



Conciencia Tecnológica

ISSN: 1405-5597

Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Campos-Valenciano, Tannia; Sánchez-Delgado, Lourdes del Rocío; Rodríguez-Esquivel, María Angelica; Castillo-Corral, Daniel; Gutiérrez-Gómez, Enrique Manuel; Valdéz-Gutiérrez, Martha Elena
Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en Producción y su Impacto en Costos de No Calidad en una Empresa Refresquera
Conciencia Tecnológica, núm. 66, 2023, Julio-Diciembre, pp. 58-69
Instituto Tecnológico de Aguascalientes

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94477589006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en Producción y su Impacto en Costos de No Calidad en una Empresa Refresquera

Application of the Analysis of Mode and Effect of Production Failure and its Impact on Non-Quality Costs in a Soft Drink Company

Tannia Campos-Valenciano
Tecnológico Nacional de México, México

Recibido: 04 octubre 2023
Aceptado: 15 diciembre 2023

Lourdes del Rocío Sánchez-Delgado
Tecnológico Nacional de México, México
lourdes.sd@aguascalientes.tecnm.mx

María Angelica Rodríguez-Esquivel
Tecnológico Nacional de México, México

Daniel Castillo-Corral
Tecnológico Nacional de México, México

Enrique Manuel Gutiérrez-Gómez
Tecnológico Nacional de México, México

Martha Elena Valdéz-Gutiérrez
Tecnológico Nacional de México, México

Resumen:

La investigación se centra en una empresa refresquera del estado de Aguascalientes, su objetivo es la implementación de la metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla en el proceso de producción, con el fin de mejorar la productividad, minimizando desperdicios y fallos que generan costos asociados a la no calidad, considerado la cadena de suministro, asegurando productos de calidad en cantidades correctas.

La metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla proporcionada por la consultoría Quality House; integrando un diagrama de flujo, identificando etapas, modos de fallo, causas, emitiendo prioridades de riesgo y aplicando acciones correctivas para prevenirlos. Se analizó el impacto de la aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla en los costos de No calidad, los datos se recolectaron en el año 2022, a través del Programa de Sistema de Análisis SAP, así como una bitácora de monitoreo de tiempo perdido.

Después de aplicar el Análisis de Modo y Efecto de Falla, AMEF se efectuaron acciones correctivas, como disminución del tiempo de ocio y la mejora de indicadores de los costos de No calidad, para focalizar y evaluar los riesgos en procesos, desarrollar soluciones, métodos para prevenir fallos, traducidos en la mejora de la productividad.

Palabras clave: AMEF, Costos de No Calidad, Cadena de Suministro.

Abstract:

The research focuses on a soft drink company in Aguascalientes, the object of the study is the production process, considered as a key link in the supply chain, this process transforms raw material into finished products, ensuring quality products in correct quantities. The development of the Failure Mode and Effect Analysis AMEF, methodology provided by the Quality House consultancy; Personnel from all levels participated in its application, developing a flowchart, identifying stages of the process, failure modes and their causes, issuing risk priority number and applying corrective actions to prevent them.

The impact of the application of Failure Mode and Effect Analysis AMEF, on Non-quality costs was analyzed, which are generated when the process is carried out inadequately, the referring data was collected in the year 2022, through the System Analyse Programmentwicklung SAP, as well as a monitoring log of lost time.

After applying the Failure Mode and Effect Analysis AMEF, corrective actions were carried out, such as reducing leisure time and improving indicators of Non-quality costs, this tool is a good option to focus and evaluate risks in processes, develop solutions and methods to prevent failures translated into improved productivity.

Keywords: FMEA, Non-Quality Costs, Supply Chain.

Introducción

Conforme pasa el tiempo, las empresas requieren el uso de nuevas herramientas para mantener su competitividad en el mercado, minimizando costos y asegurando la calidad de los productos y servicios.

En consideración con lo anterior, la investigación se centra en Arca Continental Aguascaliente empresa transnacional refresquera, la recolección de datos se realizó en el año 2022, en búsqueda de proponer alternativas de mejora de calidad, específicamente la metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, con el fin de incrementar sustancialmente la productividad de la empresa, minimizando desperdicios y fallos que generan costos asociados a la no calidad.

El proceso de implementación inicia desde la integración de un equipo multidisciplinario, elaboración del diagrama de flujo de proceso, descripción de etapas, modos de falla, causas de modo de falla, así como la evaluación, considerando la severidad, ocurrencia y detección de cada una de las fallas.

Los riesgos identificados en esta evaluación se minimizan a través de acciones correctivas a las causas detectadas como riesgo alto, una vez implementadas estas acciones se analiza cómo repercuten en los indicadores de los costos de no calidad que maneja la organización, identificando los componentes de la cadena de suministro de la organización, así como los procesos que participan, en 3 líneas de producción.

A inicios del siglo XX la supervisión era el medio principal del control de calidad, durante la segunda guerra mundial, el ejército estadounidense empezó a utilizar procedimientos de muestreo estadístico y a imponer reglas estrictas a proveedores [1], así fue como el control estadístico de proceso se extendió de forma gradual a las industrias de manufactura.

Después de la guerra, la calidad no era considerada prioridad, los directivos mostraban poco interés en la prevención de defectos y había una dependencia a la inspección, por lo que “la mejora en la calidad fue lenta y continua, pasaron casi 20 años en la década de 1970, los resultados de los niveles de más alta calidad de sus productos fueron visibles, la penetración en las compañías japonesas en los mercados occidentales fue significativa.

Desde los años 70, en las empresas japonesas ya tenían establecidos principios como: «La Calidad es responsabilidad de todos» y «Hay que hacer las cosas bien a la primera» y era frecuente hablar de «cliente interno». Todos estos conceptos fueron adaptándose a lo largo de la década de los 80 en el resto de mundo, al observarse el excelente resultado que habían dado en Japón, en la década de los 90, la liberalización de los mercados, las nuevas tecnologías, el incremento de la competencia y la necesidad de realizar drásticas reducciones de costos, han hecho surgir en muchas empresas programas de implantación de Sistemas de Gestión de Calidad Total, con el objetivo fundamental de aumentar la competitividad y de satisfacer las expectativas de los clientes minimizando fallos.

La consideración de la calidad como un factor estratégico, no se trata de una actividad inspectora sino preventiva: planificar, diseñar, fijar objetivos, educar e implementar un proceso de mejora continua, la gestión estratégica de la calidad hace de ésta una fuente de ventajas competitivas que requiere del esfuerzo colectivo de todas las áreas y miembros de la organización [2].

La metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF fue desarrollado inicialmente en el ejército de Estados Unidos en 1949, por ingenieros de la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio NASA, que lo nombró como Procedimiento para la Ejecución de un Modo de Falla, Efectos y Análisis de Criticabilidad y que utilizó como una técnica para evaluar la confiabilidad y determinar los efectos de fallas en equipos y sistemas en el éxito de la misión, de la seguridad del personal y de los equipos; se Después se utilizó en la misión espacial Apolo XI de 1960[3].

Su uso se extendió posteriormente al sector automotriz y Ford Motor Company lo aplicó en 1980 para reducir riesgos en su modelo Pinto, que había sufrido una falla en el diseño del tanque de gasolina que, al romperse en un choque, incendiaba al vehículo, en el sector automotriz surgió la Cantidad Adecuada, QS 9000, desarrollado por Chrysler, Ford y General Motors, para estandarizar los sistemas de calidad de los

proveedores, que requería la inclusión de la metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF en el diseño y en el proceso.

En 1993 el Grupo de Acción Automotriz Industrial AIAG y la Sociedad Americana para el Control de Calidad ASQC, registraron las normas de Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, para su implementación en la industria, en la actualidad el Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF es muy utilizado en las empresas automotrices estadounidenses y ha comenzado a aplicarse en muchos sectores industriales a nivel mundial a fin de minimizar riesgos y ser más productivos.

En el grupo embotellador Arca Continental planta Las Trojes se tiene implementado un sistema de Gestión de Calidad, donde se da seguimiento de indicadores y visualiza el cumplimiento de los objetivos de la organización, actualmente en el proceso de producción se tienen problemas que afectan la calidad, ya que a lo largo del 2020 tuvieron incumplimientos traduciéndose en faltas a parámetros del producto, fallas en máquina y en operación, generando costos de no calidad.

La aplicación de nuevas estrategias en las industrias se ha convertido en un factor importante para estar en constante competitividad, por esto se utilizan herramienta de calidad como Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, siendo un mecanismo para identificar fallos, así como aplicar medidas preventivas para minimizar fallos traduciéndolo a costos de no calidad.

El objetivo de esta investigación es determinar el impacto de la aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF en los costos de no calidad en una empresa refresquera, implementado en la cadena de suministro de producción, identificando las etapas afectadas y sus causas principales de modo de falla en el proceso.

Revisando las tendencias en los objetivos e indicadores de las embotelladoras Arca Continental, el corporativo se vio en la necesidad de buscar herramientas de calidad que permitan mejorar los desperdicios y fallos en proceso, encontrando el Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, como una solución a la mejora continua y minimización de costos atribuibles a estas fallas, buscando mejorar los indicadores productivos, causadas por errores en procesos impactando de manera positiva los costos de no calidad.

A través de la identificación de etapas del proceso en una línea de producción, modos de falla, causas de modos de fallo y la evaluación que surge de la multiplicación de severidad, ocurrencia, detección, se identificaron los principales riesgos que afectan los indicadores, los puntos débiles de la línea proponiendo acciones para revertir los resultados no deseados, en este estudio la unidad de análisis fueron las tres líneas de producción en la empresa refresquera.

Fundamentos Teóricos

El Análisis de Modo y Efecto de Falla es una técnica muy valiosa de advertencia ante fallos posibles, a fin de prever las acciones necesarias para su eliminación o su prevención.

El Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, es aplicable para la detección de fallas en productos o en los procesos de cualquier clase de empresa, ya sea en fase de operación o de proyecto. Asimismo, se utiliza también en sistemas administrativos y de servicios.

La metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, es un método dirigido a lograr el Aseguramiento de la Calidad, mediante el análisis sistemático, puede ser considerado como un método analítico estandarizado para detectar y eliminar problemas de forma sistemática y total, cuyos objetivos principales son:

- Reconocer y evaluar los modos de fallas potenciales y las causas asociadas con el diseño y manufactura de un producto.
- Determinar los efectos de las fallas potenciales en el desempeño del sistema
- Identificar las acciones que podrán eliminar o reducir la oportunidad de que ocurra la falla potencial.
- Analizar la confiabilidad del sistema.

- Documentar el proceso [4].

Los beneficios de aplicación del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, son:

- Mejora la calidad, confiabilidad y seguridad de los procesos
- Mejora la satisfacción del cliente
- Reduce el tiempo y costo en la ejecución de los procesos
- Ayuda a implementar acciones eficaces para reducir los riesgos
- Reduce las peticiones, quejas y reclamos relacionados con la prestación de los servicios [5].

De acuerdo con la consultoría Quality House, el Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, se aplica a través de la siguiente metodología.

1) Describir el proceso al cual se aplicará la técnica

a) Elaborar un diagrama de flujo del proceso.

2) Identificar los posibles modos de falla en el diagrama.

3) Para cada posible falla, determinar tres probabilidades. Éstas son: de Ocurrencia (O), que es la probabilidad de que se presente la falla; la Severidad (S), que es el grado de daño que puede ocasionar la falla en caso de presentarse; y de no Detección (D), que representa la probabilidad de que la falla en caso de aparecer, pase desapercibido. Estas tres probabilidades pueden tener valores que van desde 0 si la probabilidad es nula, hasta 10 si es máxima.

4) Estimar para cada falla su Nivel de Prioridad del Riesgo (NPR). Éste es un índice que se calcula como el producto de las tres probabilidades comentadas en el punto anterior. Dicho índice podrá ir desde un valor mínimo de 0, hasta un máximo de 1000.

5) Determinar acciones a tomar para aquellas fallas con valores altos de Nivel de Prioridad del Riesgo (NPR). Estas acciones pueden incluir procedimientos específicos de inspección, selección de componentes o materiales, reducción de la capacidad normal de fabricación, cambio en las condiciones ambientales de manufactura, supervisión de mecanismos, acciones de mantenimiento preventivo, etcétera.

6) Actualizar todo el proceso [6].

Costos de no calidad.

Diversos autores los definen con otros conceptos tales como costos de calidad, costos de falla, costos de mala calidad, costos de no calidad; en el presente trabajo se utiliza la terminología costos de no calidad, están asociados con cosas que se ha encontrado que no se ajustan o se desempeñan conforme a los requisitos, así como con la evaluación, disposición y los aspectos de asuntos del consumidor que originan tales fallas, esto incluye una cifra por la pérdida de confianza del cliente [7].

Originados por la falta de eficiencia en el logro de la calidad, los costos de no calidad, son todos los costos que directa o indirectamente están originados por algo que se hizo mal o que salió mal [8].

Cuando la empresa no tiene controles y actividades encaminadas a la calidad o las mismas no son eficientes, se experimentan los denominados costos de fallas (internas y externas) las cuales son costos de no calidad [9].

Los costos de no calidad son derivados de la falta o ausencia de calidad, de la no conformidad, no cumplimiento de las necesidades de los clientes o, simplemente, de no alcanzar los niveles de calidad requeridos [10].

Se define que los costos de falla se pueden identificar en:

Producto no conforme: Todos los gastos involucrados por la pérdida de desechos, partes, componentes, materiales, formulaciones y productos que no satisfacen los requerimientos de calidad y que son el resultado del propio trabajo de la empresa.

Recuperación de la producción no conforme: Incluye los gastos que se generan por concepto de reemplazo o rectificación de un producto que falla en cumplir con los requerimientos de calidad.

Reinspecciones: Gastos incurridos como resultado de las continuas inspecciones realizadas a productos que han tenido defectos.

Análisis de fallas: Gastos generados por el análisis de productos defectuosos para determinar las causas que originan sus fallas.

Producción degradada: Gastos que provienen de haber tenido que bajar el precio de un producto por no cumplir con los requerimientos de calidad.

Desperdicios y reelaboraciones de los proveedores: Gastos de desperdicios y re trabajos debido a productos defectuosos recibidos de los proveedores [11].

La determinación de los costos de no calidad permite centrar la atención en asuntos en los que se gastan grandes cantidades, y detectar las oportunidades que en potencia podrían ayudar a reducirlos mismos. Facilita medir el desempeño y constituye una base para la comparación interna entre productos, servicios, procesos, departamentos y externa con la competencia; además ayuda a los directivos a justificar cualquier posible mejoramiento de la calidad.

La figura 1 nos muestra cómo los desperdicios, rectificaciones de productos, reemplazos de producto y garantías son algunos ejemplos de los costos de mala calidad que repercuten en las utilidades de las organizaciones. [12].

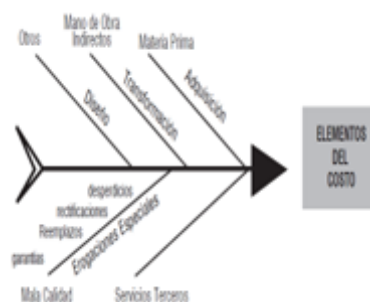


FIGURA 1
Elementos del costo.

Materiales y métodos

La presente investigación es un estudio de caso único con un enfoque cualitativo, de tipo descriptiva, ya que se utilizarán herramientas para indagar en un aspecto o fenómeno a investigar y se describen las condiciones iniciales y finales del estudio. Además, se considera como un diseño de investigación acción de tipo práctico, con un enfoque inductivo porque va de lo particular a lo general, es un estudio multivariado longitudinal porque se realizarán mediciones antes y después de la aplicación. Para ello se realiza un análisis de tendencias de costos de no calidad de la organización el cual es evaluado a través de indicadores con la finalidad de aplicar la metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF y revisar las tendencias posteriores a su aplicación.

De acuerdo con el enfoque y tipo de investigación mencionados, se realizó una revisión de la literatura en artículos de investigación para fundamentar con investigaciones empíricas el marco teórico, además, dado que esta investigación corresponde a una intervención, se realizarán visitas a la empresa para la recogida de datos y la implementación de la herramienta.

Se analizaron las 3 líneas de producción en el centro productivo Arca Continental que se encuentran en Aguascalientes, México, para el desarrollo de la metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF

en líneas de producción, la consultoría Quality House proporcionó la información paso a paso para su elaboración, resumiéndola en lo siguiente.

- 1) Selección del Equipo Multidisciplinario: Donde participan desde la alta dirección hasta el nivel de operario, teniendo como requisito contar con un conocimiento amplio del proceso.
- 2) Definir el alcance: Definir las fronteras para el análisis de cada proceso. (qué se incluye y qué se excluye)
- 3) Una vez definidos los procesos: Realizar el Diagrama de Flujo y determinar las etapas de cada proceso, documentarlo en el Formato Diagrama de Flujo de Proceso.
- 4) Desarrollar el Análisis de Modo y efecto de Falla. (AMEF)
 - a) Identificar los modos potenciales de falla.
 - b) Identificar efectos potenciales.
 - c) Identificar severidad.

La gerencia es el dueño del proceso del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF y tiene por tanto la última responsabilidad de seleccionar y aplicar los recursos, así como asegurar un proceso efectivo de administración de riesgos.

TABLA 1
Desarrollo el Análisis de Modo y efecto de Falla (AMEF)[13].

No.Proceso	Actividad / funcion/ proceso	Requerimiento			Modo de Falla	Efecto	Severidad
		No.	Producto	Proceso			

TABLA 2
Identificación modos potenciales de falla, identificar efectos potenciales, severidad, causas de modo de falla, ocurrencia, controles de prevención y detección del Nivel de Prioridad del Riesgo NPR [13].

Modo de Falla	Efecto	Severidad	Causa del modo de falla	Ocurrencia	Controles actuales		Deteccion	NPR
					Prevension	Deteccion		

Su responsabilidad también incluye:

- Proporcionar soporte directo a través de revisiones periódicas,
- Eliminar obstáculos
- Incorporar lecciones aprendidas.

Se integraron criterios de evaluación de la severidad de los efectos, criterios de evaluación de la ocurrencia de causa de falla, criterios de evaluación de la detección de falla estandarizados, proporcionados por la consultoría *Quality House*, se recopiló información a través de datos históricos de diversos sistemas de resguardo de información, y principalmente de información empírica proporcionada por el departamento de producción, control de calidad y mantenimiento de maquinaria.

Para evaluar la variable de costos de no calidad se muestra la siguiente descripción de elaboración propia, donde se puede visualizar los indicadores que maneja la organización y con los cuales se medirán los costos de no calidad.

Variable: Costos de No Calida.

Relación Variable – Indicador.

Indicadores:

UL- Utilización de Línea: es el porcentaje de tiempo que la línea está operando sin fallas operativas (del personal de producción) su objetivo es evitar los paros de proceso prolongados, evitar al máximo las fallas operacionales, dando el mantenimiento a equipos en tiempo y forma y proporcionando los servicio e insumos adecuadamente.

EM- Eficiencia Mecánica: Contar con disponibilidad de equipos para lograr el objetivo de Utilización de Línea, seguimiento a estrategias establecidas y resolver de raíz las desviaciones presentadas de manera puntual, el indicador se mide en porcentaje la línea está operando sin fallas de maquinaria y equipo.

CUHHD: Cajas Unidad / Horas Hombre Directas: Número Real, su objetivo es evitar los paros de proceso prolongados y manejar una variedad de productos cuya presentación y cantidades apoyen al cumplimiento del indicador, evitar al máximo las fallas, gestionando la producción acorde con la dirección.

Merma de Endulcorante: Indicador Corporativo de Mermas de edulcorante / se mide en porcentaje considerando el 100% el total de edulcorante (azúcar y fructosa) utilizado, su objetivo es lograr el Indicador evitando las mermas en proceso, asegurando preparaciones en volúmenes acordes a la Instrucción Maestra de Mezclado IMMs.

Merma de Concentrado: Indicador Corporativo de Mermas de Concentrado / se mide en porcentaje considerando el 100% el total de concentrado utilizado, su objetivo es lograr el Indicador evitando las mermas en proceso, asegurando preparaciones en volúmenes acordes a la Instrucción Maestra de Mezclado IMMs.

Tiempo de paro de línea de producción: Minutos perdidos por fallas en proceso, información proporcionada por personal operador de cada máquina.

Resultados y discusión

En este apartado se muestra la implementación de la metodología Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF en el proceso de producción, se contó con la participación de personal de producción, control de calidad y mantenimiento de maquinaria; se desarrolló con información empírica y con el sistema que utilizan para el resguardo de la información del Programa de Sistema de Análisis SAP, ya que el personal tiene al menos 3 años laborando como operador de maquinaria/mecánico, además se hizo uso de registros de los últimos años para contar con el historial requerido para la aplicación de esta herramienta.

Se definió con la gerencia de producción el equipo multidisciplinario participante integrado por:

- Jefe de producción
- Supervisor de producción
- Dependiendo de la etapa del proceso por evaluar será el operador asignado
- Encargado de pruebas (control de calidad)
- Supervisor de mantenimiento de maquinaria
- Mecánico de la máquina por evaluar

El alcance es el proceso de producción está compuesto por 3 líneas de producción; Línea 1, Línea 2, Línea 3.

Para el desarrollo del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF se realizaron reuniones con el equipo multidisciplinario, utilizando las tablas de severidad, ocurrencia y detección mencionadas en la técnica de

recolección de datos, identificando los requerimientos de cada etapa del proceso, modos de falla y causas que generan cada modo de falla.

Se muestran algunos de los resultados obtenidos donde se puede visualizar el desarrollo del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF del proceso de Línea 1, generado al final de la evaluación en él se identifican los Niveles de Prioridad de Riesgo NPR altos que indican las oportunidades detectadas.

TABLA 3
Resultados resumen del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF 's líneas de producción.

Línea de producción	Máquina/Etapa de proceso	Modo de falla	Causas de modo de falla
Línea 1	ASEBI (Equipo de inspección electrónica)	Alto rechazo y difícil operación	Manga mal colocada
	Descarga de lavadora	Las botellas chocan con grapas y se caen, se cae la botella al hacer cambio de cadena	Grapas desalineadas
	Empacadora	Botellas se caen en canastilla, Botellas Estancadas	quebró guía espada
Línea 2	Depaletizadora	No hay transmisión	Daño en rastrillo, descarrilamiento de cadena de rodillos, daño en tornillos de aditamentos
	Paletizadora	Pérdida de transmisión de transportador de tarima llena	Daño en flecha y balero de rodillo (tarima llena)
	Equipo preparador de debidas (EPB)	No daba el brix	Válvula micrométrica del agua no modula
Línea 3	Lavadora de botellas	Paros por baja temperatura en lavadora de botellas	Solo trabaja una caldera
	Lavadora de botellas	Paro de proceso por falla	cangilón chueco y vencido
	Empacadora	Paro de proceso por falla	cangilón chueco y vencido

Debido a los índices tan altos de Niveles de Prioridad de Riesgo NPR, y para definir qué riesgo afrontar y así mejorar los costos de no calidad, se definió junto con la organización implementar la bitácora Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF; esta herramienta permite monitorear en línea el:

- Turno en que ocurre la falla
- Tiempo perdido en producción (minutos)
- Fecha
- Etapa del proceso/máquina
- Modo de falla
- Nombre de quien detecta la falla
- Nombre de quien valida la información

- Causa del modo de falla

Se capacitó a los operadores de cada una de las máquinas por línea de producción en el llenado correcto de esta bitácora diaria de eventos para Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, y día a día se comenzaron a generar los datos para identificar fallas que ocurren e implican al mayor tiempo perdido, toda la información plasmada en las bitácoras se pasó a una herramienta en Excell y a través de una tabla dinámica se analizó el resultado de manera inmediata, para la implementación de planes de mejora se seleccionaron las etapas que presentan mayor tiempo perdido por cada línea de producción, así como las causas de modo de falla más frecuentes.

TABLA 4
Resumen de etapas que presentan mayor tiempo perdido.

Resumen de AMEF's								
Proceso	Pasos	Requerimientos		Modos de Fallas	Causa	NPR >200	Controles actuales	
		Producto	Proceso				Prevención	Detección
Línea 1	22	24	200	224	731	301	493	731
Línea 2	27	31	153	198	842	221	490	841
Línea 3	22	22	168	198	638	224	344	620
Sumatorias	71	77	521	620	2211	746	1327	2192
						33.74		

A través de la información analizada se determina que se tuvieron 663 minutos perdidos de los 2825 totales por la causa "Manga mal colocada", correspondiente al 23.46 % de paros totales en el Equipo de Inspección Electrónica ASEBI.

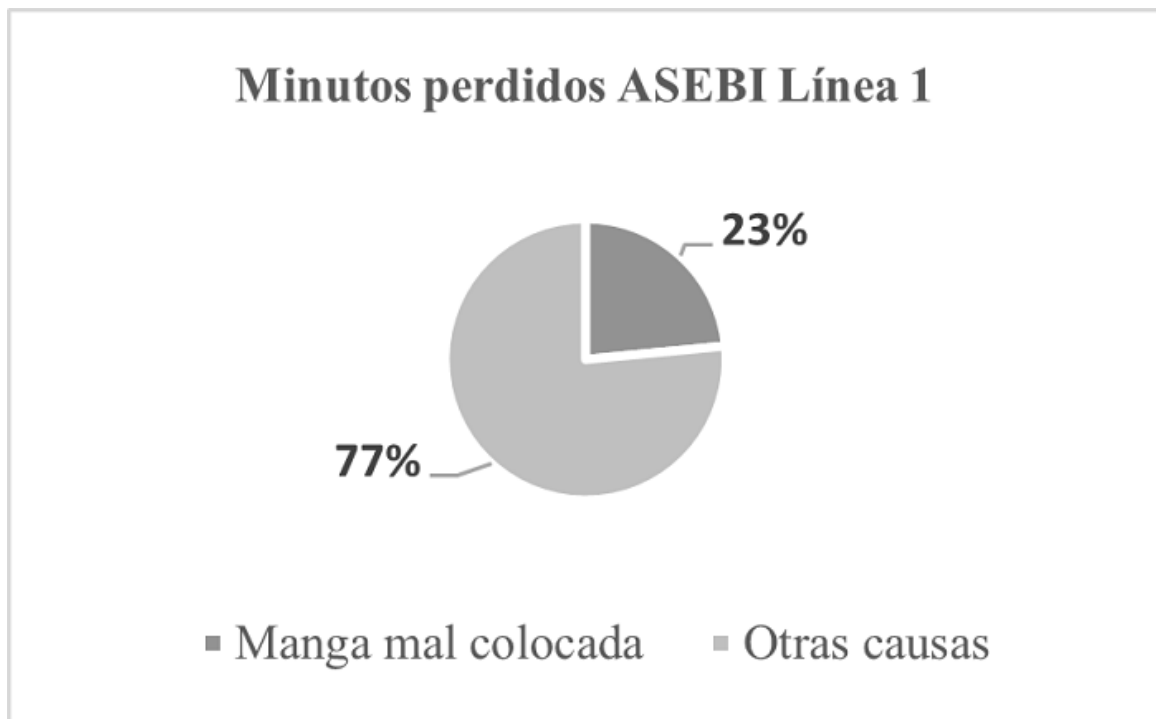


FIGURA 2
Minutos perdidos en el Equipo de Inspección Electrónica ASEBI Línea 1.
Fuente: Elaboración Propia.

Se realizó un plan de mejora, en el cual se propusieron acciones correctivas para minimizar paros de línea por la causa “Manga mal colocada” se revisaron los minutos perdidos de la etapa del proceso del Equipo de Inspección Electrónica ASEBI, mostrando una mejora significativa en los meses de noviembre y diciembre.

Conclusiones

De acuerdo con el proyecto aplicado se concluye que la implementación del Análisis de Modo de Falla y Efecto en la embotelladora es una herramienta que permite evaluar las fallas en proceso, identificando las causas de cada una de ellas.

Se identificaron las etapas donde hay problemas de cada línea de producción, así como sus causas, es importante recalcar la importancia de la participación de los operadores de cada una de las máquinas, ya que ellos fueron quienes aportaron la información que permitió un análisis de datos apegado a la realidad y así implementar planes de acción a las fallas más frecuentes.

En base a los resultados de los indicadores con los que se midieron los costos de no calidad, se responden la pregunta de investigación y se afirma la hipótesis establecida que menciona que con la implementación del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF se obtuvo una mejora en los indicadores con los que se miden los costos de no calidad; aumentó la utilización de la línea de producción, el indicador de merma disminuyó, además que se generó una mayor producción de cajas unidad y hubo una disminución considerable en el tiempo de paro de línea por falla de maquinaria.

Se identificaron las etapas donde se afectaban mayormente los costos de no calidad, siendo las siguientes:

Línea 1: Descarga de Lavadora, empacadora y paletizador.

Línea 2: Depaletizadora, equipo preparador de bebidas y lavadora de botella.

Línea 3: Lavadora de botellas y empacadora.

Se identificaron las principales causas de los modos de fallo, y en base a esta detección se realizaron las acciones correctivas pertinentes para lograr el impacto en los costos de no calidad.

Dado que no se encontró algún trabajo similar donde se pueda identificar implementación y mejora en costos de no calidad en empresas refresqueras, no se puede realizar comparación alguna.

Recomendaciones

Posteriormente al desarrollo de la investigación y análisis de las conclusiones se recomienda:

- Dar un seguimiento continuo de análisis de datos e implementación de mejoras, así como actualización del Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, ya que es una herramienta cíclica, y continua donde se requiere compromiso de parte del equipo líder para su mantenimiento.
- Considerar la capacitación constante con una frecuencia establecida al personal operador, indicado la importancia del llenado de la bitácora Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF, ya que conforma la base de datos para la actualización del sistema.
- Compartir los resultados obtenidos con todo el personal involucrado para generar motivación y retroalimentar de la importancia de cada uno de ellos en el logro de los objetivos.
- Realizar un monitoreo constante a los indicadores que describen los costos de no calidad, realizar la revisión con la alta dirección y buscar los Indicadores Clave de Rendimiento KPI 's, donde se puedan medir nuevos índices de costos de no calidad, y validar que el Análisis de Modo y Efecto de Falla AMEF tiene impacto en todos los tipos de costos.

Los resultados de esta investigación son replicables a otros procesos de la planta que tenga o no problemas de calidad como lo es Tratamiento de Agua y Jarabes.

Referencias

- [1] James R.E., William M.L. (2008) Administración y Control de la Calidad, (7.ed.) Cengage Learning Editores, S.A. de C.V, México, D.F.
- [2] Alexander, A. (1994): La mala calidad y su costo. Por Addison-Wesley. U.S.A. Iberoamericana. Wilmington, Delaware.
- [3] Izar, Juan (2018). AMEF (Model FMEA) Página 250 recuperado de https://www.researchgate.net/publication/328979491_AMEF_Model_FMEA.
- [4] Batista-Santos, H., Martínez-Flores, J.L., Fernández-Lambert, G., Bernabé-Loranca, M.B., Sánchez-Galván, F., Sablón-Cossío, N. (2015). Modelo de integración de cadenas de suministro colaborativas. 82 (193), 145-154.
- [5] Beltrán Moreno Juan Carlos, Jimmi Ricardo Munevar Rico Soacha, Cundinamarca- Marzo 2010 Guía para la aplicación de la Metodología AMEF para la gestión y administración del riesgo <https://www.studocu.com/es-mx/document/universidad-tecmilenio/logistica-internacional/e-book-en-pdf-guia-para-la-aplicacion-de-la-metodologia-amef-para-la-gestion-y-administracion-del-riesgo/15511483>.
- [6] Aquality House FMEA (2018) Capacitación en la herramienta AMEF.
- [7] Flores-Preciado J., Pérez-Cruz O.A. (2006) Los costos de no calidad en pequeñas y medianas empresas. Publicación "Contabilidad y Auditoría No. 23.
- [8] Helouani, R. (1999), Manual de los Costos de la Calidad, Macchi, México.
- [9] Montilla M., López W., Briceño M., Cote, Trujillo. (2006) Importancia de Los Costos de Calidad en Las Empresas Manufactureras Trujillanas. "Factor Clave en el establecimiento de Estrategias Competitivas". Venezuela ISSN 1316-7790 Año 9 No.18.
- [10] Gutiérrez, H. (1996). "Calidad Total y Productividad", McGraw-Hill. México.

- [11] Tamez-González I.A.(2009) Tesis de Maestría. Influencia de la logística de distribución dentro de la cadena de suministro en la calidad del servicio en la industria farmacéutica, caso de estudio” Tamaulipas.
- [12] Villanueva-Egán L. A., Cruz Vega L. (2012) Los costos de la mala calidad de la atención obstétrica Revista CONADEM Vol 17 No. 2 Pag. 60-66.
- [13] Hidalgo Mascorro Armando. (2005, septiembre 4). *Manual AMEF Análisis de modo y efecto de fallas potenciales*. Recuperado de <https://www.gestiopolis.com/manual-amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-fallas-potenciales/>.