente a sus competidores.
- **Variedad de productos:** cuenta con una variada oferta de productos que abarca distintas categorías y preferencias del consumidor.
- **Experiencia en el área de embotellado:** la empresa cuenta con una amplia experiencia en el área de embotellado, más de 30 años con Coca Cola Company, por lo que mantiene altos estándares de calidad y eficiencia en sus procesos.
- **Amplia red de distribución:** esta garantiza una cobertura efectiva en diversas zonas geográficas del país.
- **Comprometido con la sostenibilidad:** aspecto cada vez más valorado por los consumidores y reguladores. En cuanto a esto, tiene iniciativas para reducir la huella de carbono, reciclar y usar responsablemente el agua.

Oportunidades (O)

- **Apertura a nuevos mercados:** el entorno ofrece múltiples oportunidades que la empresa puede capitalizar, tanto a nivel geográfico como de segmentos de consumidores.
- **Tendencia hacia productos más saludables:** la cual está en aumento, lo que implica la posibilidad de innovar o reformular productos existentes.
- **Alianzas estratégicas:** estas pueden ser con otras empresas, plataformas o instituciones. También representan una oportunidad para fortalecer la presencia de la marca y diversificar canales de distribución.
- **Responsabilidad social y sostenibilidad:** puede aprovecharse por la empresa como una ventaja competitiva si continúa fortaleciendo sus políticas en este ámbito.

Debilidades (D)

- **Dependencia de la marca Coca Cola:** este aspecto puede limitar la flexibilidad para diversificar o responder a ciertos cambios del mercado.

- **Vulnerabilidad a fluctuaciones económicas:** especialmente en contextos inflacionarios o con volatilidad cambiaria.
- **Altos costos de operación:** puede ser un factor interno que le afecte debido a que puede disminuir su rentabilidad si estos costos no se gestionan adecuadamente.
- **Complejidad organizativa:** puede dificultar la toma de decisiones rápidas y la adaptación a nuevas condiciones del mercado.

Amenazas (A)

- **Mucha competencia:** tanto de marcas globales como de productores locales y artesanales, esto representa un reto constante.
- **Regulaciones del Gobierno:** especialmente aquellas relacionadas con salud pública o medio ambiente, pueden restringir ciertas operaciones o aumentar los costos.
- **Factores económicos:** tales como inflación, devaluación o bajo poder adquisitivo del consumidor.
- **Factores políticos:** pueden generar incertidumbre en las políticas fiscales o comerciales.
- **Cambio en los hábitos de consumo:** con una mayor preferencia por productos naturales, orgánicos o sostenibles. Representa una amenaza si la empresa no se adapta a tiempo a estas nuevas demandas.

4.1.2 Matriz de estrategias de Coca Cola FEMSA

A partir del FODA, se elabora la matriz de estrategias. De esta manera, con las fortalezas encontradas se aprovechan las oportunidades y se reducen las amenazas, mientras que las oportunidades ayudan a superar las debilidades y, al reducir estas últimas, se evitan las amenazas. La matriz se aprecia a continuación:

Figura 4.2: Matriz de estrategias de Coca Cola FEMSA

	Oportunidades	Amenazas
Fortalezas	FO Aprovechar el liderazgo para expandirse a nuevos mercados con ventaja competitiva. Adaptar el portafolio a tendencias saludables y alianzas innovadoras. Utilizar la experiencia para desarrollar alianzas estratégicas de producción. Expandirse a nuevos mercados aprovechando la logística ya establecida. Reforzar la imagen de marca aprovechando la tendencia a la responsabilidad social.	FA Usar la posición de liderazgo para defender la cuota frente a la competencia. Diversificar más el portafolio para responder a los cambios en los hábitos de consumo. Optimizar los procesos para resistir las regulaciones o cambios políticos. Minimizar los impactos económicos utilizando eficiencia logística. Anticiparse a regulaciones y ganar apoyo social mediante sostenibilidad.
Debilidades	DO Diversificar productos mediante alianzas estratégicas. Expandirse en mercados estables y sostenibles para balancear los riesgos. Invertir en tecnologías sostenibles que mejoren la eficiencia y reduzcan los costos. Establecer estructuras flexibles en nuevas alianzas o proyectos sostenibles.	DA Buscar independencia con nuevas marcas ante riesgos regulatorios o de mercado. Fortalecer la planificación financiera ante crisis o inflación. Rediseñar los procesos para minimizar el impacto ante factores económicos y políticos. Simplificar la organización para reaccionar mejor a los cambios del entorno.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estrategias FO (fortalezas + oportunidades)

Aprovechar las fortalezas internas para capitalizar las oportunidades externas.

Coca Cola FEMSA cuenta con una marca global muy reconocida, una infraestructura sólida y una gran variedad de productos. Estas fortalezas pueden utilizarse estratégicamente para expandir su presencia en el creciente mercado de bebidas saludables, al lanzar nuevas líneas de productos funcionales o bajos en azúcar, apoyándose en la confianza del consumidor hacia la marca. Adicional, su infraestructura logística puede ser clave para potenciar ventas mediante canales digitales, como plataformas de entrega a domicilio o aplicaciones móviles, y aprovechando su compromiso con la sostenibilidad, se puede atraer a un consumidor más consciente al aliarse con tendencias como el reciclaje y el uso responsable del agua.

Estrategias FA (fortalezas + amenazas)

Usar las fortalezas para reducir o neutralizar amenazas externas.

Utilizando su capacidad financiera, operativa y de innovación, puede hacerles frente a amenazas como regulaciones gubernamentales más estrictas, impuestos a bebidas azucaradas o el cambio de hábitos del consumidor. También puede reducir el impacto de las críticas hacia su huella ambiental al realizar campañas educativas sobre sostenibilidad o reformulación de productos. Asimismo, su amplia variedad de productos le da la ventaja de adaptarse rápidamente a cambios en la demanda, enfrentando la creciente competencia de marcas artesanales y bebidas locales saludables. Por último, su red de distribución puede asegurar que sus productos sigan presentes incluso en condiciones económicas adversas, como inflación o problemas logísticos regionales.

Estrategias DO (debilidades + oportunidades)

Superar las debilidades internas aprovechando las oportunidades del entorno.

Entre las principales debilidades, está su dependencia con la empresa Coca Cola Company y el desafío que implica modernizar sus operaciones ante un mercado cambiante. Sin embargo, existen oportunidades para superar estas limitaciones, ya que la tendencia hacia productos más saludables puede impulsar a crear nuevas alianzas con empresas locales. También, aprovechar las oportunidades tecnológicas para digitalizar procesos logísticos, de ventas y de mercadeo, permite modernizar su estructura y adaptarse mejor a nuevas exigencias del mercado costarricense.

Estrategias DA (debilidades + amenazas)

Reducir o eliminar debilidades internas para evitar o mitigar amenazas externas.

Para enfrentar amenazas como regulaciones estrictas, presión ambiental o crisis económicas, es crucial que la empresa reduzca su vulnerabilidad, lo cual implica trabajar internamente para disminuir los altos costos operativos y hacer más eficiente la cadena de suministro. Por consiguiente, es fundamental un cambio organizacional que posibilite mejorar los tiempos en la toma de decisiones y en la respuesta al consumidor. Capacitar al personal, adoptar tecnologías más sostenibles y optimizar el uso de recursos como el agua y el plástico son estrategias necesarias para evitar que las amenazas externas afecten su posición en el mercado.

4.1.3 Histórico de producción y metas de la línea 1

En la línea 1 de producción, se establece un porcentaje de eficiencia semanal y mensual para evaluar la eficiencia de la línea semana tras semana y de forma acumulativa mes tras mes. Respecto al periodo de enero a abril del 2025, las eficiencias se mantienen inestables y bajo la meta mensual determinada.

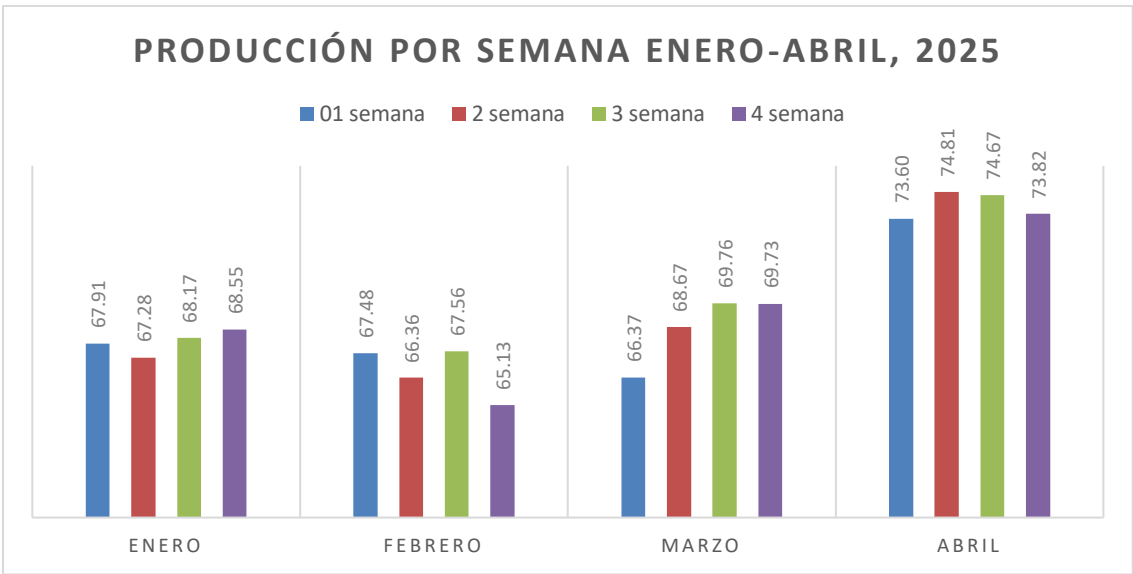
Tabla 4.1: Porcentajes alcanzados por semana y las metas establecidas, enero-abril 2025

Línea 1	1 semana	2 semana	3 semana	4 semana	Eficiencia mensual	Meta del mes
Enero	67.91	67.28	68.17	68.55	67.98	75.00
Febrero	67.48	66.36	67.56	65.13	66.63	77.00
Marzo	66.37	68.67	69.76	69.73	68.63	83.00
Abril	73.60	74.81	74.67	73.82	74.23	82.00

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La tabla muestra la eficiencia alcanzada por la línea 1 en la producción de enero a abril del año en curso de manera semanal. Además, se observa el promedio mensual y las metas establecidas para la eficiencia mensual; por lo tanto, se concluye que este se encuentra por debajo de la meta determinada.

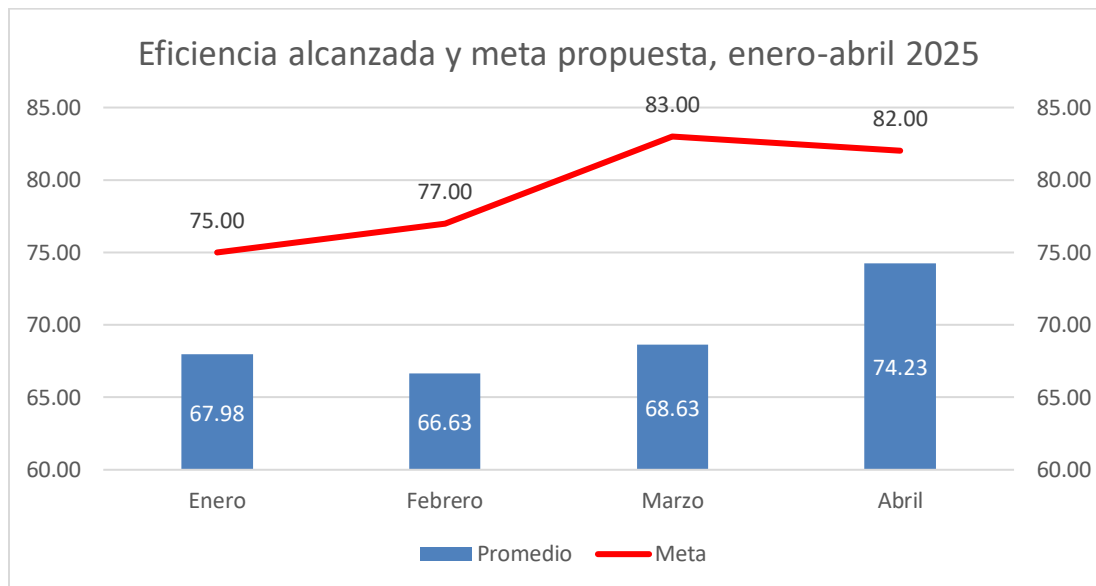
Figura 4.3: Eficiencia de la producción semanal de enero a abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la gráfica se observan las eficiencias logradas semana tras semana, las mismas han sido fluctuantes y bajas durante los meses de enero a abril de 2025.

Figura 4.4: Eficiencia alcanzada y meta propuesta de enero a abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Referente al diagrama anterior, se aprecia la eficiencia mensual obtenida en la línea de producción y la meta propuesta para cada mes, la cual está por encima de la eficiencia alcanzada. Las razones que explican por qué las eficiencias son bajas y no se consigue la meta son el objetivo del estudio.

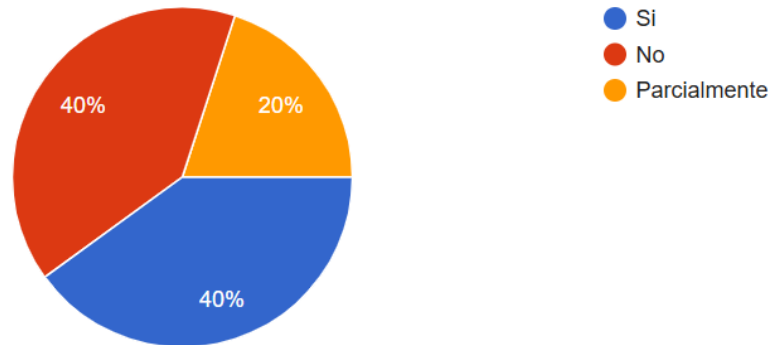
4.1.4 Entrevistas al personal de la línea 1

Para identificar oportunidades de mejora en la eficiencia de la línea de producción, se lleva a cabo una entrevista estructurada dirigida al personal operativo y técnico involucrado en el proceso. Esta permite conocer de manera directa la percepción de los colaboradores sobre aspectos clave del funcionamiento diario, incluyendo la capacitación, mantenimiento, planificación, comunicación, disponibilidad de materiales y gestión de inventarios. Mediante doce preguntas cerradas y una sección abierta para comentarios, se busca recabar información objetiva y subjetiva para tener una visión más integral del estado actual del proceso productivo. Las preguntas se realizan a 15 colaboradores y los resultados se exponen a continuación:

Figura 4.5: Pregunta 1, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

1. ¿Consideras que el personal cuenta con la capacitación adecuada para realizar sus tareas?

15 respuestas



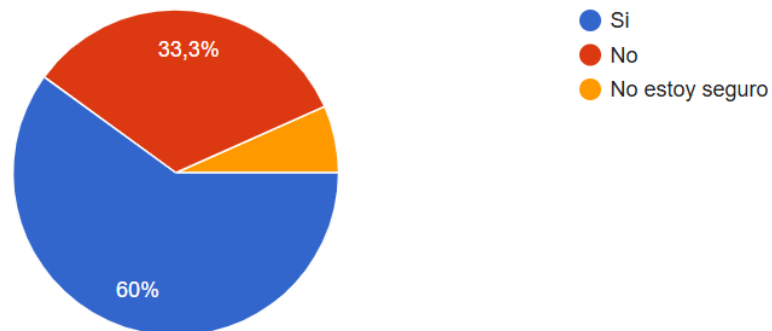
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Referente a esta pregunta, un 40 % considera que los colaboradores no están bien capacitados, otro 40 % señala que sí lo están y un 20 % cree que están parcialmente capacitados.

Figura 4.6: Pregunta 2, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

2. ¿Existen programas de formación continua para mejorar las habilidades del equipo?

15 respuestas



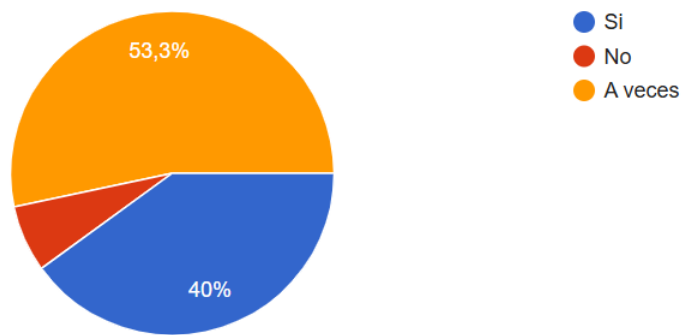
Fuente: Elaboración propia, 2025.

En la segunda pregunta, el 60 % de los entrevistados contesta que sí existen programas de formación continua para mejorar las habilidades del equipo, pero el 33,3 % indica que no y el 7.7 % no está seguro.

Figura 4.7: Pregunta 3, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

3. ¿La maquinaria utilizada está actualizada y en buen estado de funcionamiento?

15 respuestas



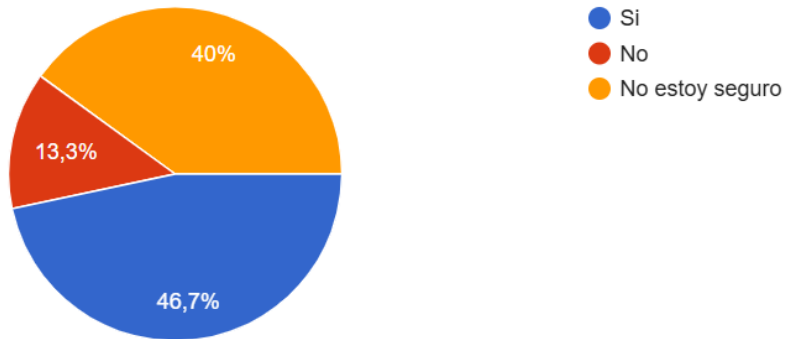
Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con esta pregunta, el 53,3 % responde que a veces la maquinaria utilizada está actualizada y en buen estado, el 40 % menciona que sí lo está y el 6.7 % señala que no.

Figura 4.8: Pregunta 4, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

4. ¿Se realiza mantenimiento preventivo de manera regular?

15 respuestas



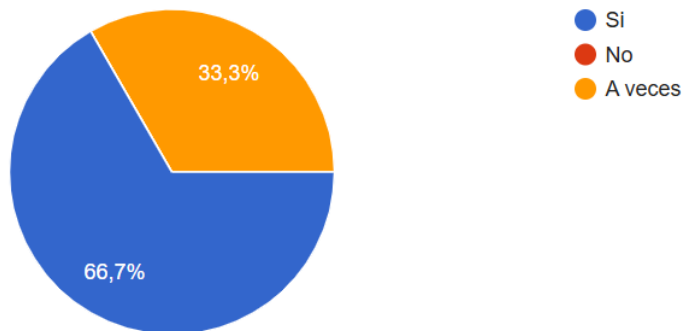
Fuente: Elaboración propia, 2025.

El 46.7 % contesta que sí se realiza un mantenimiento preventivo de manera regular, el 40 % responde que a veces se efectúa y el 13.3 % dice que no se lleva a cabo.

Figura 4.9: Pregunta 5, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

5. ¿Se cuenta con un plan de producción claro y actualizado?

15 respuestas



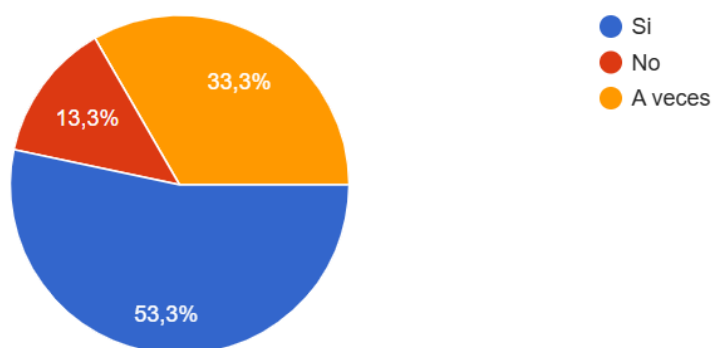
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Respecto a esta pregunta, el 66.7 % responde que sí se cuenta con un plan de producción claro y actualizado; no obstante, el 33 % señala que a veces.

Figura 4.10: Pregunta 6, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

6. ¿La asignación de tareas es clara y bien definida?

15 respuestas



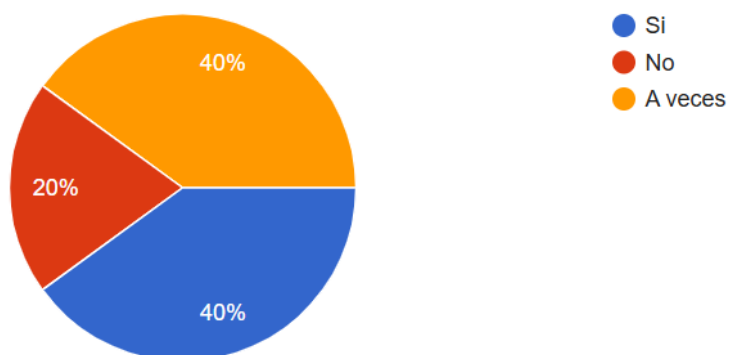
Fuente: Elaboración propia, 2025.

En cuanto a si la asignación de tareas es clara y bien definida, el 53, 3 % contesta que sí, el 33.3 % expresa que a veces y el 13.3 % indica que sí.

Figura 4.11: Pregunta 7, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

7. ¿La comunicación entre los diferentes departamentos es fluida?

15 respuestas



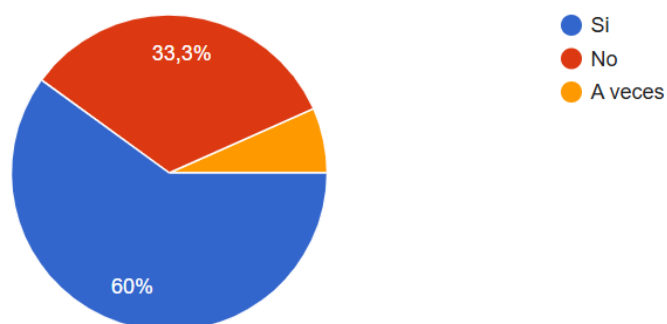
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Un 40 % responde que sí existe comunicación entre los departamentos, otro 40 % señala que a veces hay comunicación fluida y un 20 % expresa que no hay comunicación.

Figura 4.12: Pregunta 8, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

8. ¿Se realizan reuniones periódicas para revisar el progreso y resolver problemas?

15 respuestas



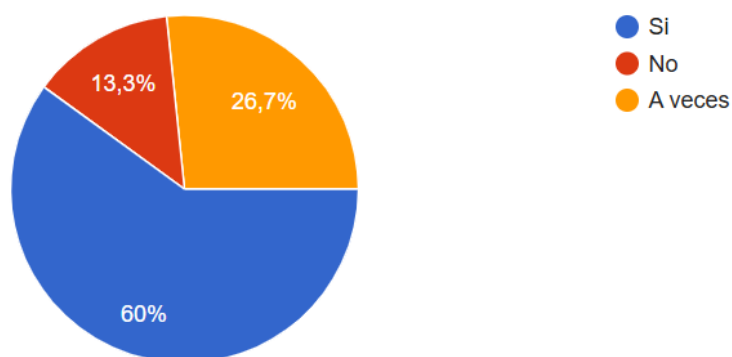
Fuente: Elaboración propia, 2025.

El 60 % contesta que sí se llevan a cabo reuniones periódicas para revisar el progreso y resolver problemas, el 33.3 % indica que no se realizan y el 7.7 % dice que a veces.

Figura 4.13: Pregunta 9, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

9. ¿Los materiales necesarios están disponibles en el momento requerido?

15 respuestas



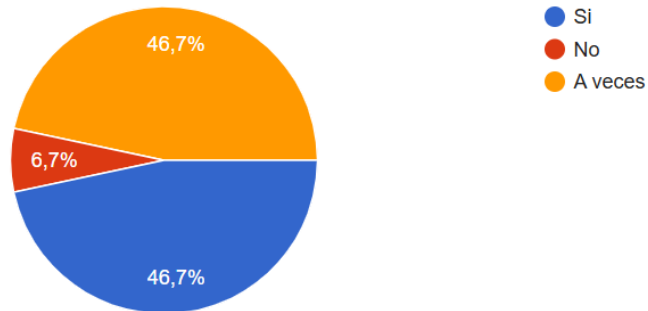
Fuente: Elaboración propia, 2025.

El 60 % responde que sí hay materiales disponibles cuando se necesitan, el 26.7 % señala que a veces y el 13.3 % dice que no.

Figura 4.14: Pregunta 10, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

10. ¿Se gestionan eficientemente los inventarios para evitar escasez o exceso de stock?

15 respuestas



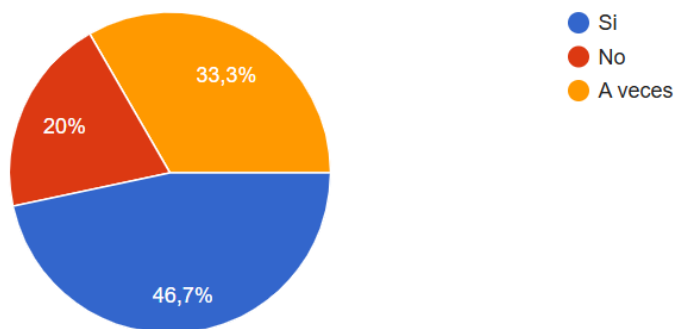
Fuente: Elaboración propia, 2025.

Un 46.7 % indica que los inventarios sí se gestionan eficientemente para evitar escasez, otro 46.7 % expresa que a veces y un 6.7 % menciona que no.

Figura 4.15: Pregunta 11, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

11. ¿Se identifican y resuelven rápidamente los problemas que afectan la producción?

15 respuestas



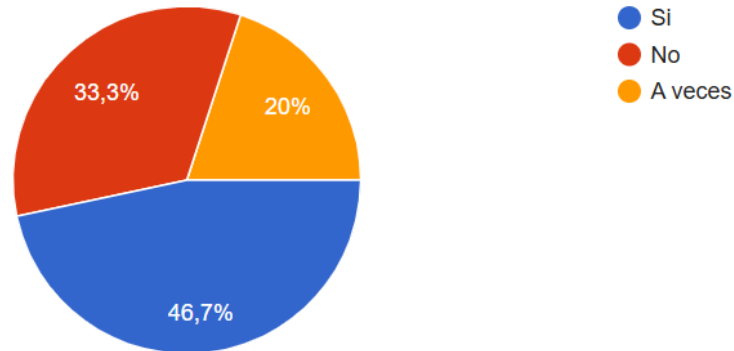
Fuente: Elaboración propia, 2025.

El 46.7 % contesta que sí se identifican y resuelven rápidamente los problemas que afectan a la producción; sin embargo, el 33.3 % señala que a veces no se identifican ni se resuelven y el 20 % dice que no se identifican ni se resuelven.

Figura 4.16: Pregunta 12, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

12. ¿Se implementan mejoras continuas en los procesos productivos?

15 respuestas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El 46.7% responde que sí se implementan mejoras continuas en los procesos productivos, el 33.3 % indica que no y el 20 % menciona que a veces.

Figura 4.17: Pregunta 13, gráfico de pastel del porcentaje de respuestas

13. Cualquier comentario o sugerencia que consideres relevante para mejorar la eficiencia en la producción lo puedes exponer:

4 respuestas

Resolver los problemas a tiempo evitaría paros

Que hayan repuestos y se hagan los mantenimientos cuando se tengan que hacer

buena documentación mejora los procesos

Deberían realizar una buena capacitación a los nuevos

Fuente: Elaboración propia, 2025.

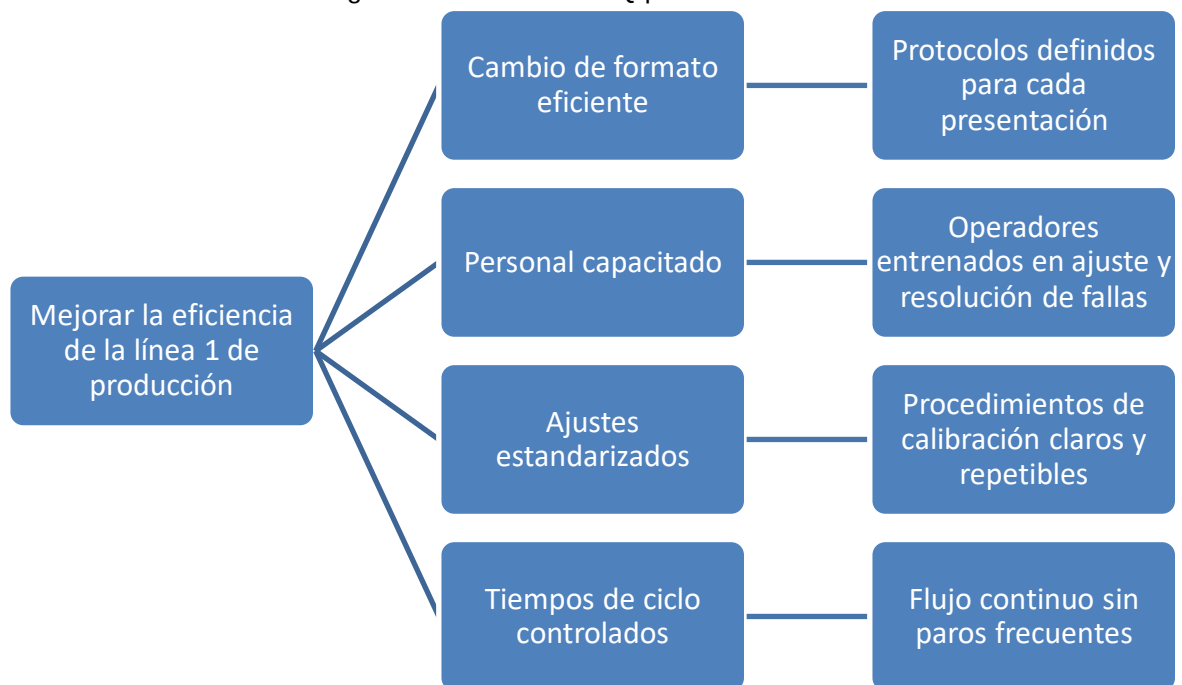
En la pregunta de respuesta libre, solo contestan cuatro encuestados, quienes exponen cuatro áreas de mejora: resolver problemas a tiempo para evitar paros, contar con repuestos y hacer los mantenimientos cuando deban llevarse a cabo, tener una buena

documentación mejora los procesos y realizar una buena capacitación a los colaboradores que ingresan a laborar.

4.1.5 Árbol de CTQ de la eficiencia

Se construye un árbol de CTQ con la finalidad de mejorar la eficiencia en la línea de embotellado a partir de la necesidad del cliente interno, representada por el siguiente enunciado de VOC (voz del cliente): “Para mejorar la eficiencia en la línea de producción, se requiere una correcta operación, calidad del producto, cumplimiento de tiempos y reducción de desperdicios”.

Figura 4.18: Árbol de CTQ para la línea 1



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Se identifican cuatro aspectos CTQ que influyen directamente en la eficiencia del proceso, mismos que se desglosan y describen a continuación:

- **Cambio de formato eficiente:** se requiere contar con protocolos definidos para cada presentación del producto, con el fin de reducir los tiempos promedio de cambio y evitar paros prolongados.

- **Personal debidamente capacitado:** la formación técnica de los operadores es fundamental para efectuar ajustes, resolver fallas y reducir errores durante la operación.
- **Ajustes estandarizados:** la estandarización de procedimientos de ajuste y calibración permite reducir la variabilidad y los errores humanos. Contar con instrucciones claras, visuales y repetibles facilita la correcta ejecución por parte de los operadores.
- **Tiempos de ciclo controlados:** para mantener una producción fluida, es necesario controlar los tiempos de ciclo y minimizar las interrupciones del flujo.

4.1.6 Diagrama de SIPOC de la línea 1

El diagrama SIPOC busca analizar los elementos importantes del proceso, como lo son los proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes; los mismos utilizados para comprender los factores y el estado actual del proceso.

Figura 4.19: Diagrama SIPOC para la línea 1

S: Proveedores	I: Ingresos	P: Proceso	O: Salidas	C: Clientes
• Proveedor ALPLA: botellas, tapas de plástico, etiquetas y aire comprimido. • Proveedor Agua Tica: agua. • Proveedor Coca Cola Company: jarabes y agua purificada. • Proveedor Bodega de Materias Primas: plástico para embalar y termoencogible, tarimas y cartón.	• Insumos: agua, agua purificada, jarabe, cartón, plástico, plástico para embalar y termoencogible, etiquetas, botellas, tapas y aire comprimido.	• Calibrar la máquina. • Se llena la botella y se tapa con el producto. • Se empaca con plástico termoencogible. • Se entarima según la configuración programada. • Se envuelve en plástico de embalaje. • Se envía a la bodega.	• El producto envasado y entarimado (bebidas carbonatadas y no carbonatadas).	• Bodega.

Fuente: Elaboración propia, 2025.

S: son los diferentes proveedores de la materia prima necesaria para la producción en la línea 1, a saber:

- **ALPLA:** proveedor de botellas. Estas ingresan en una preforma que se lleva a un proceso de soplado, donde se introduce la preforma dentro de un molde, se sopla con aire comprimido para que se forme la botella y se etiqueta. Este proceso se realiza en una máquina de la empresa proveedora con funcionarios de esa empresa. También provee las tapas empleadas luego de llenar la botella.
- **Agua Tica:** suministra agua para realizar los enjuagues y limpiar el cuello de las botellas a la hora del llenado, así como el agua por carbonatar.
- **Coca Cola Company:** provee jarabes (Coca Cola, Fanta, Ginger Ale, Soda y agua purificada) utilizados en la elaboración de los productos.
- **Bodega de Materias Primas:** suministra el plástico para embalar y el plástico termoencogible, las tarimas para crear los *palets* donde se entariman los paquetes ya formados y el cartón para separar los niveles entre tarimas.

I: son los insumos o consumibles utilizados para elaborar el producto. En el caso de la línea 1, se usa el agua para limpiar y para ser carbonatada.

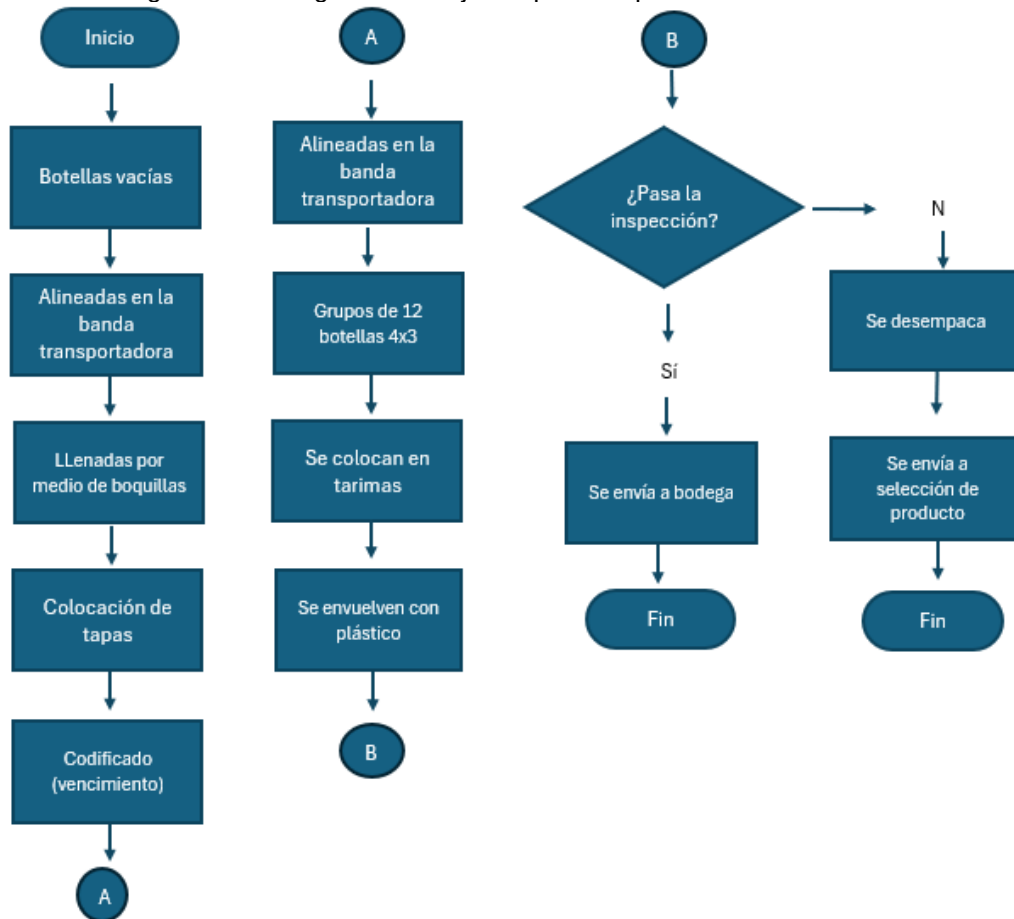
P: se calibra la máquina según la presentación del producto, ya que varía el tamaño. Luego, se efectúa el llenado y tapado de la botella, se acomoda en la banda transportadora donde pasa por el codificado, sigue en la banda transportadora donde pasa a la termoempacadora, sale a otra banda donde se enfría y llega a la entarimadora donde se entarima de acuerdo con la configuración. Una vez terminada la tarima, se dirige hacia la envolvedora, acá se envuelve en plástico para que no se caigan los paquetes. Finalmente, se envía a bodega

O: las bebidas carbonatadas y no carbonatadas ya entarimadas se recogen en la línea y se transportan por un montacargas a la bodega (**C**), donde se almacenan para su posterior distribución.

4.1.7 Descripción general del proceso productivo de la línea 1

El proceso productivo de la línea 1 inicia en la máquina sopladora de botellas, de ahí el producto pasa a las máquinas llenadoras, empaquetadoras y paletizadoras. Al finalizar la línea, se alista para enviarse a bodega.

Figura 4.20: Diagrama de flujo del proceso productivo de la línea 1



Fuente: Elaboración propia, 2025.

El proceso de la línea 1 de producción de Coca Cola FEMSA inicia de la siguiente manera:

1. Las botellas vacías se introducen en un sistema de transporte que las lleva a la estación de llenado.
2. En esta etapa las botellas se alinean y se mantienen en su lugar para asegurar un posicionamiento adecuado en el proceso de llenado.
3. Este último se realiza mediante boquillas que dispensan el líquido dentro de las botellas. Este sistema tiene un sensor que indica cuándo se llega al límite de llenado.
4. Continúan con la colocación de la tapa.
5. Se codifican.

6. Pasan a la máquina termoempacadora, que acomoda las botellas en grupos de 12, en líneas de 4x3.
7. Posteriormente, pasan a la máquina empaquetadora que acomoda el producto en tarimas.
8. De ahí, pasan a la máquina envolvedora, que emplastica los productos de la tarima, manteniéndolos agrupados.
9. Por último, si todas las botellas están con el nivel de producto deseado, tapadas, etiquetadas y emplastizadas de forma correcta, se trasladan a bodega, pero si por el contrario vienen con algún defecto, se trasladan a desempaque.

4.2 MEDIR

En la línea 1 de producción de la empresa Coca Cola FEMSA, se registran las eficiencias diarias, semanales y mensuales, las cuales se calculan tomando como referencia los tiempos en los que las máquinas no están produciendo. Este tiempo se conoce como “paro”.

Al respecto, se registran todos los paros; se clasifican por “tipo de paro”, “clave de paro” y “subclave de paro”; se anota el tiempo de paro y, con esto, se calcula la eficiencia de cada línea: entre más minutos tiene un paro, más baja la eficiencia. De este modo, de enero a abril 2025, se registran 1697 paros clasificados por tipo de paro en paros operativos (P. Operativos), paros de equipo de línea (P.EQ.LÍNEA), cambio y saneamiento (CAMB/SANEAM), paros ajenos (P. Ajenos) y paros por servicios auxiliares. Se realiza un estudio de la cantidad y tipo de paros mes tras mes, lo cual se detalla en los puntos siguientes.

4.2.1 Paros registrados en la línea 1, enero 2025

En enero de 2025, se registran 431 paros. De estos, 187 son paros operativos debido a ajustes incorrectos en el cambio de formato; 141 son paros de equipo de línea, correspondientes a defectos en las maquinarias; 71 paros son por cambios o saneamiento, este es el proceso cuando se limpian las máquinas cada vez que se debe cambiar de producto; 29 paros son ajenos a la línea de producción, en este caso normalmente se registran problemas en la máquina de soplado o fallas en el servicio

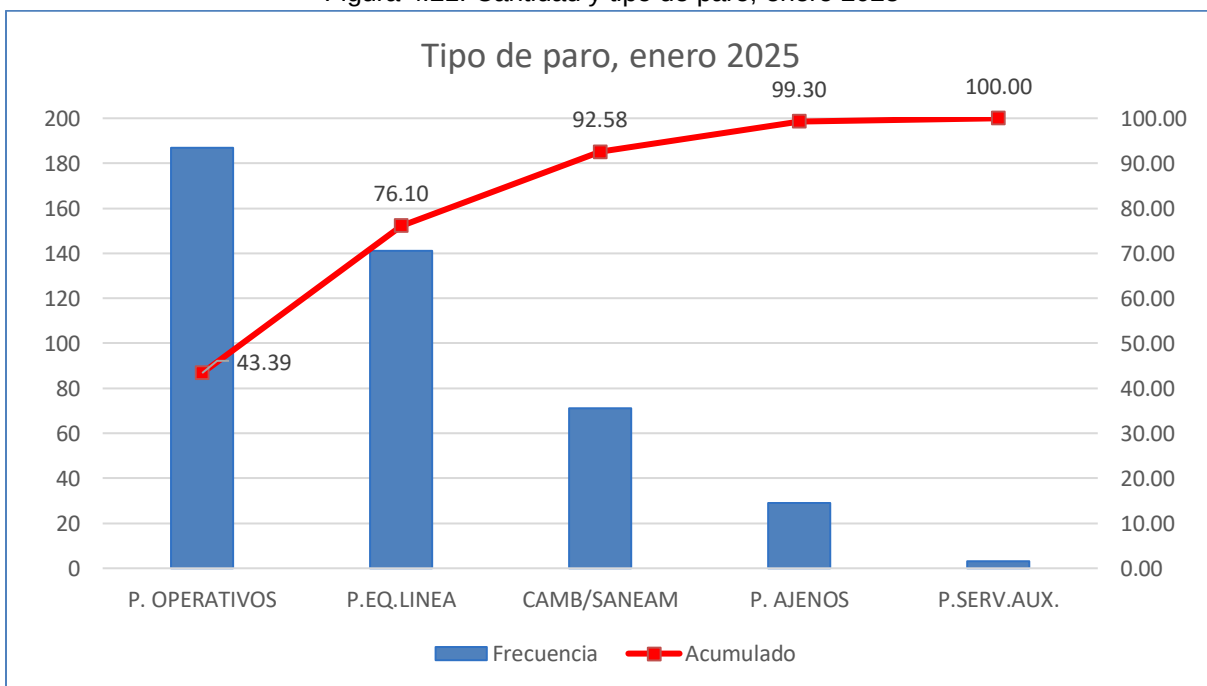
eléctrico, y 3 paros son por servicios auxiliares, estos ocurren debido a fallas en los equipos que suministran agua tratada y el sistema de glicol. Lo anterior se visualiza en la siguiente tabla y diagrama de Pareto:

Tabla 4.2: Cantidad y tipo de paro, enero 2025

Tipo de paro	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
P. OPERATIVOS	187	43.39	43.39
P.EQ. LINEA	141	32.71	76.10
CAMB/SANEAM	71	16.47	92.58
P. AJENOS	29	6.73	99.30
P.SERV.AUX.	3	0.70	100.00
TOTAL	431	100.00	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.21: Cantidad y tipo de paro, enero 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.2 Paros registrados en la línea 1, febrero 2025

En febrero de 2025, se registra una cantidad de 392 paros. De estos, 186 son paros operativos debido a ajustes incorrectos en el cambio de formato; 113 son paros de equipo de línea, correspondientes a defectos en las maquinarias; 67 paros son por cambios o saneamiento, este es el proceso cuando se limpian las máquinas cada vez que se debe

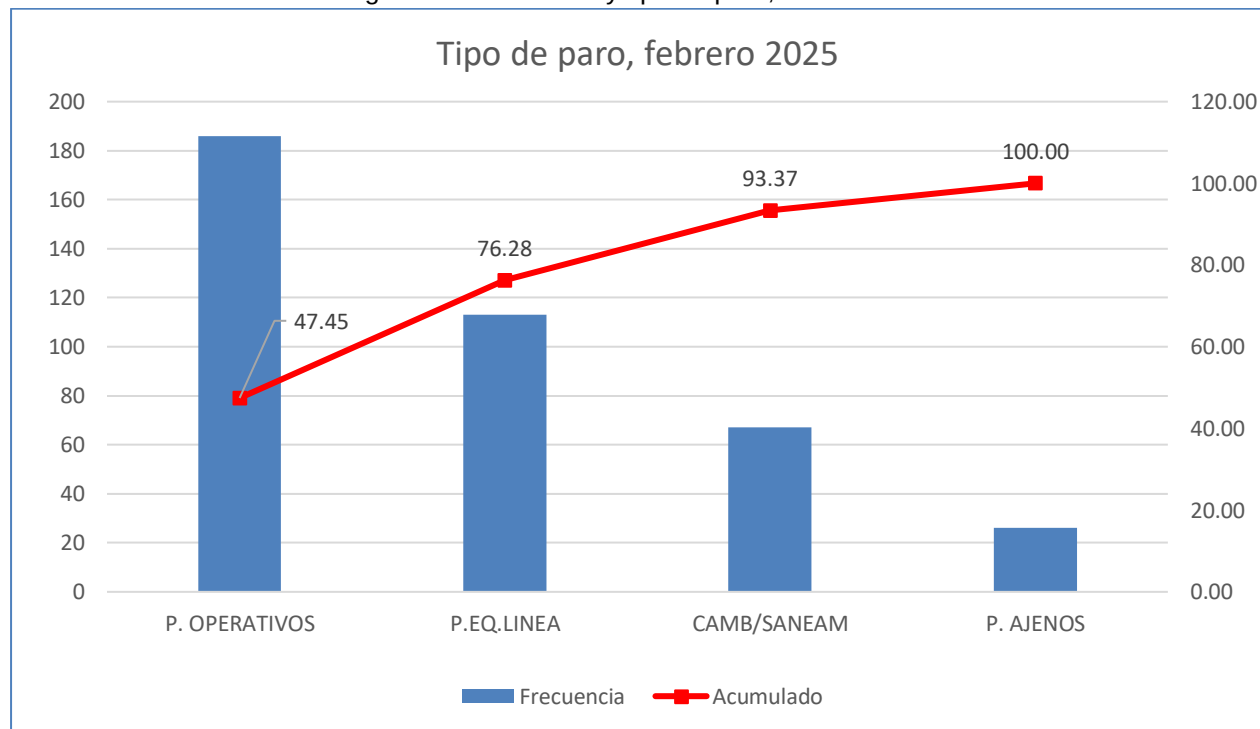
cambiar de producto, y 26 paros son ajenos a la línea de producción, en este caso normalmente se registran problemas en la máquina de soplado o fallas en el servicio eléctrico. Lo anterior indicado se aprecia en la siguiente tabla y diagrama de Pareto:

Tabla 4.3: Cantidad y tipo de paro, febrero 2025

Tipo de paro	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
P. OPERATIVOS	186	47.45	47.45
P.EQ. LINEA	113	28.83	76.28
CAMB/SANEAM	67	17.09	93.37
P. AJENOS	26	6.63	100.00
TOTALES	392	100	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.22: Cantidad y tipo de paro, febrero 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.3 Paros registrados en la línea 1, marzo 2025

En marzo de 2025, se registra una cantidad de 874 paros. De estos, 417 son paros operativos debido a ajustes incorrectos en el cambio de formato; 265 son paros de equipo de línea, correspondientes a defectos en las maquinarias; 125 son por cambios o saneamiento, este es el proceso cuando se limpian las máquinas cada vez que se debe

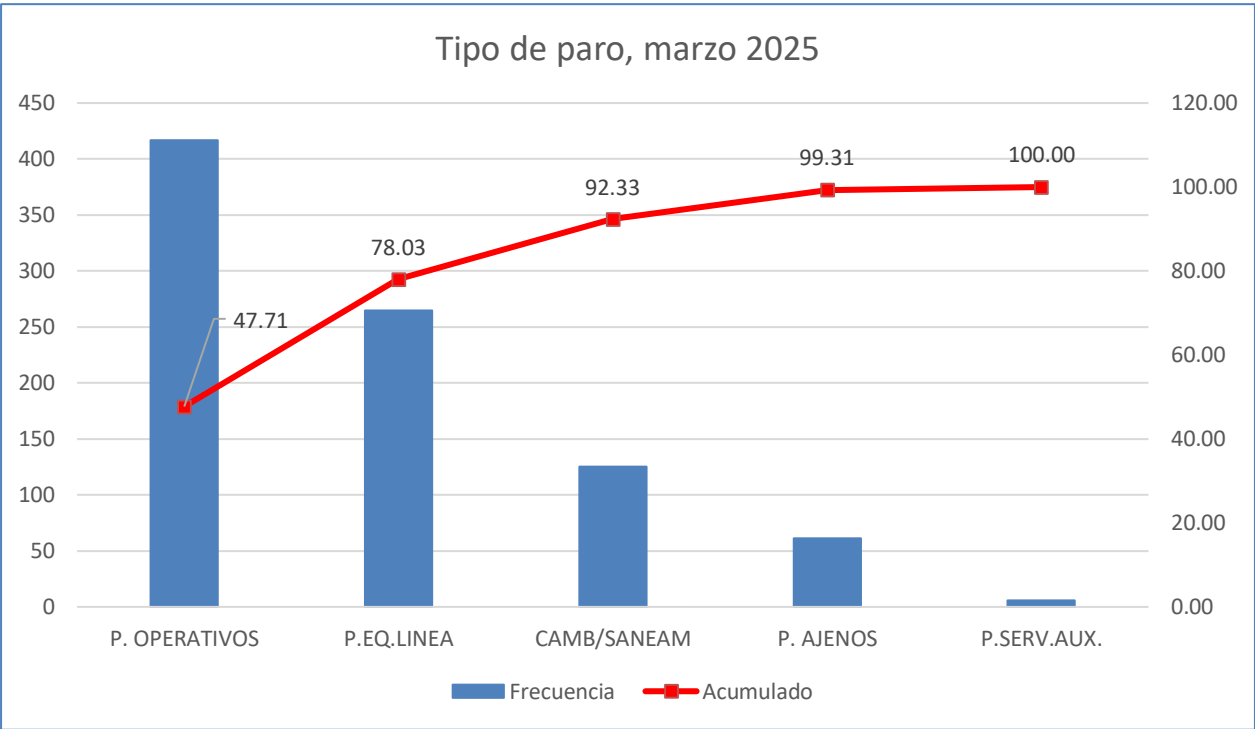
cambiar de producto; 61 paros son ajenos a la línea de producción, en este caso normalmente se registran problemas en la máquina de soplado o fallas en el servicio eléctrico, y 6 paros son por servicios auxiliares, estos ocurren debido a fallas en los equipos que suministran agua tratada y el sistema de glicol. Lo anterior se observa en la siguiente tabla y diagrama de Pareto:

Tabla 4.4: Cantidad y tipo de paro, marzo 2025

Tipo de paro	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
P. OPERATIVOS	417	47.71	47.71
P.EQ. LINEA	265	30.32	78.03
CAMB/SANEAM	125	14.30	92.33
P. AJENOS	61	6.98	99.31
P.SERV.AUX.	6	0.69	100.00
TOTAL	874	100.00	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.23: Cantidad y tipo de paro, marzo 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.4 Paros registrados en la línea 1, abril 2025

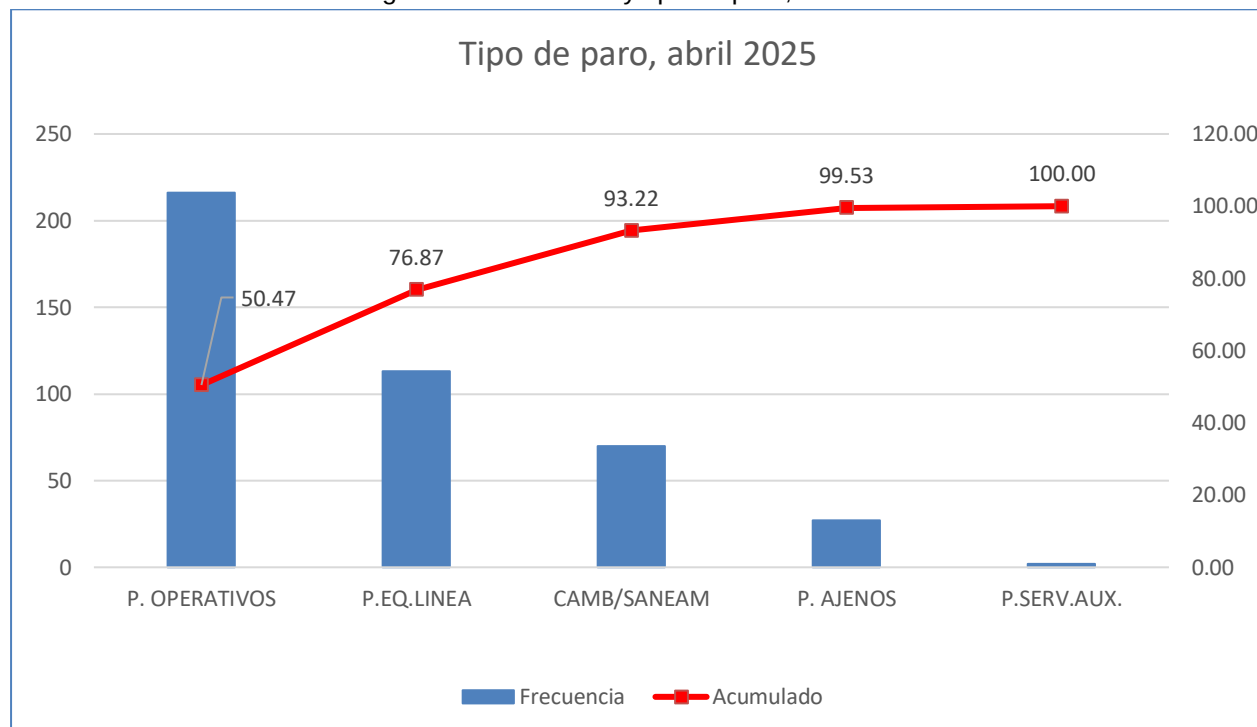
En abril de 2025, se registra una cantidad de 428 paros. De estos, 216 son paros operativos debido a ajustes incorrectos en el cambio de formato; 113 son paros de equipo de línea, correspondientes a defectos en las maquinarias; 70 son por cambios o saneamiento, este es el proceso cuando se limpian las máquinas cada vez que se debe cambiar de producto; 27 paros son ajenos a la línea de producción, en este caso normalmente se registran problemas en la máquina de soplado o fallas en el servicio eléctrico, y 2 paros son por servicios auxiliares, estos ocurren debido a fallas en los equipos que suministran agua tratada y el sistema de glicol. Lo anterior se visualiza en la siguiente tabla y diagrama de Pareto:

Tabla 4.5: Cantidad y tipo de paro, abril 2025

Tipo de paro	Frecuencia	Porcentaje	Acumulado
P. OPERATIVOS	216	50.47	50.47
P.EQ. LINEA	113	26.40	76.87
CAMB/SANEAM	70	16.36	93.22
P. AJENOS	27	6.31	99.53
P.SERV.AUX.	2	0.47	100.00
TOTAL	428	100.00	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.24: Cantidad y tipo de paro, abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

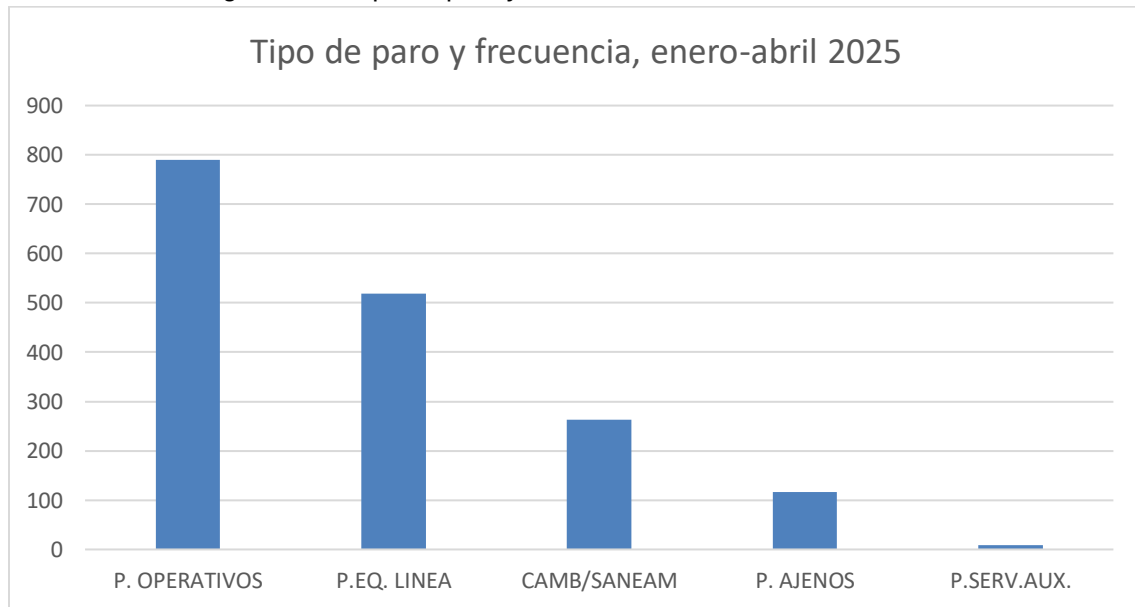
En síntesis, de enero a abril de 2025 hay una cantidad de 1697 paros. De estos, 790 son paros operativos debido a ajustes incorrectos en el cambio de formato; 519 son paros de equipo de línea, correspondientes a defectos en las maquinarias; 263 son por cambios o saneamiento, este es el proceso cuando se limpian las máquinas cada vez que se debe cambiar de producto; 116 paros son ajenos a la línea de producción, en este caso normalmente se registran problemas en la máquina de soplado o fallas en el servicio eléctrico, y 9 paros son por servicios auxiliares, estos ocurren por fallas en los equipos que suministran agua tratada y el sistema de glicol. Lo anterior se aprecia en la siguiente tabla y diagrama de Pareto:

Tabla 4.6: Tipo de paro y frecuencia de este, enero-abril 2025

Tipo de paro	Frecuencia de paro
P. OPERATIVOS	790
P.EQ. LINEA	519
CAMB/SANEAM	263
P. AJENOS	116
P.SERV.AUX.	9
Total	1697

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.25: Tipo de paro y frecuencia de este, enero-abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.5 Tiempo de los paros registrados en la línea 1, enero-abril 2025

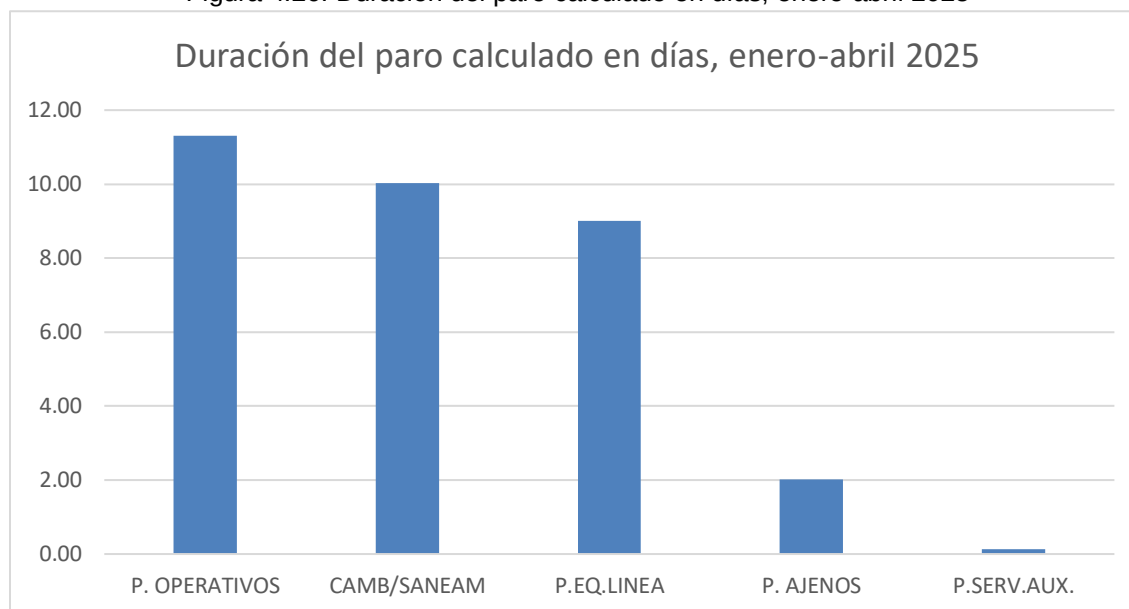
En total, de enero a abril de 2025, los 1697 paros registrados equivalen a un total de 46.764,48 minutos de paro, equivalentes a 779,40 horas o 32,47 días no efectivos de trabajo, aproximadamente 8 días y once minutos por mes. Siendo los paros operativos los que más tiempo registran, en cuatro meses el tiempo de paro equivale a 11.31 días, le sigue cambios por saneamiento con 10.02 días de paro, los paros por equipo de línea suman un total de 9 días de paro, los paros ajenos un total de 2.02 días y los paros por servicios auxiliares 0.12 días (correspondientes a 2.95 horas). En la siguiente tabla y gráfico se observa lo expuesto mejor lo mencionado:

Tabla 4.7: Tiempo de paro en minutos, horas y días, enero-abril 2025

Tipo de paro	Tiempo de paro (min)	(horas)	(días)
P. OPERATIVOS	16282.18	271.37	11.31
CAMB/SANEAM	14434.16	240.57	10.02
P.EQ.LINEA	12965.86	216.10	9.00
P. AJENOS	2905.10	48.42	2.02
P.SERV.AUX.	177.18	2.95	0.12
TOTAL	46764.48	779.41	32.48

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.26: Duración del paro calculado en días, enero-abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.6 Paros operativos registrados en la línea 1, enero-abril 2025

Al ser los paros operativos los de mayor incidencia de enero a abril de 2025, se clasifican por subclave de paros, para visualizar cuáles tienen mayor frecuencia de paro. Lo anterior se aprecia en la siguiente tabla:

Tabla 4.8: Detalle de los paros operáticos por subclave de paro, enero-abril 2025

Detalle de los paros operativos por subclave de paro	Cantidad
Ajustes	395
Aldama (personal externo)	1
Baja velocidad de la llenadora	3
Cambio de materiales/insumos	2
Cambio de tanque (jarabes)	41
Desinfección del área contaminada	2
Etiqueta dañada/calidad defectuosa	1
Falta de agua	3
Falta de agua	4
Falta de jarabe	2
Falta de personal	12
Falta de materiales	1
<i>Film stretch</i> (cambio de materia prima)	51
<i>Film termo</i> (cambio de materia prima)	105
Mala ejecución del plan de arranque	1
Mala operación de la sala de jarabes	1
Mala operación de Trat. Aguas PRO	2
Mala Prog. Órdenes Fabr.	2
Nitrógeno (cambio de materia prima)	1
No desaloja (montacargas)	18
Ozonizador (ajuste de osmosis)	2
Proveedor de lubricante	3
Pruebas de calidad	3
Retraso CIP OP envío tardío	1
Sin reporte de paro	17
Taparrosca cápsula (calidad deficiente MP)	8
Tarima (calidad deficiente MP)	5
Velocidad baja de arranque/corte	103
TOTAL	790

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los paros se clasifican y ordenan de mayor a menor, sumando los paros menores de 17 incidencias y separando los paros mayores de 18 incidencias de mayor a menor, para poder observar cuáles paros operativos registran más incidencias.

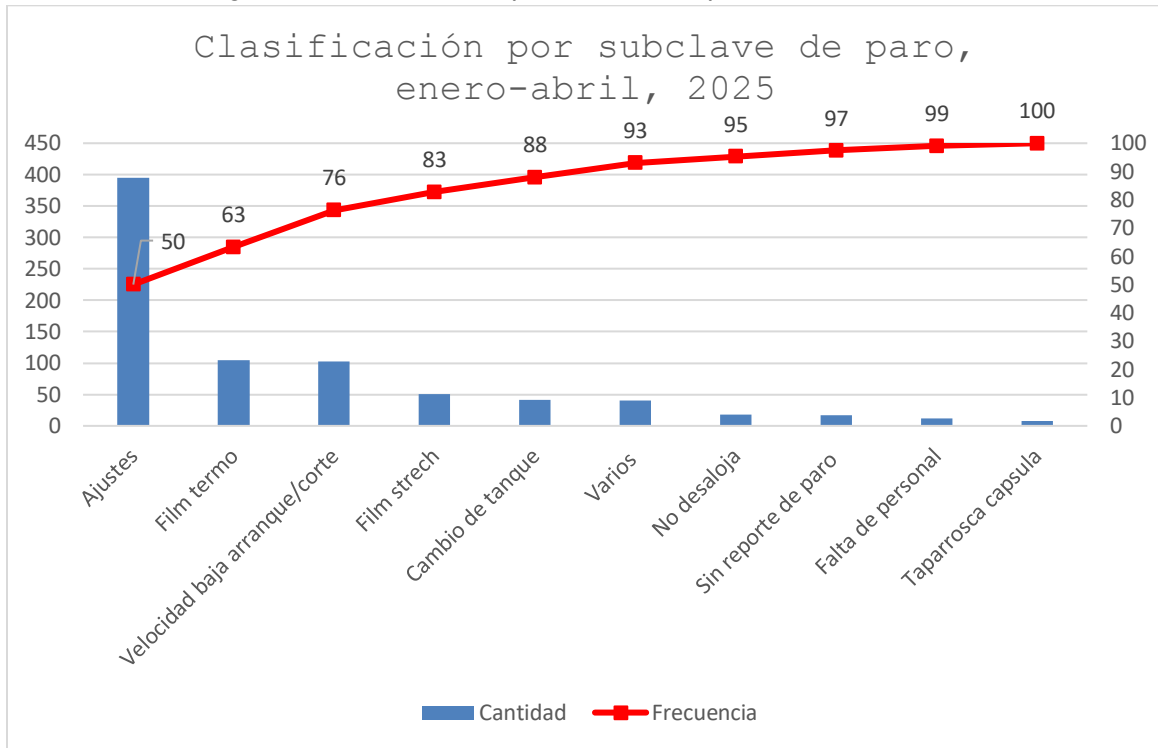
Así, de los 790 registros, los ajustes suman 395, seguidos por *film termo* con 105 paros, velocidad baja de arranque o corte con 103 paros, cambio de tanque con 41 paros, varios (esto agrupa los paros inferiores a una frecuencia de 17) con 40 paros, no desaloja con 18 paros, sin reporte de paro con 17, falta de personal con 12 paros y taparrosca cápsula con 8 paros. Este desglose se muestra en la siguiente tabla y gráfico de Pareto:

Tabla 4.9: Clasificación por subclave de paro, enero-abril 2025

Clasificación por subclave de paro	Fr	Porcentaje	Acumulado
Ajustes	395	50.00	50
<i>Film termo</i>	105	13.29	63
Velocidad baja de arranque/corte	103	13.04	76
<i>Film stretch</i>	51	6.46	83
Cambio de tanque	41	5.19	88
Varios	40	5.06	93
No desaloja	18	2.28	95
Sin reporte de paro	17	2.15	97
Falta de personal	12	1.52	99
Taparrosca cápsula	8	1.01	100
TOTAL	790	100.00	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.27: Clasificación por subclave de paro, enero-abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.2.7 Paros operativos por los ajustes registrados en la línea 1, enero-abril 2025

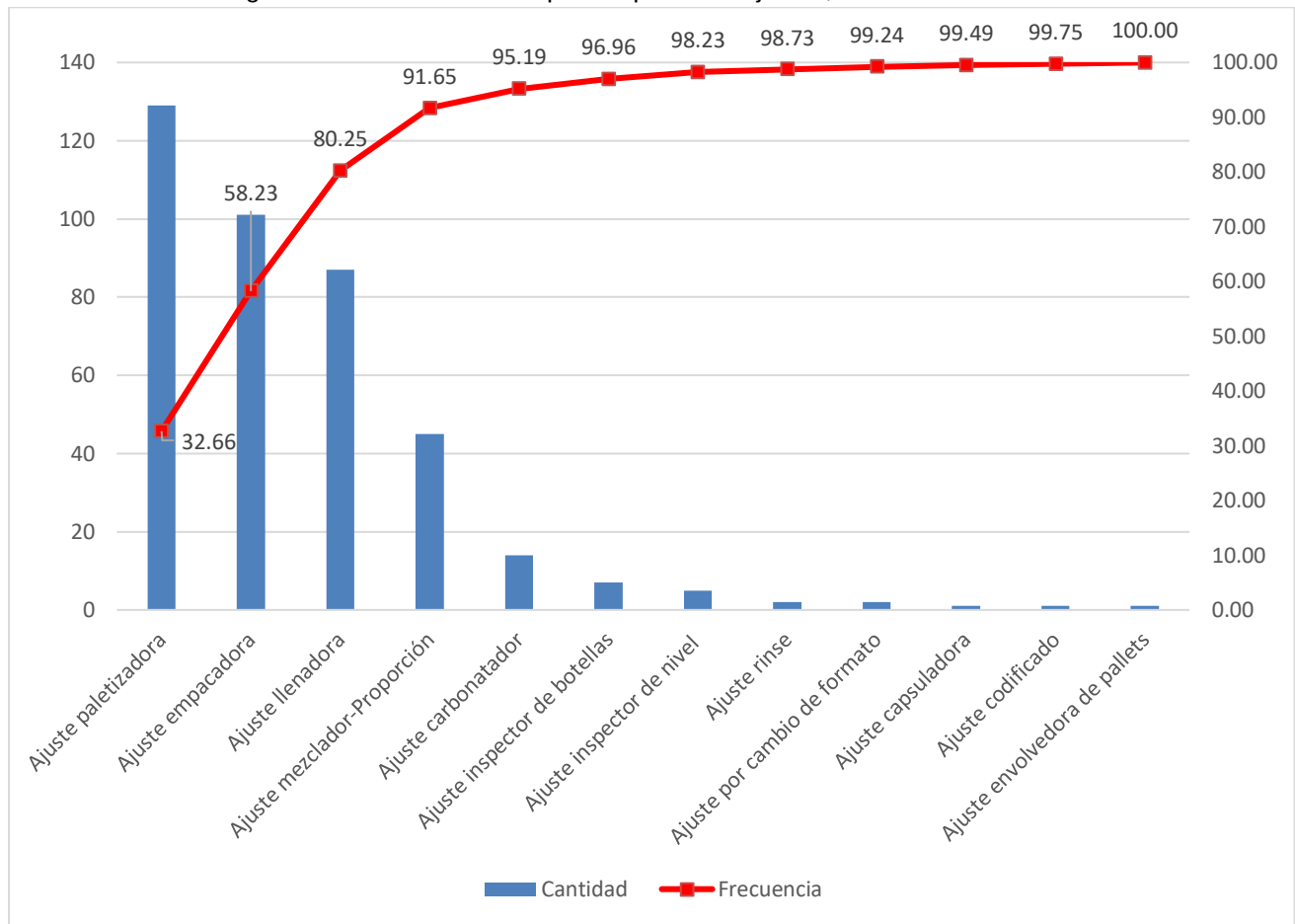
Al observarse que los ajustes tienen una mayor incidencia de paro, se hace la separación por tipo de ajuste para determinar cuál es el de mayor frecuencia de paros, dando como resultado que los ajustes en la paletizadora tienen 129 paros; los ajustes de la empacadora 101; los ajustes de la llenadora 87; los ajustes del mezclador-proporción 45; el ajuste del carbonatador 14; el ajuste del inspector de botellas 7; el ajuste del inspector de nivel 5; el ajuste del *rinse* y por cambio de formato 2 cada uno, y los ajustes por capsuladora, codificado y envolvedora de *pallets* 1 cada uno, para el total de los 395 paros en ajustes. Lo expuesto se aprecia en la siguiente tabla y gráfico de Pareto:

Tabla 4.10: Detalle de los paros por ajustes, enero-abril 2025

Ajustes	Cantidad	Porcentaje	Frecuencia
Ajuste de la paletizadora	129	32.66	32.66
Ajuste de la empacadora	101	25.57	58.23
Ajuste de la llenadora	87	22.03	80.25
Ajuste del mezclador-proporción	45	11.39	91.65
Ajuste del carbonatador	14	3.54	95.19
Ajuste del inspector de botellas	7	1.77	96.96
Ajuste del inspector de nivel	5	1.27	98.23
Ajuste del <i>rinse</i>	2	0.51	98.73
Ajuste por cambio de formato	2	0.51	99.24
Ajuste de la capsuladora	1	0.25	99.49
Ajuste codificado	1	0.25	99.75
Ajuste de la envolvedora de <i>pallets</i>	1	0.25	100.00
TOTAL	395	100	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Figura 4.28: Pareto de los tipos de paros de ajustes, enero-abril 2025



Fuente: Elaboración propia, 2025.

4.3 ANALIZAR

En esta etapa, se realiza el análisis de causas de la problemática actual.

4.3.1 Lluvia de ideas para las causas de la baja eficiencia

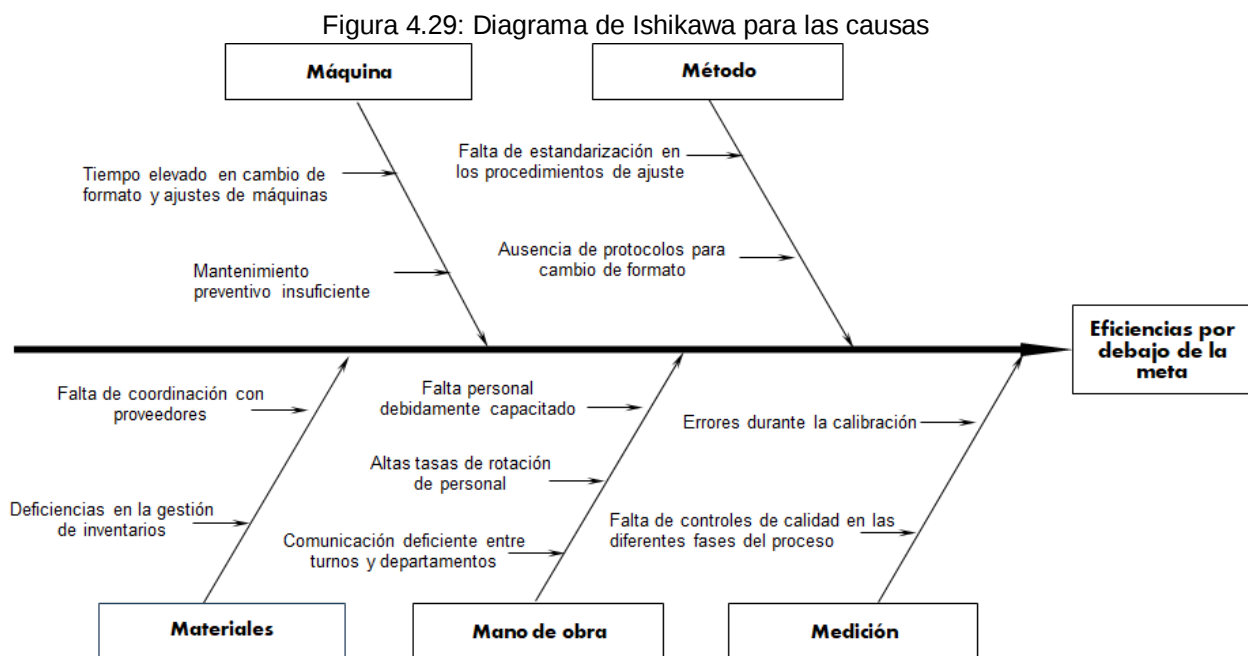
Con la finalidad de valorar las posibles causas que ocasionan eficiencias bajas en la producción, se efectúa una lluvia de ideas con la colaboración de un supervisor, el líder QSE y dos técnicos de producción de la línea; esto da como resultado las siguientes posibles causas:

- Tiempo elevado en el cambio de formato y ajustes de máquinas.
- Errores durante la calibración de los equipos de medición.
- Falta de estandarización en los procedimientos de ajuste.
- Falta de personal debidamente capacitado.

- Altas tasas de rotación de personal.
- Falta de coordinación con los proveedores.
- Deficiencias en la gestión de inventarios.
- Mantenimiento preventivo insuficiente.
- Ausencia de protocolos para el cambio de formato.
- Comunicación deficiente entre turnos y departamentos.
- Falta de controles de calidad en las diferentes fases del proceso.

4.3.2 Diagrama de Ishikawa de las causas

Las once causas observadas en la lluvia de ideas se ordenan por afinidad en el siguiente diagrama de Ishikawa:



Fuente: Elaboración propia, 2025.

Máquina

- **Tiempo elevado en el cambio de formato y ajustes de máquinas:** según el tipo de producto que se planea embotellar, se debe realizar el cambio de ciertas piezas a la maquinaria y unos ajustes manuales.

- **Mantenimiento preventivo insuficiente:** al requerirse cumplir con una alta demanda, el tiempo de mantenimiento se disminuye o se posterga para semanas después, acelerando los desgastes.

Métodos

- **Falta de estandarización en los procedimientos de ajuste:** muchos de los ajustes varían dependiendo del operario que manipule la maquinaria.
- **Ausencia de protocolos para el cambio de formato:** cada operario realiza los ajustes de acuerdo con lo que considera correcto al no tener guías o manuales de apoyo.

Mano de obra

- **Falta personal debidamente capacitado:** poco tiempo de capacitación y falta de manuales por seguir a la hora de fallos o cambios de formato.
- **Altas tasas de rotación de personal:** en el último año se realiza un cambio de personal y se agrega un turno extra al haberse implementado un nuevo horario.
- **Comunicación deficiente entre turnos y departamentos:** cuando se entrega el turno, no se indican los cambios o reparaciones realizados, lo cual conduce a doble trabajo.

Materiales

- **Falta de coordinación con los proveedores:** no se piden con tiempo los materiales necesarios para los procesos.
- **Deficiencias en la gestión de inventarios:** no se verifica el espacio de bodega, lo que lleva a paros por falta de espacio.

Medición

- **Errores durante la calibración de los equipos de medición:** al haber ajustes manuales, siempre existe un porcentaje de error humano, esto se debe corregir durante la producción.

- **Falta de controles de calidad en las diferentes fases del proceso:** durante el proceso de empaquetado, las revisiones no se efectúan correctamente; por lo tanto, a la hora del empaletizado, se debe volver a ingresar para empacarse de nuevo.

4.3.3 Multivoto y Pareto de las causas detectadas en el proceso productivo de la línea 1

Basándose en la lluvia de ideas, se realiza un ejercicio de multivoto con el objetivo de identificar y priorizar las principales áreas de oportunidad dentro la línea de producción. Este se lleva a cabo de forma participativa con integrantes del equipo, quienes asignan votos a los temas que consideran más críticos y con mayor impacto en el desempeño del proceso.

Tabla 4.11: Multivoto para la línea 1 de producción

ÍTEM	Criterio de evaluación de 20 puntos				
	Supervisor	Líder QSE	Técnico 1	Técnico 2	Total
Tiempo elevado en el cambio de formato y ajustes de máquinas	3	4	2	5	14
Errores durante la calibración de los equipos de medición	1	1	1	1	4
Falta de estandarización en los procedimientos de ajuste	3	2	2	3	10
Falta de personal debidamente capacitado	5	4	5	4	18
Altas tasas de rotación de personal	1	3	2	1	7
Falta de coordinación con los proveedores	1	0	0	0	1
Deficiencias en la gestión de inventarios	0	0	1	0	1
Mantenimiento preventivo insuficiente	1	0	1	0	2
Ausencia de protocolos para el cambio de formato	3	4	4	5	16
Comunicación deficiente entre turnos y departamentos	1	0	1	0	2
Falta de controles de calidad en las diferentes fases del proceso	1	2	1	1	5
	20	20	20	20	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Los resultados reflejan una clara tendencia hacia problemas relacionados con el desarrollo del personal, la documentación de procesos y la eficiencia en el cambio del formato. Los temas con mayor cantidad de votos son:

- 1. Falta de personal debidamente capacitado (18 votos):** este punto se identifica como la principal área de oportunidad. La falta de conocimientos técnicos y operativos adecuados incide directamente en la calidad, los tiempos de producción y la capacidad de respuesta ante incidencias.
- 2. Ausencia de protocolos para el cambio de formato (16 votos):** la falta de instrucciones claras y estandarizadas para el cambio de formato impacta negativamente en los tiempos muertos y en la consistencia del proceso.
- 3. Tiempo elevado en el cambio de formato y ajustes de máquinas (14 votos):** representa un obstáculo para la eficiencia y el cumplimiento de las metas de producción.
- 4. Falta de estandarización en los procedimientos de ajuste (10 votos):** la variabilidad en la forma de ejecutar ajustes aumenta el riesgo de errores durante la operación, que pueden derivar en fallas o paros no programados.
- 5. Altas tasas de rotación de personal (7 votos):** este factor afecta la continuidad operativa, dificultando la retención del conocimiento técnico y la curva de aprendizaje.

Aunque reciben menos votos, otros puntos relevantes que son áreas de mejora incluyen la falta de controles de calidad en las diferentes fases del proceso (5 votos), errores durante la calibración de los equipos de medición (4 votos) y un mantenimiento preventivo insuficiente (2 votos). Estos elementos impactan directamente en la confiabilidad del proceso y la estabilidad de la producción.

Por otro lado, aspectos como la comunicación deficiente entre turnos y departamentos (2 votos), la falta de coordinación con los proveedores (1 votos) y las deficiencias en la gestión de inventarios (1 votos) se priorizan en menor medida, aunque continúan siendo importantes dentro del enfoque de mejora continua. En la siguiente tabla se aprecia mejor lo indicado:

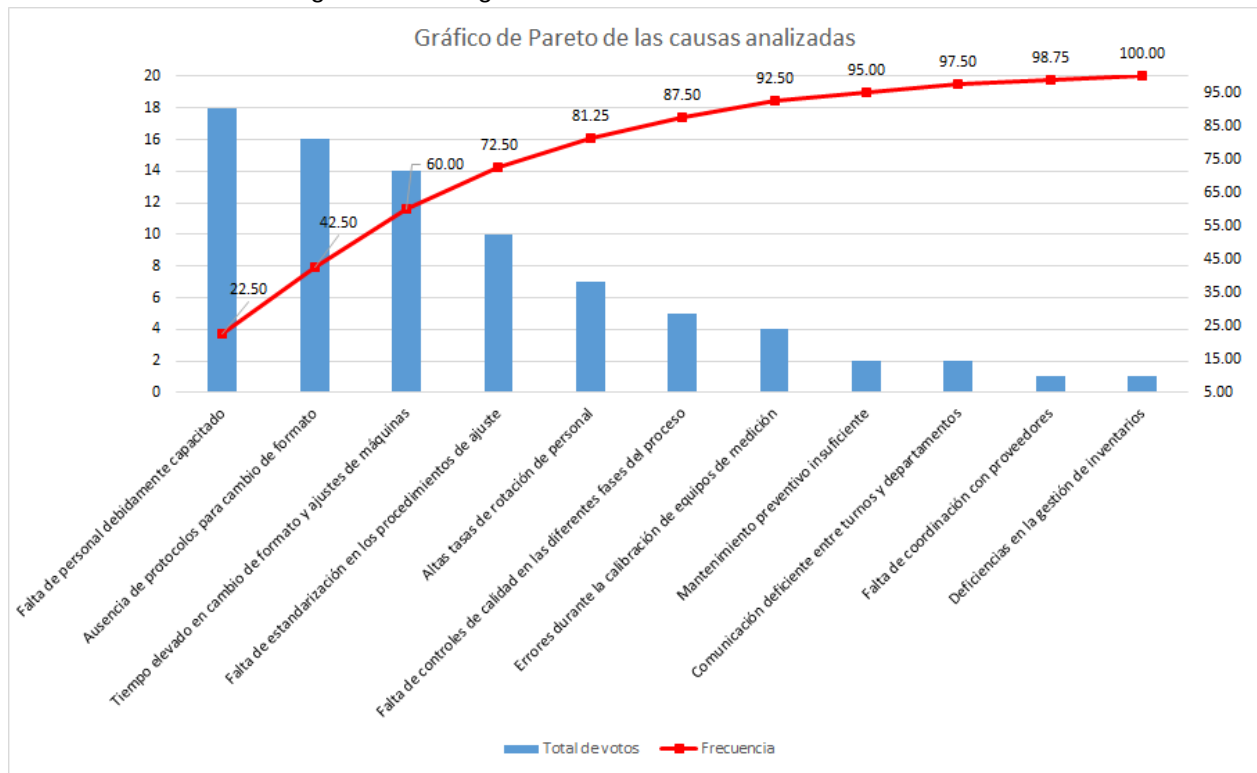
Tabla 4.12: Multivoto ordenado para las causas

ÍTEAM	Total de votos	Porcentaje	Frecuencia
Falta de personal debidamente capacitado	18	22.50	22.50
Ausencia de protocolos para cambio de formato	16	20.00	42.50
Tiempo elevado en cambio de formato y ajustes de máquinas	14	17.50	60.00
Falta de estandarización en los procedimientos de ajuste	10	12.50	72.50
Altas tasas de rotación de personal	7	8.75	81.25
Falta de controles de calidad en las diferentes fases del proceso	5	6.25	87.50
Errores durante la calibración de equipos de medición	4	5.00	92.50
Mantenimiento preventivo insuficiente	2	2.50	95.00
Comunicación deficiente entre turnos y departamentos	2	2.50	97.50
Falta de coordinación con proveedores	1	1.25	98.75
Deficiencias en la gestión de inventarios	1	1.25	100.00
Total	80	100.00	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Seguidamente, se visualiza el diagrama de Pareto resultante gracias a los resultados del multivoto:

Figura 4.30: Diagrama de Pareto de las causas analizadas



Fuente: Elaboración propia, 2025.

De acuerdo con las figuras, las causas críticas son: falta de personal debidamente capacitado, ausencia de protocolos para el cambio de formato, tiempo elevado en el cambio de formato y ajustes de máquinas, y falta de estandarización en los procedimientos de ajuste, con un 72.50 % del problema acumulado.

CAPÍTULO V. PROPUESTA

En este capítulo se exponen las propuestas de solución a las causas raíz detectadas a lo largo del diagnóstico de la situación actual.

5.1 MEJORAR

Siguiendo la metodología DMAIC, en la etapa de mejorar se plantean las propuestas apropiadas para atacar la problemática actual de esta investigación.

5.1.1 Project charter del plan de capacitación

Conforme con el diagrama de Pareto, las tres principales causas críticas son la falta de personal debidamente capacitado, la ausencia de protocolos para el cambio de formato, y el tiempo elevado en el cambio de formato y ajuste de máquinas, las cuales se relacionan entre sí.

Identificadas las causas, se propone implementar un plan de capacitación para el personal de nuevo ingreso y el que tiene menos de un año de contratación, con el objetivo de que adquieran y refuercen habilidades vinculadas con la operación, el ajuste y mantenimiento de la maquinaria, el seguimiento de procedimientos estandarizados, y la ejecución eficiente de los cambios de formato.

El propósito de este plan de capacitación es reducir errores, estandarizar el trabajo, acortar tiempos improductivos y mejorar la calidad del producto, por medio de una formación práctica y en sitio.

La capacitación se lleva a cabo en módulos semanales, combinando teoría y práctica en la planta. Esto no solo asegura que el conocimiento se transmita, sino que también se aplique de manera efectiva, para contar con un personal más preparado, con mayor autonomía operática y con herramientas.

Tabla 5.1: Project charter del plan de capacitación

PROJECT CHARTER DEL PLAN DE CAPACITACIÓN	
NOMBRE DEL PROYECTO	
Propuesta de mejora en la eficiencia de la producción en la línea 1, en la empresa Coca Cola FEMSA, mediante la metodología DMAIC.	
ÁREA: Línea 1 de producción.	
EMPRESA: Coca Cola FEMSA.	
RESPONSABLE DEL PROYECTO: Líder QSE.	
OBJETIVO DEL PROYECTO: Capacitar al personal en conocimientos técnicos, procedimientos estandarizados y buenas prácticas operativas.	
ALCANCE	
Capacitación a operadores y técnicos de los diferentes turnos. Temas: operación de maquinaria, ajustes, cambio de formato, protocolos, control de calidad y mantenimiento autónomo. Aplicación práctica en la línea de producción con validación final por parte de los supervisores. Liderazgo del proceso a cargo del responsable QSE con apoyo de los formadores internos.	
EQUIPO DEL PROYECTO	
Líder QSE (responsable del proyecto). Jefatura de producción. Técnicos de mantenimientos. Supervisores de la línea. Formadores internos. Personal de recursos humanos (para logística y seguimiento).	
COSTO ESTIMADO	
Tres cajas de herramientas con un costo de ochenta y nueve mil ochocientos cincuenta colones con cero céntimos, documentación y tiempo de capacitación.	
CRONOGRAMA GENERAL (12 SEMANAS, 2 HORAS POR SEMANA)	
Semana 1-2: Inducción y fundamentos técnicos. Semana 3-8: Ajustes, procedimiento operativo estándar (SOP) y cambios de formato. Semana 9-11: Calidad, resolución de problemas y mantenimiento productivo total (TPM). Semana 12: Retroalimentación.	
PROPÓSITO DEL PROYECTO	
Diseñar e implementar un programa de capacitación técnica operativa para los colaboradores en la línea 1 de producción, enfocado en mejorar la eficiencia, reducir errores y estandarizar procesos clave como los ajustes de las máquinas y los cambios de formato.	
JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	
A raíz de la identificación de las causas críticas donde se determina la necesidad de mejorar la capacitación del personal, establecer protocolos claros y reducir los tiempos de ajuste, al contar con líderes QSE capacitados para impartir la formación, se aprovechan los recursos internos y se fortalece el enfoque hacia la mejora continua.	

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Así, mediante un *project charter*, se determinan el equipo responsable y los alcances, se delimitan los recursos necesarios y se asigna al líder QSE como responsable del proyecto, quien también imparte la capacitación, aprovechando su experiencia técnica. De este modo, la herramienta funciona como una guía que orienta cada etapa del proyecto, facilitando la coordinación entre áreas, el seguimiento de avances y la toma de decisiones fundamentadas a lo largo del proceso de implementación.

5.1.2 Plan de capacitación

El plan de capacitación se enfoca en mejorar la eficiencia operativa de la línea 1 de producción al basarse en las principales áreas de oportunidad identificadas: falta de personal capacitado, ajustes de máquinas, estandarización de procesos y cambios de formato.

Tabla 5.2: Módulos de capacitación

Módulos de capacitación				
Semana	Módulo	Contenido	Modalidad	Evaluación
1-2	Inducción operativa	Seguridad industrial, cultura FBMSA, estructura organizativa, buenas prácticas	Presencial	Escucha activa
3-4	Fundamentos técnicos de la maquinaria	Partes principales de las máquinas, funcionamiento, variables críticas	Teórico-práctico	Prueba en sitio
5-6	Cambios de formato y ajustes	Protocolo paso a paso, herramientas necesarias, tiempos estándar (SMED)	Práctico guiado	Observación directa
7-8	Procedimientos estandarizados (SOP)	Lectura de instructivos, aplicación, <i>checklist</i> de validación	Taller práctico	Simulación operativa
9	Calidad en el proceso	Puntos críticos de control, tipos de defectos, control visual	Práctico	Inspección en línea
10	Resolución de problemas	Herramientas básicas, comunicación efectiva	Participativo	Caso práctico
11	Mantenimiento autónomo (TPM)	Lubricación básica, revisión visual, reporte de fallas	Práctico	Lista de verificación
12	Evaluación final y retroalimentación	Evaluación integral + retroalimentación individual	Práctico	Práctico

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El plan de capacitación se divide en 12 semanas, 2 horas por semana y tres etapas: teórica, práctica guiada y validación. La capacitación se imparte en la línea de producción durante las horas de trabajo. Es teórica práctica, con aprendizaje basado en la experiencia en planta y retroalimentación continua por parte de los supervisores. Asimismo, la población meta son los operadores de la línea, los técnicos de mantenimiento y los supervisores de producción.

En cuanto a esta, se requieren los manuales e instructivos de las máquinas para tener un mayor conocimiento de la estructura y funcionamiento de estas, un *checklist* para

verificar que se sigan los procesos conforme corresponde, y cajas de herramientas para hacer los ajustes a las máquinas, cambios de formato y reparaciones básicas como: cambio de cadena, cambio de piñón, cambio de roles en las partes móviles, nivelación de la máquina, entre otras.

5.1.3 Caja de herramientas

Se propone la compra de tres cajas de herramientas para la línea de producción, que permitan hacer los ajustes necesarios a las máquinas y las reparaciones básicas. Al respecto, la falta de estas impide realizar a tiempo lo mencionado, pues se debe esperar a traer la herramienta de otra área e, incluso, a que se desocupe si alguien la está usando. Se requiere una caja por máquina con las llaves más utilizadas para hacer ajustes: llaves Allen, corofijas, alicates, cubos y desatornilladores planos y de cruz. De esta manera, cada operario tiene una caja de herramientas disponible en su área de trabajo. Ahora bien, cada caja tiene un precio aproximado de ₡ 29 950, por lo cual la inversión es de ₡ 89 850.

Figura 5.1: Caja de herramientas



**Juego de herramientas
mecánico 123 piezas**

Oportunidad

₡29.950

₡38.950

Desde 18/06/2025 hasta 30/06/2025

Código: 100009362

Fuente: EPA, 2025.

5.1.4 Cronograma de actividades

Con la finalidad de visualizar el avance de las actividades del plan de capacitación, se elabora el cronograma de Gantt. En este se observa la planificación de los módulos, los

cuales se establecen considerando que no se sobrecarguen, con la intención de posibilitar absorber el conocimiento paso a paso.

Figura 5.2: Cronograma de Gantt del plan de capacitación

Cronograma Gantt – Plan de Capacitación (12 semanas)												
Módulo / Actividad	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12
Inducción operativa												
Fundamentos técnicos de maquinaria												
Cambios de formato y ajustes												
Procedimientos estandarizados (SOPs)												
Calidad en el proceso												
Resolución de problemas												
Mantenimiento autónomo (TPM)												
Evaluación final y retroalimentación												

Fuente: Elaboración propia, 2025.

El cronograma de Gantt abarca 12 semanas y muestra de forma clara el orden, la duración y la secuencia de los distintos módulos que componen el programa, esto facilita la planificación y el seguimiento del avance.

Se estructura en bloques semanales, iniciando con una etapa de inducción operativa, donde se abordan aspectos claves de seguridad, la cultura organizacional y las buenas prácticas. Luego, se avanza progresivamente hacia contenidos más técnicos, incluyendo el funcionamiento de maquinaria, ajustes, cambios de formato y estandarización de procedimientos.

Las semanas intermedias se destinan a sesiones prácticas y guiadas en la línea de producción, para que los colaboradores puedan aplicar directamente lo aprendido. En la parte final del cronograma, se incluyen módulos orientados a la mejora continua, el control de calidad y el mantenimiento autónomo. Finalmente, mediante la práctica en sitio, se emplean los conocimientos para evaluar las competencias y obtener retroalimentación individual.

Este enfoque progresivo permite que el aprendizaje sea más natural, funcional y alineado con las necesidades reales y que el conocimiento adquirido se consolide con la práctica diaria.

5.2 CONTROLAR

Para garantizar la sostenibilidad de las mejoras operativas en la línea de producción, se plantea un conjunto de actividades de control orientadas al monitoreo constante, la evaluación periódica y la retroalimentación continua. Estas actividades no solo posibilitan verificar el cumplimiento de los objetivos trazados, sino también detectar desviaciones a tiempo y efectuar ajustes cuando sea necesario.

Entre las principales **acciones de control**, se incluyen:

- **Observaciones en planta** por parte de los supervisores y personal QSE para validar la correcta ejecución de los procesos y reforzar la cultura de mejora continua.
- **Reuniones mensuales de seguimiento (reuniones *kaizen*)**, donde se analicen resultados, se compartan aprendizajes y se tomen decisiones para mantener o ajustar las estrategias.
- **Auditorías internas periódicas**, enfocadas en el cumplimiento de los SOP, tiempos de cambio de formato y uso adecuado del equipo.

5.2.1 Observaciones en la planta: supervisión activa y mejorada

Llevar a cabo la caminata directamente en la planta de producción es una práctica fundamental cuando se busca mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la cultura de calidad. El propio entorno donde ocurren los procesos es el mejor espacio para entenderlos: ver las máquinas en funcionamiento, observar al personal en su rutina diaria, escuchar los retos en tiempo real y detectar detalles que muchas veces no se reflejan en los reportes.

Figura 5.3: Cronograma para el gemba

Fecha	Área Observada	Lo que se esperaba ver	Lo que realmente ocurre	Oportunidades de mejora	Acción recomendada	Responsable	Estado
	Máquina Llenadora	Cumplimiento de parámetros de llenado y uso correcto de EPP	Inconsistencias en el volumen de llenado	Revisar calibración de sensores y reforzar capacitación	Mantenimiento preventivo + refuerzo de SOP	Técnico de mantenimiento	Pendiente
	Máquina Paletizadora	Tarimas armadas según estándar y alineación correcta	Algunas tarimas desalineadas	Verificar configuraciones de alineado	Ajuste de sensores + revisión de rutina	Supervisor de línea	En curso
	Máquina Envolvedora	Plástico bien colocado, sin exceso ni pliegues	Plástico con exceso en algunos lados	Ajustar tensión del film y capacitar sobre buen uso	Supervisión diaria de calidad del embalaje	Líder QSE	Pendiente
	Máquina Empaquetadora	Empaque cerrado correctamente y codificado	Cajas con etiquetas mal posicionadas	Capacitación sobre empaque y verificación de etiquetas	Validación de codificadora y ajuste de procedimientos	Operador + Supervisor	Pendiente

Fuente: Elaboración propia, 2025.

La caminata en la línea de producción se convierte en una herramienta estratégica para verificar el cumplimiento de los nuevos procedimientos, comprobar el impacto de las capacitaciones, asegurar el uso correcto de los equipos, y garantizar que los cambios implementados se mantengan y evolucionen con el tiempo.

Este contacto fortalece la confianza, motiva al equipo y promueve la participación en las iniciativas de mejora, por lo que las soluciones son más prácticas, sostenibles y adaptadas a la realidad. Por consiguiente, se establece realizarla una vez a la semana.

5.2.2 Reuniones mensuales de seguimiento (reuniones kaizen)

Las reuniones mensuales de seguimiento cumplen una función esencial para consolidar los avances alcanzados, dar continuidad a las acciones propuestas y garantizar que las soluciones implementadas generen el impacto esperado en el corto, mediano y largo plazo.

Estas reuniones permiten verificar si:

- El personal ha interiorizado y aplica correctamente los nuevos conocimientos.
- Los procedimientos definidos se están ejecutando tal como se diseñaron.
- Se han logrado reducciones medibles en los tiempos improductivos o en la variabilidad operativa.
- La comunicación entre turnos y departamentos ha mejorado.
- Se han atendido las acciones correctivas derivadas de auditorías o caminatas.

Además de servir como un espacio para revisar el avance del proyecto, estas reuniones mensuales fortalecen una cultura de colaboración y compromiso colectivo. Son instancias donde cada integrante del equipo puede compartir lo que observa en el día tras día, plantear ideas o expresar preocupaciones, en un ambiente de respeto, confianza y escucha activa. Estas sesiones ayudan a enfocar la atención en lo que realmente importa, corrigiendo a tiempo cualquier desviación y previniendo que los esfuerzos iniciales se diluyan.

5.2.3 Auditorías internas periódicas

Para asegurar que las mejoras implementadas en la línea de embotellado realmente se mantengan en el tiempo y formen parte del día tras día operativo, se propone la realización de auditorías internas programadas.

Tabla 5.3: Checklist de la auditoría interna

Ejemplo de checklist –auditoría interna en la línea 1 de producción			
Ítem por evaluar	Cumple (✓)	No cumple (X)	Observaciones
1. El operador sigue el procedimiento estándar (SOP)			
2. El cambio de formato se realiza dentro del tiempo meta			
3. Se utilizan correctamente los equipos de protección (EPP)			
4. La estación de trabajo está limpia y ordenada (5S)			
5. El operador conoce y aplica los protocolos de calidad			
6. Se registra correctamente la bitácora de ajustes			
7. Las herramientas están etiquetadas y almacenadas			
8. El personal muestra conocimiento sobre resolución básica de fallas			
9. Se detectaron desviaciones o malas prácticas			
10. Se dio retroalimentación inmediata al personal			

Fuente: Elaboración propia, 2025.

Estas auditorías tienen como finalidad verificar el cumplimiento de los SOP, así como validar que el personal aplique correctamente los conocimientos adquiridos durante la capacitación.

Asimismo, estas revisiones permiten detectar tempranamente desviaciones, prácticas incorrectas o áreas de oportunidad que pueden pasar desapercibidas en la rutina diaria. Se convierten así en una herramienta fundamental para reforzar la disciplina operativa, prevenir errores y fomentar la mejora continua; todo ello sin necesidad de esperar a que ocurra una falla o un problema mayor.

Las auditorías se llevan a cabo de manera trimestral y están a cargo de los supervisores de la línea y del líder QSE, quienes actúan como observadores objetivos. Los resultados obtenidos se registran en una lista de verificación (*checklist*) diseñada específicamente para este propósito.

5.3 ANÁLISIS DE COSTOS

Para realizar el análisis de costos, se utiliza el costo de la hora del salario hombre de un técnico de línea, un líder QSE y un supervisor, por lo cual se emplea el siguiente detalle:

- Técnico de línea: ₡ 3125 por hora.
- Líder: ₡ 3645.84 por hora.
- Supervisor: de ₡ 4166 la hora.

Adicional a esos datos, se considera la cantidad de cambios por formato, los paros o las fallas en horas; de este modo, se toman en cuenta:

- 16 cambios de formato por semana.
- 14.5 horas en paros por semana, se incluyen los cambios de formato.
- Tres cajas de herramientas con un costo individual de ₡ 29 950.

Tabla 5.4: Cálculo del costo de las doce sesiones

Participante	Tarifa (₡h)	Horas totales	Costo (₡)
6 técnicos	₡3 125	$6 \times 12 \times 2 = 144$ h	₡450 000
1 líder QSE	₡3 646	$12 \times 2 = 24$ h	₡87 500
1 supervisor	₡4 166	$12 \times 2 = 24$ h	₡100 000
Mano de obra total			₡637 500
3 cajas de herramientas	₡29 950	Cada una	₡89 850
Inversión total del programa			₡727 350

Fuente: Elaboración propia, 2025.

A partir de los datos mencionados, se hace el cálculo del costo de la capacitación en las 12 semanas. Al respecto, considerando que se imparte la capacitación una vez a la semana durante 12 semanas, se obtiene un total de costos de ₡ 727 350 por las doce sesiones, tomando como referencia el costo del salario por hora de los diferentes actores y el costo de las cajas de herramientas.

Tabla 5.5: Beneficio económico del ROI

Horas de paro evitadas/semana	Ahorro semana	Ahorro en 12 semanas	Beneficio neto	ROI
1,5 horas	€39843.00	€478116.00	€249234.00	34%
2,9 horas	€77000.00	€924000.00	€196650.00	27%
4,4 horas	€116000.00	€1392000.00	€664650.00	91%

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En relación con el cálculo del beneficio económico, se estiman menos horas de paro y de cambios de formato. Al utilizar de base las 14.5 horas de paro más los 16 cambios de formato semanales y un valor aproximado de 1 hora de paro que contempla el costo de una hora salario de seis técnicos, un líder y un supervisor, se obtiene un total de € 26 562.00.

De esta forma, si se obtiene una reducción de 1.5 horas por semana, no habría ningún beneficio; por el contrario, se perdería un 43 % de la inversión al cabo de 12 semanas. No obstante, si se logran reducir las horas de paro en 2.9 horas por semana, al final de 12 semanas el beneficio sería de un 13 % y se reducirían los paros en 4.4 horas a la semana. Así, la ganancia superaría el 70 % de la inversión en capacitación.

Con el supuesto de que se reducen los paros semanales 6 horas y en vez de tener 14.5 horas de paro, se tuvieran 8.5, lo que sería una reducción de un 41.37 % a la semana, que es un dato viable y posible, se realizan los siguientes cálculos:

1. Horas de paro evitadas por semana

- Antes de la capacitación: 14.5 horas por semana.
- Después de la capacitación: 8.5 horas.

En total, se evitan 6 horas semanales.

2. El valor de 1 hora parada

Se determina tomando en cuenta la hora de salario de los actores:

- Seis técnicos con un salario hora de € 3125 da un total de € 18 750 por hora.
- Un líder QSE: € 3645.84.
- Un supervisor: € 4166.00.

Total: ₡ 26 562 por hora.

3. Ahorro semanal

6 horas a la semana por ₡ 26 562 da un ahorro de ₡ 159 372 por semana.

4. Ahorro anual

₡ 159 372 a la semana por 52 semanas da un ahorro de ₡ 8 286 984 al año.

5. Beneficio neto

Costo total del programa de capacitación ₡ 727 350.

Ahora bien, el ahorro anual es de ₡ 8 286 984; ese ahorro menos el gasto de la capacitación, que es de ₡ 727 350, da un beneficio neto de ₡ 7 559 634 al año.

6. Cálculo del ROI

$$ROI = \frac{\text{Costos de implementación}}{\text{Ahorros obtenidos}}$$

$$ROI = \frac{₡ 727\,350.00}{₡ 7\,559\,634.00} = 0.0962 \text{ años} \approx 1.15 \text{ meses}$$

El resumen de estos cálculos se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5.6: Resumen de los cálculos de beneficio económico

Concepto	Valor (CRC)
Retorno total en un año	₡ 8 286 984
Costo total del proyecto	₡ 727 350
Beneficio neto estimado anual	₡ 7 559 634
ROI estimado anual	12 días

Fuente: Elaboración propia, 2025.

En síntesis:

- El retorno generado por 24 horas de capacitación equivale a recuperar la inversión en 12 días aproximadamente (restando las horas de capacitación).
- Se logra una recuperación rápida de la inversión, con un impacto directo en la eficiencia operativa.
- Los beneficios no solo son económicos, sino también se mejoran los tiempos de producción, se reducen los paros, se capacita al personal y se estandarizan los procesos, lo que genera mejoras sostenibles en el tiempo.

El análisis demuestra que este proyecto es viable y altamente rentable desde el punto de vista económico e ingenieril. Implementarlo fortalece la eficiencia de la línea de embotellado, al tiempo que profesionaliza al equipo y reduce pérdidas operativas.

CAPÍTULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A continuación, se detallan las principales conclusiones y recomendaciones obtenidas en el desarrollo del presente estudio.

Conclusiones

- Mediante el FODA y la matriz FODA, se determinó que la empresa es sólida, cuenta con experiencia en el mercado, tiene oportunidades de expansión y puede enfrentar sus debilidades con sus fortalezas.
- En los históricos de producción, se observó que la eficiencia estaba por debajo de la meta mensual, por ejemplo: en abril llegó al 74.23 % la eficiencia más alta del cuatrimestre, sin embargo, la meta de ese mes era un 82 %. Así, estuvo casi un 8 % debajo de la meta.
- Respecto a las entrevistas hechas a los colaboradores, los porcentajes demostraron que falta capacitación y mantenimiento preventivo a la maquinaria; de igual manera, los trabajadores no identifican ni resuelven los problemas de maquinaria que afectan a la producción.
- En cuanto al árbol de CTQ, se determinaron cuatro aspectos críticos que influyen directamente en los procesos de producción.
- Por su parte, el diagrama SIPOC permitió analizar los elementos que intervienen en el proceso productivo.
- Además, en la descripción del proceso productivo, se visualizaron las etapas de la línea de producción.
- En la fase medir se observaron los paros operativos mes tras mes y un detalle de los paros de enero a abril, los cuales sumaron un total de 1697 paros, aproximadamente 14.5 al día.
- Con relación a la etapa analizar, en la lluvia de ideas se identificaron once posibles causas de la baja en la eficiencia de la línea 1 de producción, las mismas se agruparon por afinidad en el diagrama de Ishikawa. Luego, mediante el multivoto, se determinó cuáles tenían un mayor impacto en la baja de eficiencia, lo que se visualizó mejor en el diagrama de Pareto.

- Referente a la etapa mejorar, se propuso un plan de capacitación que se detalló en un *project charter*, en el cual se indicaron los responsables del proyecto, los objetivos, los alcances, el propósito y la justificación.
- En el plan de capacitación, se describen los 12 módulos, uno por semana. Estos son teóricos e impartidos en horario laboral mediante la práctica activa. Adicional, se elaboró un cronograma de Gantt para visualizar la planificación.
- Finalmente, en la fase controlar se propuso realizar la caminata *gemba* con un cronograma semanal que permita observar las diferentes máquinas y los procesos enlistados; asimismo, las reuniones *kaizen* mensuales para dar continuidad a las acciones propuestas, y las auditorías internas periódicas para verificar que las mejoras implementadas se mantengan en el tiempo y efectivamente formen parte de la rutina de trabajo diaria.

Recomendaciones

- Restringir el uso de teléfonos móviles en la línea de producción.
- Asegurar el abastecimiento anticipado de materia prima.
- Que el personal detecte y corrija errores menores.
- Reducir tiempos de respuesta ante fallas menores

REFERENCIAS

Libros

Barrantes, R. (2005). *Investigación: un camino al conocimiento, un enfoque cualitativo y cuantitativo*. EUNED.

Di Silvestre, C. (2008). *Metodología cuantitativa versus metodología cualitativa y los diseños de investigación mixtos: conceptos fundamentales*. Universidad de los Andes.

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2003). *Metodología de la investigación*. (3° ed.). McGraw Hill.

Morga, L. E. (2012). *Teoría y técnica de la entrevista*. Red Tercer Milenio.

Proyectos de investigación

Álvarez, L. A. (2021). *Gestión de la producción para mejorar la productividad de la empresa Procesadora de Agua de Mesa San Félix Tumán-2020* [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad Señor de Sipán]. <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/8550/Alvarez%20Vilalobos%2C%20Luis%20Anthony.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Blas, L. A., Grillo, D. M. y Hernández, Y. J. (2020). *Propuesta de mejora en la línea de producción 1 DILLAR en la Empresa BWA, Diriamba, Carazo, para el aumento de los niveles de productividad dentro del periodo de marzo a noviembre 2020* [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua]. <https://repositorio.unan.edu.ni/id/eprint/14661/1/14661.pdf>

Elizondo, M. M., Ferreto, M. G. y Barrantes, L. (2021). *Diseño de herramienta para el control del proceso productivo en la línea de alimentos paletizados de la empresa Megatrópico S. A.* [Proyecto de graduación de Licenciatura, Universidad Técnica Nacional]. <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/869f1e96-8bb4-4a5f-8d00-33d63c51ad59/content>

Estellés, C. (2021). *Proyecto de mejora de la productividad de una línea de producción en una empresa del sector químico* [Trabajo de fin de grado de Ingeniería en Organización Industrial, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/170023/Estelles%20-%20Proyecto%20de%20mejora%20de%20la%20productividad%20de%20una%20linea%20de%20produccion%20en%20una%20empresa%20del%20s....pdf;jsessionid=ED512CAD89E9BAA2838BB2D0247B488D?sequence=1>

Jiménez, M. F. (2019). *Propuesta de mejora en la línea de producción dos de empaque del Focus Factory Diálisis para la reducción de tiempos de cambio de lote* [Proyecto de graduación de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14554/TFSC1562_BIB296434_TFG_PI_Jim%c3%a9nez-Badilla%2c%20Michelle%20Fernanda_2019.pdf?sequence=2&isAllowed=y

Jiménez, V. y Mejías, R. (2020). *Análisis de la línea de producción de empackado, para la disminución de residuos peligrosos en la empresa Industriales Austin de Costa Rica, en un lapso de ocho meses* [Trabajo final de graduación de Licenciatura, Universidad Técnica Nacional]. <https://repositorio.utn.ac.cr/server/api/core/bitstreams/6b17b6c8-ae14-4b7d-9595-3767099fe93c/content>

Mejía, J. M. (2016). *Propuesta de mejora del proceso de producción en una empresa que produce y comercializa microformas con valor legal* [Tesis de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/606233/MEJIA_MJ.pdf?sequence=1

Orozco, T. y Pineda, K. (2023). *Propuesta de metodología procedimental para el mejoramiento de los procesos de validación en la planta de manufactura para el Departamento de Ingeniería de Calidad de la empresa Terri Med Costa Rica*

[Trabajo final de graduación de Licenciatura, Universidad Técnica Nacional].
<https://repositorio.utn.ac.cr/items/178ed4f5-66ba-49eb-98b0-b49204e7f28c>

Pineda, S. C. (2017). *Aplicación de la metodología DMAIC (definir, medir, analizar y controlar), para la reducción de paros en la línea de moldeo de tabletas de chocolate* [Memoria de Ingeniería en Alimentos, Universidad de Chile].
<https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/193034/Aplicacion-de-la-metodologia-DMAIC-definir-medir-analizar-y-controlar%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Salas, A. J. (2022). *Diseño de propuestas de solución para el aumento de la eficiencia en la línea de producción y la reducción de desperdicios del Estator 1213.1-095-05* [Proyecto de graduación de Licenciatura, Instituto Tecnológico de Costa Rica].
https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/14484/TFSC1633_BIB310896_TFG_PI_Salas-Murillo%2c%20Andr%c3%a9sJosu%c3%a9_2022.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Fuentes de internet

Asolengin. (2014). *Histograma, qué es y para qué sirve*.
<https://asolengin.wordpress.com/2014/10/19/histograma-que-es-y-para-que-sirve/>

ASQ. (2025). *Qué es un multivoto*. <https://asq.org/quality-resources/multivoting>

Atlas.ti. (2025). *Entrevistas: métodos y enfoques de investigación*.
<https://atlasti.com/es/guias/guia-investigacion-cualitativa-parte-1/entrevistas>

Businessmap. (2025). *¿Qué es gemba?* <https://businessmap.io/es/gestion-lean/mejora-continua/caminata-gemba>

- Ceña, H. (2019). *Recolección de datos*.
<https://www.linkedin.com/pulse/recolecci%C3%B3n-de-datos-helen-ce%C3%B1a-nu%C3%B1ez/>
- Coll, F. (2021). *Fuente primaria*. <https://economipedia.com/definiciones/fuente-primaria.html>
- Coursera. (2023). *¿Qué es el análisis de datos?*
<https://www.coursera.org/mx/articles/what-is-data-analysis-with-examples>
- EPA. (2025). *Juego de herramientas mecánico 123 piezas*.
<https://cr.epaenlinea.com/juego-de-herramientas-mecanico-123-piezas.html>
- Equipo de Enciclopedia Significados. (2025). *Diagrama de flujo*.
<https://www.significados.com/diagrama-de-flujo/>
- Flores, A. (2022). *¿Cómo hacer una lluvia de ideas? Pasos y consejos para materializar proyectos con tu equipo de trabajo*. <https://www.crehana.com/blog/negocios/como-hacer-lluvia-de-ideas/>
- García, R., Juárez, S., Guevara, I. y García, J. E. C. (2021). DMAIC–six sigma. *Revista RELAYN*, 5(3), 164–190.
<https://iquatroeditores.org/revista/index.php/relayn/issue/view/17>
- Gestión de Proyectos. (2025). *¿Qué es el project charter de un proyecto?*
<https://gestiondeproyectos.net/gestion-de-proyectos/project-charter/>
- González, M. (2023). *Lean six sigma, una metodología aplicada a procesos reales*.
<https://www.izertis.com/es/-/blog/lean-six-sigma-una-metodologia-aplicada-a-procesos-reales>

Guillén, D. (2022). *¿Cómo hacer un análisis DAFO y un análisis CAME?*
<https://www.linkedin.com/pulse/c%C3%B3mo-hacer-un-an%C3%A1lisis-dafo-y-came-dolors-guill%C3%A9n/>

Ingenium. (2022). *Introducción a las gemba walks.*
<https://ingenium.edu.pe/blog/calidad/introduccion-a-las-gemba-walks/>

JMP. (2025). *Histograma.* <https://www.jmp.com/es/statistics-knowledge-portal/exploratory-data-analysis/histogram>

Kaizen. (2025a). *Lean six sigma: una guía para la mejora continua.*
<https://kaizen.com/es/insights-es/lean-six-sigma-mejora-continua/>

Kaizen. (2025b). *Qué es un evento kaizen™ y cómo promueve una cultura de mejora continua.* <https://kaizen.com/es/insights-es/evento-kaizen-mejora-continua/>

Lectera. (2025). *Diagrama de Gantt.* <https://lectera.com/info/es/articles/diagrama-de-gantt>

Licari, S. (2021). *¿Qué es una lluvia de ideas? Ejemplos y técnicas eficaces.*
<https://blog.hubspot.es/marketing/tecnicas-lluvia-de-ideas-creativas>

Logopolis. (2018). *Lo que debes saber del análisis de datos.*
<https://logopoliskpo.com/2018/05/17/lo-que-debes-saber-del-analisis-de-datos/>

MacNeil, C. (2025). *¿Qué es un diagrama SIPOC? 7 pasos para trazar y comprender los procesos de negocios.* <https://asana.com/es/resources/sipoc-diagram>

Melo, S. (2021). *Crea tu formulario con Google Forms.* <https://datascope.io/es/blog/crea-tu-formulario-con-google-forms/>

Miro. (2022). *Gráfico de barras: qué es, cómo hacerlo y ejemplos*.
<https://miro.com/es/graficos/que-es-grafico-barras/>

Miro. (2025). *Diagramas de flujo*. <https://miro.com/es/diagrama-de-flujo/que-es-diagrama-de-flujo/>

Ortega, C. (2025). *Diagrama SIPOC: qué es y cómo crearlo*.
<https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-sipoc/>

Parra, A. (2025). *¿Qué es la recolección de datos y cómo realizarla?*
<https://www.questionpro.com/blog/es/recoleccion-de-datos-para-investigacion/>

Pirani. (2025). *Todo lo que debes saber sobre la auditoría interna*.
<https://www.piranirisk.com/es/academia/especiales/todo-lo-que-debe-saber-sobre-la-auditoria-interna>

Progressa Lean. (2014). *Diagrama de Ishikawa*.
<https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>

Raeburn, A. (2025). *Análisis FODA: qué es y cómo usarlo (con ejemplos)*.
<https://asana.com/es/resources/swot-analysis>

Rodrigues, N. (2024). *Diagrama de Ishikawa: qué es, cómo hacerlo y ejemplos*.
<https://blog.hubspot.es/sales/diagrama-ishikawa>

Six Sigma Daily. (2020). *A critical to quality (CTQ) tree helps businesses define and meet customer needs*. <https://www.sixsigmadaily.com/critical-to-quality-ctq-tree-definition-example/>

Slimstock. (2025). *ROI (retorno de la inversión): qué es, fórmula y cómo calcularlo*.
<https://www.slimstock.com/es/blog/que-es-el-retorno-sobre-la-inversion-roi/>

Team Asana. (2025). *Planes de capacitación: cómo fomentar el aprendizaje del equipo*.
<https://asana.com/es/resources/training-plan-template>

Velázquez, A. (2025). *¿Qué es el diagrama de Pareto?*
<https://www.questionpro.com/blog/es/diagrama-de-pareto/>

Visual Paradigm. (2025). *CTQ tree example*. <https://online.visual-paradigm.com/es/diagrams/templates/critical-to-quality-tree/ctq-tree-example/>

APÉNDICES

APÉNDICE 1: Encuesta sobre eficiencia en producción línea 1

Instrucciones: Por favor, responde a las siguientes preguntas de manera honesta y detallada. Tus respuestas son confidenciales y son para un estudio de tesis universitaria.

1. ¿Consideras que el personal cuenta con la capacitación adecuada para realizar sus tareas?

- Sí
- No
- Parcialmente

2. ¿Existen programas de formación continua para mejorar las habilidades del equipo?

- Sí
- No
- No estoy seguro

3. ¿La maquinaria utilizada está actualizada y en buen estado de funcionamiento?

- Sí
- No
- A veces

4. ¿Se realiza mantenimiento preventivo de manera regular?

- Sí
- No
- No estoy seguro

5. ¿Se cuenta con un plan de producción claro y actualizado?

- Sí
- No
- A veces

6. ¿La asignación de tareas es clara y bien definida?

- Sí
- No
- A veces

7. **¿La comunicación entre los diferentes departamentos y turnos es fluida?**

- Sí
- No
- A veces

8. **¿Se realizan reuniones periódicas para revisar el progreso y resolver problemas?**

- Sí
- No
- A veces

9. **¿Los materiales necesarios están disponibles en el momento requerido?**

- Sí
- No
- A veces

10. **¿Se gestionan eficientemente los inventarios para evitar escasez o exceso de stock?**

- Sí
- No
- A veces

11. **¿Se identifican y resuelven rápidamente los problemas que afectan la producción?**

- Sí
- No
- A veces

12. **¿Se implementan mejoras continuas en los procesos productivos?**

- Sí
- No
- A veces

13. Cualquier comentario o sugerencia que consideres relevante para mejorar la eficiencia en la producción lo puedes exponer:

¡Gracias por tu participación!