

Héctor Vinicio Juárez Pocoón

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA ECA
GUATEMALA, AMATITLAN, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:

Ing. Agr. Carlos Moisés Hernández González

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA ECA
GUATEMALA, AMATITLAN, GUATEMALA.



Presentado al honorable tribunal examinador por:

Héctor Vinicio Juárez Pocoón

En el acto de investidura previo a su graduación como: Licenciado
En Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022

Informe final de graduación.

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA ECA
GUATEMALA, AMATITLAN, GUATEMALA.



Rector de La Universidad:

Doctor Fidel Reyes Lee

Secretario de la Universidad:

Licenciado Mario Santiago Linares García

Decano de la Facultad de Ingeniería

Ingeniero Luis Adolfo Martínez Díaz

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

La principal finalidad de la presente investigación es de obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, la investigación se realizó en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, en donde se manufactura envases de aluminio para bebidas, según esta investigación se ha detectado incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101).

La Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, se convierte en un problema que surge desde que en la empresa no se cuenta con procedimientos para optimizar el consumo de químico de lavado. Conforme a esta problemática, es muy importante que se implemente el sistema de mejora continua que pueda incrementar los rendimientos y favorecer la eficiencia en la compañía.

La investigación trata de un escrito que permitirá a la empresa implementar en el proceso de lavado de envases de aluminio, el sistema de mejora continua acorde a las necesidades de la empresa.

Proponer una solución practica basada en los conocimientos adquiridos en las clases universitarias.

Ser aplicable como alternativa de solución a otras entidades similares.

El propósito primordial de esta investigación es reducir el consumo de químico de lavado en empresa Eca Guatemala, para mejorar el rendimiento y productividad.

Presentación

En cumplimiento a lo estipulado por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, se elaboró el trabajo “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala”.

Este trabajo es presentado de manera correcta a través de la investigación de sus causas, sus efectos y posibles soluciones, para cumplir con los requisitos académicos de la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar por el título universitario de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, por Héctor Vinicio Juárez Pocoón.

El presente trabajo es importante ya que podrá ayudar a la empresa Eca Guatemala, a implementar el Sistemal de Mejora Continua, lo que se traduce en mayor productividad y optimizar el consumo de químico de lavado.

La investigación, elaboración y ejecución de este estudio permite poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera y al mismo tiempo enriquecerlos con la experiencia .

ÍNDICE GENERAL

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	INTRODUCCION.....	1
I.1	Planteamiento del problema.....	2
I.2	Hipótesis.....	2
I.3	Objetivos.....	3
I.3.1	General.....	3
I.3.2	Específico.....	3
I.4	Justificación.....	3
I.5	Metodología.....	4
I.5.1	Métodos.....	4
I.5.2	Técnicas.....	7
II.	MARCO TEÓRICO.....	8
III.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	73
IV.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	80
IV.1	Conclusiones.....	80
IV.2	Recomendaciones.....	81
	BIBLIOGRAFÍA	
	Anexos	

Índice de cuadros

No.	Contenido	Página
1.	Personas que conocen sobre el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.....	74
2.	Personas que conocen sobre el porcentaje de incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.....	75
3.	Personas que conocen el tiempo en que ha existido el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.....	76
4.	Personas que conocen sobre Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.....	77
5.	Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.....	78
6.	Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.....	79

Índice de gráficas

No.	Contenido	Página
1.	Personas que conocen sobre el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.....	74
2.	Personas que conocen sobre el porcentaje de incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.....	75
3.	Personas que conocen el tiempo en que ha existido el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.....	76
4.	Personas que conocen sobre Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.....	77
5.	Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.....	78
6.	Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.....	79

Índice de figuras

No.	Contenido	Página
Tomo I		
1.	Primeros envases elaborados.....	9
2.	Almacén de bobinas de aluminio.....	12
3.	Volteador de bobinas.....	13
4.	Desembobinador.....	13
5.	Lubricador.....	14
6.	Prensa de copas.....	15
7.	Formadora de cuerpo.....	16
8.	Proceso Químico o Lavadora de Latas.....	17
9.	Esprendora de barniz interior.....	18
10.	Formadora de cuello.....	18
11.	Ramales y picos de spray.....	20
12.	Cortina de aire.....	21
13.	Método de titulación para determinar acidez libre.....	27
14.	Diagrama espina de pez	65
15.	Árbol de realidad.....	66
16.	Diagrama de Pareto.....	68
17.	Diagrama Histograma.....	69
18.	Evaluación de la capacidad.....	71

I. INTRODUCCIÓN

De acuerdo a lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se elaboró el trabajo Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, previo a optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

La manufactura de envases de aluminio es muy importante, ya que en los últimos años ha ganado mucha importancia la conservación y protección del medio ambiente, cabe mencionar que el envase de aluminio es el empaque más ecológico que hay, pues es infinitamente reciclable.

La empresa Eca Guatemala, ubicada en el municipio de Amatitlán, Guatemala, se dedica a la manufactura de envases de aluminio a gran escala, al momento de realizar la presente investigación, se detectó que la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, provoca incremento en el consumo de químico Clene 101.

El presente documento cuenta con cuatro capítulos según la tabla de contenidos de tesis.

En el capítulo I, se describe la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos generales y específicos, justificación, metodología, métodos y técnicas.

En el capítulo II, se describe el marco teórico, toda la información tomada de otros autores relacionada al tema.

En el capítulo III, se presenta la comprobación de la hipótesis, la cual fue desarrollada con sus respectivos cuadros y gráficas.

En el capítulo IV, se presentan las conclusiones y recomendaciones, las cuales fueron elaboradas en base a los resultados obtenidos.

I.1 Planteamiento del problema.

La empresa Eca Guatemala se localiza en el municipio de Amatitlán, se dedica a la manufactura de envases de aluminio para bebidas, produce grandes volúmenes de producto, lo que conlleva que cualquier uso inadecuado de sus recursos se traduzca en alto consumo.

La empresa Eca Guatemala, no cuenta con Sistema de Mejora Continua, que permita un mejor aprovechamiento del químico de lavado Clene 101.

De acuerdo a los datos proporcionados por personal de la empresa, se confirmó que el aumento de consumo de químico viene desde hace cinco años. El porcentaje de incremento está entre el 15% y 20%.

Con la implementación de un Sistema de Mejora Continua se espera optimizar el consumo, esto realizando medición de indicadores y mejoras al proceso.

I.2 Hipótesis.

Hipótesis causal

El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por inadecuado uso de químico de lavado, la causante del incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

I.3.1 Objetivo general

Reducir el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

I.3.2 Objetivo específico

Optimizar el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

I.4 Justificación

Un sistema de mejora continua, es una metodología que las empresas modernas han implementado en los últimos años, es de suma importancia ya que al implementarlo las vuelve más competitivas.

La empresa Eca Guatemala se dedica a la manufactura de envases de aluminio para bebidas, este empaque es muy popular debido a lo ecológico, pues su ciclo de reciclaje es infinito, debido a esto la escala de producción es muy alta en varios miles de millones al año.

La empresa ha tenido un incremento en el consumo de químico de lavado, por la falta de un sistema de mejora continua, que le ayude a realizar un uso adecuado del mismo.

La falta de Sistema de Mejora Continua, no ha permitido establecer procedimientos y prácticas que coadyuven a mejorar el consumo del químico para lavado del envase.

Se espera que con la implementación de la propuesta se logre eliminar los problemas en los próximos cinco años hasta en un 80%.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas utilizadas para la elaboración de la presente investigación de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos

El método utilizado varia con la formulación de la hipótesis y su validación, por lo tanto: para la formulación de la hipótesis el método utilizado fue el deductivo, el cual fue complementado con el marco lógico, se establece la hipótesis y los objetivos de la investigación, estos están ilustrados en el árbol de problemas y objetivos que forman parte de los anexos de esta investigación. Para corroborar la hipótesis, el método utilizado es la inducción, que se basa en métodos estadísticos, síntesis y analíticos.

Seguido se expone la forma de en qué se empleó cada uno de los métodos citados:

I.5.1.1 Técnicas y métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

En la formulación de la hipótesis el método fundamental fue el deductivo, el cual proporciono generalidades del área de producción de la empresa Eca Guatemala, en el municipio de Amatitlán, Guatemala. Para ello se utilizó las siguientes técnicas:

Observación directa. Técnica utilizada directamente en el área de manufactura, a cuyo efecto, se observó la forma en que actuaban los trabajadores de la empresa

Investigación documental. Esta técnica fue empleada para conocer si ya se tenían documentos relacionados o similares con la problemática de esta investigación, con el objetivo de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico desarrollado; también, para compilar información y otros puntos de vista de otros autores sobre el tema citado. Los libros consultados se

especifican en el epígrafe de bibliografía, que fueron obtenidos mediante las fichas bibliográficas utilizadas a través de la revisión documental.

Entrevista. Cuando ya se obtuvo una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los gerentes de la empresa, con el objetivo de tener información más certera sobre la problemática detectada. teniendo una visión más clara sobre la problemática del área de proceso de lavado de la empresa Eca Guatemala, mediante el uso del método deductivo, a través de las técnicas antes mencionadas, se procedió a la formulación de la hipótesis, para lo cual se utilizó el método del marco lógico, que permite encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, agregando a esto se definió el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. En el anexo 2, se encuentra la graficación de la hipótesis.

La hipótesis fue formulada de la forma que indica lo siguiente: “El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.”

El método del marco lógico, nos ayudó principalmente para encontrar el objetivo general y el específico de esta investigación; también facilitó establecer la clasificación de este trabajo.

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para comprobar la hipótesis, el método utilizado, fue el método inductivo, con el que se logró obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

Para esto, se utilizaron las técnicas que a continuación se especifican:

Entrevista. Antes de desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el objetivo de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis antes formulada. Las boletas, antes de ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información solicitada, posterior a ser aplicada.

Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió dirigir la encuesta a 5 gerencias de la empresa Eca Guatemala con un 100% de nivel de confianza y 00% de error.

Posterior a obtener la información contenida en las boletas, se procedió a enlistarlas; para lo cual se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos obtenidos, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeran como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez analizada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo realizada.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas utilizadas, para la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se mencionaron anteriormente; sin embargo éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así: Como se mencionó en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las referencias bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática. Por aparte, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

La investigación documental, estuvo presente en las etapas de formulación de la hipótesis y en la etapa de comprobación, y en toda la investigación documental y particularmente, para conformar el marco teórico. Como se puede ver fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma.

II. MARCO TEÒRICO

La referencia teórica para la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, se basa en la recolección de información para desarrollar y fundamentar el problema que se ha planteado.

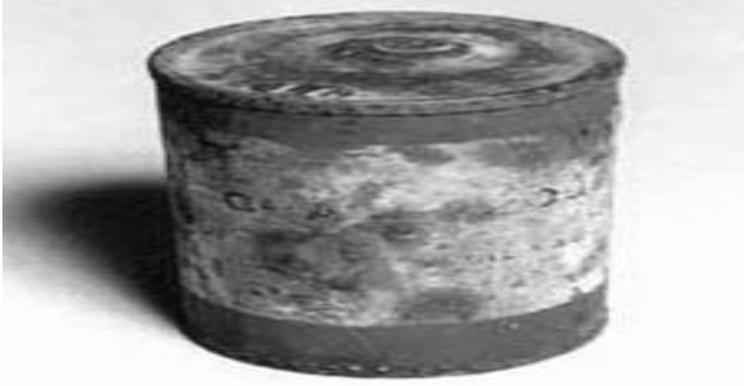
II.1 Industria de manufactura de envases de aluminio

la hojalata es un material que, aunque su invención viene de la antigüedad, alcanzó su máximo desarrollo a lo largo del siglo XX. Fue Estados Unidos el que apostó por esta industria, llegando en la década de los 70's a su mayor actividad. Después, el gran despliegue de los envases para bebida, el uso de aluminio como materia prima por Norteamérica, los envases alternativos y la obsolescencia de la industria siderúrgica americana, hicieron entrar en declive ese mercado. (mundo latas, 2022)

Según mundo latas (2022), el desarrollo del ser humano y la evolución del envase han ido juntos, ya que mientras el hombre buscaba nuevas tierras, se vio en la necesidad de recorrer cada vez más largas distancias, esto lo llevo a la necesidad de tener que guardar alimentos y empacarlos para que se preservaran por más tiempo. Conforme se fueron descubriendo nuevas tecnologías, estas fueron aplicadas a la elaboración del envase metálico hasta llegar al que se conoce en la actualidad.

El aluminio es un metal que se forma a través de una mezcla entre láminas de acero para hojalata y un revestimiento catalítico o por pasividad, en ambas caras de este componente, de una película de estaño. (mundo latas, 2022)

Figura 1: Primeros envases elaborados



Fuente: mundo latas, 2022

II.2 Importancia económica de la industria

Se estima que el segmento de aluminio dominará el mercado de latas de metal para alimentos y bebidas, con una participación mayor de alrededor del 82.4% en 2019, por volumen. Se proyecta que alcance las 405.9 mil millones de unidades para 2025. (mundo latas, 2022)

Según mundo latas (2022), la sostenibilidad es una preocupación importante en el sector del envasado de alimentos y bebidas. Aunque en el mercado se encuentran disponibles varias opciones de envasado sostenibles, como envases ecológicos, envases solubles en agua y soluciones de envasado comestible, el mayor costo de dichas soluciones de envasado restringe su aceptación a nivel mundial. Por lo tanto, es necesario optar por una solución sostenible de bajo costo, especialmente en las regiones en desarrollo; y la lata metal es una de esas soluciones de envasado, que se alinea con la tendencia de sostenibilidad.

El cambio en las preferencias de los consumidores, en términos de comidas, ha derivado hacia la tendencia de las comidas para llevar, lo que crea la demanda de soluciones de empaque, que sean portátiles, fáciles de manejar y sostenibles al mismo

tiempo. Por lo tanto, la demanda de latas de metal está creciendo. (mundo latas, 2022)

Por material, las propiedades reciclables y reutilizables del aluminio y el acero los convierte en la mejor opción para ser utilizados como materia prima para la producción de latas metálicas. En términos de latas de metal para alimentos y bebidas el aluminio se usa principalmente para la producción de latas para bebidas, mientras que el acero se usa comúnmente para la producción de latas para alimento. (mundo latas, 2022)

Las altas tasas de reciclaje de aluminio y la creciente preocupación por los envases sostenibles apoyan el crecimiento del aluminio en el mercado de latas de metal. (mundo latas, 2022)

Según mundo latas (2022), el consumo de latas de aluminio ha crecido alrededor del 82.4% en 2019, y se estima que para el 2025 el mercado llegue a las 405.9 mil millones de envases.

Cualquier producto de aluminio puede ser reciclado infinitas veces sin perder sus propiedades. Gracias al reciclado del aluminio, el material puede ser reutilizado tantas veces como sea necesario y con óptimas cualidades. El ciclo del reciclado empieza justo después de su producción ya que los recortes y restos de este proceso industrial se recuperan y reciclan directamente. (Asociación para el reciclado de productos de aluminio, 2013)

II.3. Proceso de manufactura de envases de aluminio

Según Smith (2006), el proceso de manufactura de envases de aluminio comienza desde la obtención de la bauxita, es el mineral para fabricar alúmina, para fabricar bobinas de aluminio se necesita una aleación de alúmina virgen y aluminio reciclado. Los rollos de aluminio son recepcionados en la bodega de la planta; luego son despachados al proceso donde se colocan en el volteador y luego desplazados hacia

el desembobinador.

En el desembobinador se desenrolla la lámina de la bobina y es aplicada una fina capa de lubricante. La lámina es troquelada en pequeñas formas de discos y luego un troquel le da la forma de copa, estas copas son transportadas por diferentes bandas hacia la formadora de cuerpo donde un punzón realiza el estiramiento hasta darle la forma cilíndrica. Una cortadora en forma de tijera recorta el cilindro para darle bordes parejos y uniformes. Para realizar todo este proceso se necesita de un refrigerante llamado aceite soluble. (Smith, 2006)

De acuerdo con Smith (2006), en una máquina lavadora o proceso químico se encarga de eliminar el soluble o refrigerante que trae el bote del proceso anterior, aquí se lava y seca para poder tener una buena aplicación de barnices y tintas

En la parte inferior del envase es aplicado un barniz y secado con luz ultravioleta, esto permite que la lata se desplace con facilidad por todos los transportes. Luego al envase se le aplica la litografía con tintas especiales y barniz exterior y secado en un horno para acelerar el curado.

Después de aplicar la litografía se aplica un barniz interior para aislar el metal con el contenido que esta será llenada ya sea refresco, jugo o cerveza. El envase pasa por un horno para el curado y secado del barniz interior, luego una maquina dobla la pestaña donde se engargola la tapa que es colocada en la llenadora de bebidas. (Smith, 2006)

Por último, los envases son paletizados y cubiertos con una película plástica y despachados al cliente o se almacén en bodega de producto terminado

II.3.1. Bauxita

De acuerdo a Katz (2011), el principal mineral para la fabricacion de aluminio es la bauxita. En 1889, Karl Josef Bayer, hijo del fundador de la empresa quimica del

mismo apellido desarrollo un método para la obtención de alúmina a partir de la bauxita, proceso que desde entonces ha sufrido muy pocas modificaciones. (pág.10)

La aleación aluminio comúnmente procesada por los fabricantes de latas para bebidas es la aleación 3104, aleación de forja que corresponde a la serie 3000 aluminio-manganeso por su gran formalidad. La dureza del material por su parte es especificada como H19, que corresponde a la dureza máxima que se logra a través del trabajo en frío. (mundo latas, 2022)

II.3.2. Almacén de Aluminio.

Es el lugar destinado para almacenar las bobinas de aluminio, estas deben estar identificadas por número de lote, calibre, fecha de aprobación por el departamento de calidad. El almacén debe estar en un lugar cercano al volteador de bobinas para poder tener un ágil suministro al proceso y así evitar pérdidas de tiempo por falta de bobinas (mundo latas, 2022)

Figura 2: Almacén de bobinas de aluminio

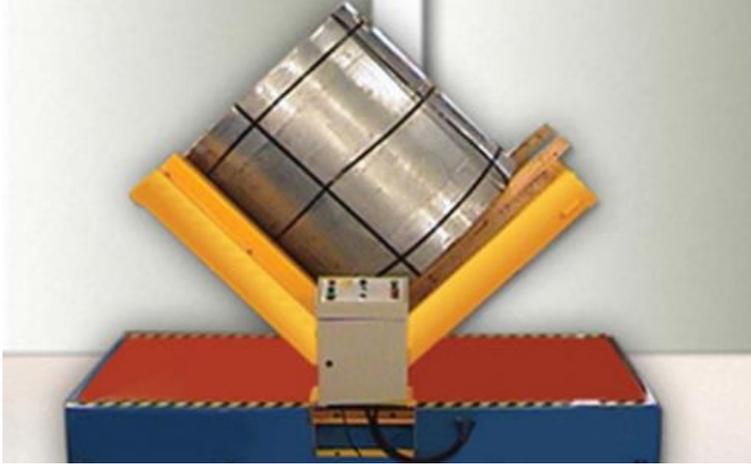


Fuente: www.railsider.com/operadorlogistico. Julio 2020

II.3.3. Volteador

De acuerdo con mundo latas (2022), se coloca la bobina o rollo de aluminio, luego es desplazado hacia el mandril.

Figura 3: Volteador de bobinas



Fuente: www.indeco.biz, febrero 2022

II.3.4 Desembobinador

Luego que el volteador desplaza la bobina hacia el desembobinador este es desenrollado

Figura 4: Desembobinador



Fuente: Houghton, 2010

II.3.5 Lubricador

La lámina debe tener suficiente aceite para preparar químicamente la superficie para

el aceite de copas y proteger la lámina durante el tiempo de tránsito a la planta. La implementación de aplicadores de aceite puro como el Unist han dado la posibilidad de ajustar la lubricación de las copas mejorando el proceso de estirado en las formadoras de cuerpo. (Houghton, 2010)

Figura 5: Lubricador



Fuente: www.lanacion.com.ar, abril 2017

II.3.6 Prensa de copas

Según Houghton (2010), la copa es formada usando una prensa hidráulica que posee una matriz adecuada al tipo de envase a producir. La lámina es alimentada deslizándose al interior de la prensa. La copa luego es enviada a las formadoras de cuerpo mediante el uso de transportadores de aire o transportes mecánicos, mientras el material sobrante es enviado a descarte para su reciclaje (pág.12)

La implementación de aplicadores de aceite puro “aplicadores limpios como el unist han dado la posibilidad de ajustar la lubricación de las copas mejorando el proceso de estirado en las formadoras de cuerpo. La lubricación de la parte superior de la lámina, que origina el interior de la lata, debe de ser menor. Las cantidades a aplicar deben ajustarse a los requerimientos de cada planta, una insuficiente lubricación dará origen a latas oscuras en su interior e incrementaran el consumo de herramental y los niveles de golpe de formado. (Houghton, 2010)

La lubricación de la parte inferior de la lámina, que origina el exterior de la lata, debe de ser mayor. Una insuficiente lubricación dará origen a incremento en rompimiento en el proceso de estirado e incrementaran los consumos de herramental. (Houghton, 2010)

Figura 6: Prensa de copas



Fuente: Houghton, 2010.

II.3.7 Formadora de cuerpo.

De acuerdo con Houghton (2010), la copa es llevada a través de un juego de anillos de diámetro interior disminuyendo progresivamente por un punzón. La formación del cuerpo es realizada por los anillos con la ayuda del punzón que provee la fuerza. Los ajustes y tolerancia mecánica son finos para dar el grosor de pared adecuado. (pág. 22)

Las plantas de fabricación de latas de aluminio producen millones de latas por día y dependen de equipos de alta velocidad, sistemas de control y tecnología para monitorear el rendimiento. Todos son esenciales para crear un lote exitoso de latas. Sin embargo, la formadora de cuerpos y la recortadora pueden ser las máquinas más esenciales en una planta de latas.

Después que la lata es formada, el exceso de metal en la boca y la altura de la misma es definida por una cortadora o tijera. Durante el proceso de formado los puntos de contacto entre el metal y la herramienta puede alcanzar temperaturas superiores a 200C° lo cual requiere el uso de solución refrigerante. (Houghton, 2010, pág. 22)

El refrigerante es principalmente agua con un porcentaje de aceites y aditivos especiales llamados ingredientes activos para detergencia, anticorrosivos y lubricidad en la herramienta de la formadora de cuerpo. (Houghton, 2010, pág. 26)

Figura 7: Formadora de cuerpo



Fuente: Houghton, 2010.

II.3.8 Lavadora o proceso químico

Preparar las superficies de los envases de aluminio para resistir la corrosión y darles una adherencia optima y uniforme para el recubrimiento orgánico final por medio de una correcta limpieza es el objetivo de la máquina lavadora de envases de aluminio. El proceso químico se apoya de algunos equipos auxiliares tales como: planta de agua desionizada, planta de tratamiento agua de pozo, sistema de filtración de refrigerante y planta de tratamiento de agua residual, además de suministro de aire comprimido, gas licuado de propano entre otros. (Smith, 2006, pág. 1)

Figura 8: Proceso químico o lavadora de latas



Fuente: www.internationalthermalsystem.com, febrero 2022

II.3.9 Horno barniz ultravioleta

En la parte inferior del envase es aplicado un barniz y secado con luz ultravioleta, esto permite que la lata se desplace con facilidad por todos los transportes.

II.3.10 Decoradora

La impresora es una máquina, que se encarga de aplicar la decoración en los envases, y un barniz para proteger la parte exterior del envase, es una de las etapas más importantes del proceso de fabricación de latas, ya que es aquí es donde se personalizan los diseños.

II.3.11 Esreadoras

En esta etapa a las latas se les aplica un barniz grado alimenticio para poder aislar el aluminio con la solución que será llenada y luego ingerida por los consumidores, es importante una correcta aplicación, para evitar que la deficiencia de esta pueda perjudicar la salud del consumidor. Para verificar que este aplicado correctamente el barniz se debe realizar periódicamente y ya establecidos chequeos de exposición de metal y al detectar valores elevados se debe de tomar acciones correctivas.

Figura 9: Es spreadora de barniz interior



Fuente: www.sprayingssystem.com, febrero 2022

II.3.12 Formadora de cuello.

La formadora de cuello tiene la función de hacer una ondulación en la parte alta del envases, esto permitirá que en el proceso de llenado se pueda acoplar la tapa y tener un sellado correcto y hermético.

Figura 10: Formadora de cuello



Fuente: www.belvac.com, febrero 2022

II.3.13 Paletizado.

En esta etapa los envases son estibados en tarimas por niveles, cada nivel está separado por un cartón plástico y luego envueltos por nylon que los protege de cualquier contaminación externa hasta llegar a su entrega con el cliente. (Houghton, 2010)

II.4. Proceso de Lavado de Envases de Aluminio.

Preparar las superficies de los envases de aluminio para resistir la corrosión y darles una adherencia optima y uniforme para el recubrimiento orgánico final por medio de una correcta limpieza es el objetivo de la máquina lavadora de envases de aluminio

II.4.1 Mecánica del equipo de la lavadora

Toda la lavadora está fabricada con acero inoxidable 316L (carbono extra bajo), para evitar la corrosión por los distintos productos químicos usados en la limpieza y del tratamiento de conversión de superficie. (Smith, 2006 pág. 3)

II.4.1.1 Bombas, se utilizan bombas eléctricas para poder lavar, enjuagar y aplicar tratamientos a las latas, es necesario que cada estación tenga bombas con suficiente capacidad para tener una limpieza adecuada. (Smith, 2006 pág. 3)

II.4.1.2 Ramales

Según Smith (2006), son los tubos horizontales que distribuyen las soluciones a los picos de spray, están situados en la parte superior e inferior de la estera para asegurar una buena cobertura interior y exterior de las latas, todas las estaciones del proceso cuentan con estos ramales, con diferente tipo de picos. Generalmente los tubos son de acero inoxidable, pero también los hay de plástico, siendo los de acero mucho más duraderos. (Pág. 3)

Figura 11: Ramales y picos de spray



Fuente: www.internationalthermalsistem.com, febrero 2022

II.4.1.3 Picos de spray

El Angulo y la capacidad del pico es tal que las soluciones se aplican a muy alta presión, pero con un bajo volumen de solución. los tipos de picos para la estación 1 y 2 están diseñados para ser usados con una estera que sostiene hacia abajo las latas para que no eleven. los picos proveen de un dibujo de spray en forma de cono, con excelente cobertura escalonada de las áreas. (Smith, 2006, pág. 3)

II.4.1.4 Cortina de aire

En el extremo de salida de cada etapa de lavado, está ubicada una cortina de aire. Su función es remover el líquido contenido en el domo de la lata. Esto evita que se entremezclen el producto químico y las soluciones de enjuague en toda la lavadora evitando así una excesiva contaminación de los baños químicos y un incremento en los costos y problemas de calidad. Según la configuración del domo, cada domo de lata puede arrastrar aproximadamente 20 ml de la solución del tanque. (Smith, 2006)

Figura 12: Cortina de aire



Fuente: www.internationalthermalsistem.com, febrero 2022

II.4.1.5 Tamices

En cada tanque de recirculación se insertan tamices de malla para filtrar los contaminantes y reducir la posibilidad de que haya picos atascados, ramales obstruidos y entradas de bombas bloqueadas, como resultado de los sólidos y otra materia extraña que entre al pozo de la bomba. Es importante contar con tamices dobles en todos los tanques, que se limpien al menos una vez al día. (Smith, 2006, pág. 8)

II.4.1.6 Vertederos de rebalse

En todos los tanques recirculantes hay vertederos de rebalse para permitir la remoción de todos los contaminantes que están en la superficie. Se debe mantener un rebalse constante en los tanques de lavado y enjuague. (Smith, 2006, pág. 9)

II.4.1.7 Desionizador

De acuerdo con Smith (2006), el desionizador no forma parte de la lavadora, pero es un sistema muy importante de apoyo, diseñado para suministrar agua desionizada a la última etapa de la lavadora como enjuague final, consta de una unidad para suavizar

el agua, eliminando los minerales de calcio y magnesio, filtros de carbón que eliminan impurezas, color, olor y cloro del agua. finalmente se cuenta con dos trenes, cada tren cuenta con una columna catiónica y una columna aniónica. La columna catiónica se utiliza regenerante ácido y la columna aniónica se regenera con soda cáustica. (Pág. 9)

II.4.1.8 Horno de secado

El horno de secado está ubicado a la salida de la lavadora, se usa para quitar el agua remanente en la superficie de la lata. (Smith, 2006, pág. 9)

II.4.2 Etapas del Proceso de Lavado

El típico proceso de lavado de envases de aluminio consta de las etapas siguientes: pre-enjuague, pre-lavado, lavado, primer enjuague con agua, tratamiento para cerveza, segundo enjuague con agua, enjuague con agua desionizada, enjuague con aditivo mejorador de movilidad, zona de transferencia y horno de secado. (Smith, 2006, pág. 2)

II.4.2.1 Pre-enjuague

La etapa de pre-enjuague se usa para remover de la superficie de las latas el aceite soluble del proceso de estirado, tratando de diluir la espesa concentración del mismo y de otros aceites lubricantes y evitar así la contaminación en exceso del baño de la primera estación. (Smith, 2006, pág. 11)

II.4.2.2 Pre-lavado

El propósito de la etapa de pre-lavado es remover la espesa acumulación de aceite soluble de la superficie de las latas antes de que las latas entren a la etapa de limpieza química. Operado a un pH de 1.30 a 2.5, el pre-lavado remueve 75% a 80% de la suciedad orgánica, para mantener estos parámetros se debe utilizar ácido sulfúrico.

Los refrigerantes y aceites de superficie se separan y flotan a la superficie de donde son arrastrados por el rebalse del tanque de 10 a 20 lt/minuto. (Smith, 2006, pág. 11)

II.4.2.3 Lavado

La limpieza química se usa para remover las suciedades orgánicas e inorgánicas de la lata de aluminio, dejando las latas preparadas para la aplicación del tratamiento de conversión de superficies. (Smith, 2006, pág. 11)

II.4.2.3.1 Tipos de suciedades

Suciedad orgánica: aceites de laminación, lubricantes de estampado, refrigerantes de estirado, suciedad en general.

Suciedades inorgánicas: limaduras de aluminio, carbonilla creados por las etapas de deformación, óxido y corrosión natural presentes en las superficies de las láminas de aluminio. (Smith, 2006, pág. 14)

II.4.2.3.2 Remoción de suciedades: los limpiadores a base de ácido sulfúrico y tipo Clene 101, cargados con una combinación de tensioactivos y aditivos de fluoruro, están diseñados para atacar todas las suciedades orgánicas e inorgánicas difíciles. La solución del baño se controla por titulación de acidez libre y acidez total. La titulación de acidez libre mide la cantidad de producto químico activo de limpieza disponible para la remoción de suciedad. La titulación de acidez total mide la cantidad de producto químico activo de limpieza más la cantidad de sales de aluminio que se han acumulado en la solución del proceso. (Smith, 2006, pág. 15)

El Clene 101 se agrega al baño de la etapa de lavado por medio conteo de latas que ingresan a la lavadora y ajuste de tiempo de dosificación, esto lo se realiza por medio de un controlador. (Smith, 2006, pág. 15)

Control de contaminación: El control de contaminación se obtiene manteniendo una

relación entre el puntaje de acidez total dividido por el puntaje de acidez libre. Una relación alta de 3.0 ó mayor resultará en una reducción de la eficiencia del proceso y su habilidad limpiadora, con el consecuente aumento del costo de operación. (Smith, 2006, pág. 15)

Una relación baja, 2.0 ó menor, resultará en mayor habilidad de limpieza, pero mayores costos operativos dado que, el control de la contaminación se mantiene al nivel deseado trabajando con el rebalse de la solución de limpieza por el vertedero de rebalse hacia el drenaje, con la consecuente pérdida de producto que deberá reponerse. (Smith, 2006, pág. 15)

II.4.3 Etapa de primer enjuague con agua

La etapa de enjuague con agua, consiste en agua recirculada por medio de ramales superiores e inferiores alimentados bombas centrífugas.. Es necesario un constante rebalse de este enjuague para evitar la acumulación de sales ácidas insolubles. (Smith, 2006, pág. 19)

II.4.4 Etapa de tratamiento para cerveza

Esta etapa de la lavadora de latas se usa para aplicar un recubrimiento químico a la superficie limpia y enjuagada de las latas. La no aplicación de este recubrimiento puede provocar manchas en el domo durante el proceso de pasteurización en la llenadora. (Houghton, 2010)

II.4.5 etapa segundo enjuague con agua

La etapa de segundo enjuague con agua, consiste en ramales superiores e inferiores con picos rociadores alineados, alimentados mediante bombas centrífugas que recirculan el agua. El propósito de esta etapa es remover completamente toda la solución de tratamiento para cerveza que quede sobre la lata, se necesita constante

rebalse para evitar la acumulación de contaminación. (Smith, 2006, pág. 23)

II.4.6 Etapa de enjuague con agua desionizada

Según Smith (2006), el enjuague con agua desionizada provee el primero de los dos pasos finales de enjuague. Según el valor de conductividad del agua corriente, este enjuague debe reducir el agua de enjuague residual sobre la lata hasta por debajo de 20 microsiemens. Si este enjuague se eleva por sobre 30 microsiemens, se necesitará un volumen adicional de agua desionizada en el enjuague final con agua desionizada para lograr la dilución de las sales depositadas sobre las latas. (Pág. 25)

II.4.7 Etapa de enjuague con aditivo mejorador de movilidad

Esta etapa consiste en un enjuague con agua desionizada y un aditivo llamado corrinse, reduce la tensión superficial del agua permitiéndole drenar más rápido de la superficie de la lata, esto significa que la temperatura del horno de secado puede reducirse considerablemente y aun así lograr el secado completo de la lata. El corrinse también mejora la movilidad de las latas depositando una capa molecular sobre la superficie de la lata que reduce la fricción entre las latas. (Smith, 2006 pág. 27)

II.4.8 zona de transferencia

Esta etapa consiste en una banda transportadora con succión de vacío que transfiere las latas de la lavadora al horno de secado. (Houghton, 2010)

II.4.9 Horno de secado

En esta etapa las latas se secan por completo, las latas se desplazan sobre una malla la temperatura debe operarse entre 170°C. y 180°C.

II.4.10 funciones y control de limpieza

Limpieza= Función (C, T, T, P)

C= concentración de limpieza

T= tiempo de contacto

T= temperatura

P= presión de spray

Durante la limpieza, las concentraciones de ácido y fluoruro se agotan, luego se reponen para mantener el pH y la conductividad. El baño se analiza por acidez libre por medio de titulación. Las presiones son controladas por medio de manómetros, la temperatura por medio de termómetros y el tiempo de contacto se mide desde que ingresa el envase hasta que sale del horno (Smith, 2006, pág. 35)

II.4.11 Procedimientos de ensayo y control de calidad

Para mantener los productos químicos en lavadora en su concentración y condiciones óptimas, es necesario controlar regularmente todos los pasos. También las latas se inspeccionan al pasar por la lavadora, esto involucra algunas técnicas de química húmeda, el uso de analizadores de pH y de iones, así como la observación directa de los procesos. Se toma una muestra de 150 ml. De cada etapa y se enfría a 25°C. (Smith, 2006 pág. 39)

II.4.11.1 Método acidez libre

Se toma una alícuota de 10 ml de la muestra, se coloca en un matraz de 250 ml, se agregan 5 gotas de indicador fenolftaleína, se agrega 1 gramos de fluoruro de sodio en polvo, luego se agita vigorosamente, luego esta solución se titula con reactivo de hidróxido de sodio 0.1 N. hasta alcanzar un viraje color rosado, los mililitros gastados de hidróxido de sodio son los puntos de acidez libre. (Smith, 2006, pág. 42)

Figura 13: método de titulación para determinar acidez libre



Fuente: www.peakd.com, febrero 2022

II.4.11.2 Método acidez total

Se toman una alícuota de 10 mililitros, se agregan 5 gotas de indicador fenolftaleína, se agita vigorosamente luego se titula con reactivo hidróxido de sodio. Los mililitros gastados de hidróxido de sodio son igual a puntos de acidez total. (Smith, 2006, pág. 42)

II.4.11.3 Método de cor rinse

Se toma una alícuota de 25 mililitros, se agregan 20 gotas de reactivo hidróxido de potasio, se agrega 10 gotas de reactivo azul 116, se agita y luego se titula con solución reactivo tetrakis, los mililitros gastados de tetrakis son igual a la concentración de cor rinse. (Smith, 2006, pág. 44)

II.4.12 Planta de agua Desionizada

Según Aquamex (2006), los sólidos totales disueltos comúnmente encontrados en el agua natural son sales minerales, ácidos y bases disociados en iones, estos iones son de dos tipos, los que están cargados positivamente son llamados cationes y los que están cargados negativamente aniones, por ejemplo, cloruro de sodio, es una sal típica

que se disocia en el agua para el dar el catión sodio y el anión cloruro. (Pág. 1)

II.4.12.1 Resinas intercambiadoras de iones

Las sustancias químicas sintéticas e insolubles llamadas resinas intercambiadoras de iones han sido utilizadas para quitar los aniones y cationes que se encuentran en el agua. Estas resinas son de dos tipos: las llamadas intercambiadoras de cationes, que quitan los cationes metálicos de las soluciones y dan en cambio iones hidrogeno. Los iones hidrogeno junto con los aniones dejados en la solución constituyen un ácido. (Aquamex, 2006, pág. 1)

El segundo tipo de resinas son llamadas intercambiadoras de aniones, quitan los ácidos reemplazando el anión con un ion hidróxido. El ion hidróxido junto con el ion hidrogeno forman agua de tal manera que no quedan impurezas dentro del agua, en conclusión, los iones son quitados de la solución y sustituidos con hidrogeno e hidróxido, que juntos constituyen el agua de tal modo que se pasa agua a través de una cama de resina catiónica y después a una cama aniónica, prácticamente todos los sólidos disueltos pueden ser eliminados. (Aquamex, 2006, pág. 1)

El cambio de iones entre la resina y la solución es una reacción química reversible, regida por la ley de acción de masas, cuando las resinas están esencialmente gastadas, pueden ser regeneradas y vueltas a poner a su eficiencia desmineralizadora normal, pasando una solución ácida diluida sobre la resina catiónica y una solución alcalina diluida sobre la resina aniónica. (Aquamex, 2006, pág. 1)

II.4.12.2 Descripción de los cuatro pasos de operación

En esencia la operación de los equipos de dos camas consiste en cuatro pasos:

II.4.12.3 Retro lavado: el agua fluye a través de las camas aniónicas y catiónicas a una velocidad controlada, en dirección ascendente, lavando y clasificando las resinas para

ayudar al proceso de regeneración, al mismo tiempo las partículas de suciedad y los finos de las resinas son arrojadas al drenaje, se trabaja al flujo máximo, pero sin tirar resina de diámetro mayor a 0.3 milímetros. (Aquamex, 2006, pág. 2)

II.4.12.4 Regeneración

Según Aquamex (2006), los productos de químicos o regenerantes son pasados a través de la cama de resinas para intercambiar los iones absorbidos durante la corrida anterior, dejando las resinas activadas para la próxima corrida. La solución alcalina es introducida a través de un distribuidor colocado arriba de la cama de la resina, se derrama lentamente hacia abajo a través de la resina aniónica y sale afuera de la columna por medio de un distribuidor que se encuentra en el fondo. (Pág. 2)

II.4.12.5 Enjuagado

Las camas de resinas son lavadas para quitar los productos de regeneración y los regenerantes que quedaron como remanente, las columnas intercambiadoras son lavadas con flujo de caída de agua siendo alimentada a través de un distribuidor, colocado en la parte superior, saliendo luego hacia afuera del recipiente, al drenaje. (Aquamex, 2006, Pág. 2)

II.4.12.6 Servicio

De acuerdo a Aquamex (2006), después de que se ha lavado por un periodo corto de tiempo, todos los productos sobrantes son eliminados de la cama de resina, la capacidad de intercambio iónico estará a su máxima eficiencia y el agua producida será de servicio. La corrida se continua hasta que la resistividad del agua cae bajo ciertos límites predeterminados. (Pág. 2)

II.5 Químico de Lavado Clene 101

El Clene 101 es un líquido ácido color ámbar concentrado utilizado para la limpieza

de contenedores de aluminio, mediante aspersión en lavadora. Clene 101 es un líquido ácido concentrado utilizado para proveer el Ion aluminio, el cual estabiliza un baño nuevo para implementar el control electrónico automático de la solución. Ya sea Acc2 o bien Acc3, líquidos similares que se usan como fuente de fluoruro, deben ser usados cuando se adicione Clene 101 al baño. Cada producto proporciona una limpieza rápida y controlada. (Houghton, 2012 Pág. 1)

II.5.1 Condiciones de operación

Concentración:	Rango	Típico
Clene 101	0.75-1.5 gal/100 gal	1 galón
Temperatura	120°-140°F	130°F
Tiempo	20 – 60 segundos	40 segundos

Ninguna aleación de acero inoxidable es totalmente resistente a soluciones de Clene 101. El acero inoxidable 316L proporciona un servicio satisfactorio. Se recomienda el uso de este último para la construcción de tanques, tuberías, bombas y superficies de transferencias de calor. (Houghton, 2012, pág. 2)

II.5.2 Proceso común

1. Limpieza, utilizando Clene 101. 2. Enjuague con agua; las latas son rociadas con agua fría la cual está fluyendo lo suficiente para prevenir contaminación excesiva. 3. Tratamiento, con la aplicación de Ne900 4. Enjuague con agua; a contra flujo, tal como en el paso 2 5. Enjuague con agua desionizada; este enjuague es para eliminar cualquier posible contaminación de los enjuagues anteriores y para ayudar a prevenir interferencias de adherencia de barnices y cubiertas decorativas. 6. Enjuague con agente de Movilidad, ya sea Cor Rinse 42C o 42C1. (Houghton, 2012, pág. 2)

II.5.3 Procedimiento para preparación inicial del tanque

1. Llenen el tanque a dos terceras partes del volumen total con agua limpia fría. 2.

Agregar la cantidad requerida de Clene 101, agitar para mezclar. 3. Agregar agua fría para incrementar el volumen un nivel de operación. Entonces la solución estará lista para su calentamiento a temperatura de operación. (Houghton, 2012, pág. 2)

II.5.4 Equipo de Protección Personal

Protección de ojos y cara: lentes o careta si hay posibilidad de salpicaduras. Protección de piel: Guantes impermeables y vestimenta apropiada. Usar overol y botas si hay posibilidad de salpicaduras. Protección respiratoria: Usar respirador aprobado (ver OSHA 29CFR1910.134) en el caso de que el límite de exposición máxima sea excedido (ver sección III). Utilizar en condición de niebla. (Houghton, 2012, pág. 3)

II.5.5 Precauciones especiales

Manejo, Transporte y Almacenamiento: Almacenar bajo techo en área fresca y seca. Mantener los contenedores cerrados cuando no utilizados. Contenedores vacíos retienen residuos de producto que tienen los mismos peligros del químico. Evitar contacto con ojos, piel y ropa. (Houghton, 2012, pág. 4)

Proveer buena ventilación. Evitar materiales incompatibles y calor. Cuando se haga diluciones, siempre adicionar el ácido al agua, nunca agua al ácido. Otras Precauciones: Deben seguirse todas las precauciones indicadas en la etiqueta. No re envasar el producto. Adicionar el producto lentamente para evitar salpicaduras. No permitir el congelamiento. Consulte con los reglamentos federales, estatales y locales vigentes en cuanto a la disposición apropiada de este producto y su envase. (Houghton, 2012, pág. 4)

II.6 Sistema de Mejora Continua

II.6.1 Antecedente de la manufactura

De acuerdo con Socconini (2019), el inicio de la evolución de la manufactura moderna

lo marca James Watt con la invención de la máquina a vapor de doble acción. Este acontecimiento, estaba poniendo en marcha la Revolución Industrial, periodo de tiempo que comprende entre la mitad del siglo XVII y principios del siglo XIX, cuando el trabajo manual se sustituyó por la automatización mecánica, simplificando las actividades y logrando que cualquier persona pudiera realizar algunas labores, ya que las actividades complejas las harían las máquinas. (pág. 20)

No obstante, hubo impactos como la migración de los agricultores a las ciudades y a los países industrializados, la producción en serie que dio fuerza al capitalismo y la división social etiquetada por las clases según su estatus económico. (Socconini, 2019, Pág. 20)

Frederick Taylor creó una revolución al fijar estándares mediante la medición científica para crear mejores métodos de trabajo y remuneración. Analizaba cada actividad y lo dividía en elementos, y luego medía las operaciones y sus componentes para establecer el tiempo que se tardaba en completar cada ciclo. Así, llegó a la conclusión de que cada paso debería de tener un tiempo mínimo y un tiempo máximo, y que podría ser factible analizar el trabajo de cada proceso y cada operación para obtener lo mejor de los individuos. (Socconini, 2019, pág. 21)

Henry Ford, demostró cómo aumentar la capacidad de producción y reducir significativamente los costos mediante la producción secuencial o línea de producción, diseñando un método para hacer que el automóvil se desplazara por rieles para avanzar en cada una de las etapas de operación. Con esto, evitó que los operarios se trasladaran al auto transportando los materiales y herramientas. (Socconini, 2019, pág. 21)

II.6.2 Historia del Sistema de Producción de Toyota

Según Socconini (2019), la historia de Toyota empieza con Sakichi Toyoda, inventor y pensador japonés que nació en 1867 cerca de la ciudad de Nagoya, Japón, De niño,

aprendió el oficio de carpintero, como herencia de su padre, y más adelante, en 1890, aplicaría conocimientos aprendidos en ese oficio en la invención de sus telares automáticos. (Socconini, 2019, pág. 14)

En este largo camino de esfuerzo y trabajo duro, Toyoda trabajaba arduamente durante largas jornadas y logró varios inventos. Un invento destacado en esta historia, que era un dispositivo que hacía que el telar se detuviera si un hilo se rompía, avisando con una señal visual al operario de que la máquina estaba detenida y necesitaba pronta atención. Este invento lleva por nombre Jidhoka, que significa automatización de los defectos o automatización con enfoque humano. (Socconini, 2019, pág. 14)

II.6.3 Productividad Industrial

Según Cruelles (2013), la competitividad o ser competitivo es un término que tiene muchas variantes. Una empresa puede ser competitiva por diversos motivos: Bajos costes de manufactura, bajos costes de materia prima, cercanía de clientes y por lo tanto bajos costos de distribución, plazos de entrega muy cortos, la calidad del producto, innovación, tecnología, diseño, servicio postventa.

II.6.4 La mejora continua.

Según Chang (2001), el plan de mejora continua es un enfoque sistemático que se puede utilizar para lograr crecientes e importantes mejoras en procesos que proveen servicios y productos a los clientes, al utilizar un plan de mejora continua se da una mirada detallada a los procesos y descubrir maneras de mejorarlos. El resultado es un medio más rápido, más eficiente o efectivo para producir un bien o servicio. (Pág. 7)

II.6.5 Proceso de trabajo

Una secuencia de pasos, tareas o actividades que transforman los inputs en un output. Un proceso de trabajo incorpora valor a los inputs transformándolos o utilizándolos

para producir algo nuevo. (Galloway, 2002, Pág. 23)

II.6.6 Diagramas de proceso

Según Galloway (2002), la representación gráfica de un proceso, que ilustra la secuencia o sucesión de tareas; utiliza una versión modificada de los símbolos utilizados en los diagramas de flujo estándar. (Pág. 14)

II.6.7 (PHVA) Ciclo de Deming

De acuerdo con Zapata (2015), el PHVA, también conocido como ciclo de la calidad, círculo de Deming o Espiral de la mejora continua, es una herramienta planteada inicialmente por Walter Shewhart y trabajada por Deming en 1950; se cimienta en cuatro pasos: planificar (Plan), hacer (Do), verificar (Check) y actuar (Act). Globalmente, el PHVA es un ciclo que contribuye a la ejecución de los procesos de forma sistematizada y a la comprensión de la necesidad de ofrecer altos estándares de calidad en el producto o servicio; por lo cual, puede ser utilizado en las empresas, ya que permite la ejecución eficiente de las actividades.

II.6.7.1 Planear

En la etapa de planear se establecen las políticas, los objetivos y los procesos necesarios para lograr los resultados de la organización, hacer hincapié en qué hacer y cómo hacerlo. (Zapata, 2015)

II.6.7.2 Hacer.

En la etapa de hacer se estimula la implementación de los procesos de acuerdo con todo lo planeado. (Zapata, 2015)

II.6.7.3 Verificar.

En la etapa de verificar se controlan los procesos, los productos y servicios, y se

realiza seguimiento para confirmar que las tareas se ejecutaron según lo planeado. (Zapata, 2015)

II.6.7.4 Actuar.

En la etapa de actuar se realizan acciones para la mejora continua del desempeño de los procesos y se fijan nuevos compromisos de cómo mejorar la siguiente ocasión. (Zapata, 2015)

II.6.7.5 Aplicación del ciclo phva en la organización

La atribución del PHVA en la empresa se puede conocer como un proyecto coordinado desde la dirección con atribuciones de todos. Igualmente, pasará por las etapas de formulación de la idea inicial, acuerdos directivos y estudio de oportunidad; etapa de diseño donde se formulará y se definirá la idea; en la etapa de sensibilización se explican los beneficios del proyecto; en la etapa de diagnóstico se da a conocer el estado de la organización con respecto al ciclo; en la etapa de formación del personal para mejor comprensión del objetivo. (Zapata, 2015)

Etapa de planificación y estudio especificado; etapa de desarrollo e implementación, ajustes necesarios y puesta en marcha; cálculo de avance y mejora. El aseguramiento del éxito depende del compromiso, la claridad del proyecto, los recursos suficientes para su implementación y certeza en el desarrollo y control. (Zapata, 2015)

En la empresa, planear debe ser realizado en función del objetivo que se pretende alcanzar. Se determinan los objetivos deseados y qué hacer para alcanzarlos satisfactoriamente. Para este objetivo se plantean los programas como un conjunto de planes entrelazados con asuntos diferentes entre sí, planes que describen la secuencia cronológicamente de las actividades a desarrollarse, planes que detallan como una tarea debe ser ejecutada, hasta en sus más mínimos detalles, normativas y reglas para definir lo que se debe o no realizar. (Zapata, 2015)

II.6.8 Reingeniería del cambio

Las empresas están cada vez más interesadas por el cambio. El cambio se hace cada vez más frecuente. Actualmente no se deja de hacer referencia a la reorientación, reorganización, reestructuración; se evoca continuamente a las nuevas tecnologías, a las distintas formas de distribución, a las fusiones y compras, los nuevos enfoques de mentalidad. Estos conceptos que en el pasado eran excepcionales se han convertido en obsoletos. Todas las empresas están en esta tendencia. Se desarrollan y se desenvuelven en entornos que cambian drásticamente y constantemente. Una empresa puede provocar el cambio o sufrirlo; pero el cambio es necesario. (Grouard, 2009, pág. 5)

Según Grouard (2009), el cambio o la alteración del entorno no se puede controlar. Ciertos sectores enteros como la microinformática y los automóviles están obligados a cambiar frecuentemente: nuevos artículos, nuevas tecnologías, nuevas organizaciones; aun cuando la rentabilidad de la mayoría de los involucrados se enfrenta en favor de un freno del movimiento. (pág. 5)

Las tecnologías se hacen frecuentemente obsoletas, la vida útil de los productos se acorta, la competencia se encuentra innovando continuamente. Las organizaciones, en el sentido estricto de la palabra, no son las únicas que sufren los efectos. Las administraciones, las asociaciones, las cooperativas se ven también afectadas por el constante cambio. La velocidad y la frecuencia pueden ser diferentes, así como también sus objetivos, pero también están sujetos al cambio. (Grouard, 2009, pág. 5)

El cambio significa no seguir siendo el mismo, es el estado de la evolución constante, de lo que se ha modificado. El cambio significa fenómenos muy contrastantes por su amplitud y por su extensión. Ciertos cambios corresponden a grandes irregularidades. Toda la organización resulta afectada por profundas

modificaciones. Es el caso de las reestructuraciones, que se traducen en cambios importantes a nivel de la estrategia, de las estructuras, de los sistemas, de los recursos humanos, de la cultura. (Grouard, 2009, pág. 6)

La innovación en las tecnologías es una fuente de cambio cuya importancia crece cada vez más (se trata de una causa interna en el caso de la empresa que efectuó una innovación). Las innovaciones son continuamente más numerosas y rápidas. Si bien es cierto que son raras las innovaciones de la importancia de la invención de la máquina de vapor, de la electricidad o del transistor, hacen igualmente posible la fabricación de artículos y de formas de operación que no existían con anterioridad. (Grouard, 2009, pág. 13)

II.6.8.1 Comportamiento constructivo de la dirección de la empresa

El equipo del cambio debe predisponer y preparar cuidadosamente al conjunto de los miembros de la dirección y a los cuadros superiores en cuanto a la conducta a adoptar frente a las disfunciones y las oportunidades detectadas. La dirección de la empresa no debe, en ningún caso, pretender identificar a los responsables de las insuficiencias o de los errores pasados para "castigarlos". (Grouard, 2009, pág. 83)

II.6.8.2 La Dirección General

La dirección general define las grandes orientaciones estratégicas y el marco de evolución de la empresa. Desempeña este primer papel en el marco de la definición de la visión (ver clave "definir la visión"). La dirección es el cuidador último de la congruencia del proceso de cambio con la visión establecida. De esa se garantiza que las condiciones necesarias para el éxito del proceso de cambio se cumplan y sean llevadas a buen término. Más allá de la descripción de la visión, el rol de la dirección general consiste en. (Grouard, 2009, pág. 86)

Montar la estructura y la organización que se necesita para el proceso de cambio;

repartir los recursos humanos de calidad al proceso de cambio (equipo del cambio, equipos de competencias, equipos de apoyo); validar las líneas directrices del proceso de cambio (grandes etapas, organización, calendario); validar permanentemente las opciones de evolución de la empresa, vigilando su coherencia con la visión. (Grouard, 2009, pág. 88)

Eliminar las barreras puestas al cambio cuando éstas requieren de una intervención al más alto nivel (por ejemplo, directivos que rehúsan sistemáticamente toda evolución de la empresa a pesar de los esfuerzos para incorporarlos y que "hay que desplazarlos en la organización" o, incluso, a los que eventualmente será necesario separar); controlar el balance económico a lo largo del funcionamiento; garantiza una comunicación fluida y apropiada que va dirigida a todo el personal de la organización; garantizar el adiestramiento necesario. (Grouard, 2009, pág. 88)

II.6.8.3 El equipo del cambio

Todo el personal de la empresa se encuentra absorbido por el desarrollo de las operaciones diarias. Los colaboradores no cuentan con suficiente tiempo para tener perspectiva suficiente y para establecer el desarrollo de la puesta en marcha de los cambios. Por otro lado, la gestión de un proceso de cambio requiere conocimiento humano y directrices específicas, que no todos los colaboradores poseen necesariamente. (Grouard, 2009, pág. 89)

II.6.8.4 Perfil del responsable del equipo del cambio

Se trata de un hombre de la empresa: dotado de una experiencia de diez años o más en la empresa y que ha desempeñado diferentes funciones que le permiten tener un conocimiento general de la misma. Esta experiencia le permite desarrollar relaciones personales dentro de las diferentes áreas de la empresa. Las características específicas que se le requieren son: ser una persona respetable por su credibilidad, tanto a nivel de la dirección general como a nivel del personal de la empresa.

(Grouard, 2009, pág. 90)

Ser un líder, capaz de comprender y de aplicar la visión; de identificar nuevas direcciones de mejoras y de comunicarlas de una manera convincente; ser un verdadero comunicador, tener la capacidad de dirigirse a todo el personal de la empresa; ser un ejecutivo completo, capaz de comprender el conjunto de las cuestiones en sus aspectos tanto analíticos como relacionales y políticos (en el sentido anglosajón de las relaciones de poder). (Grouard, 2009, pág. 90)

II.6.8.5 Perfil de los miembros del equipo del cambio

Son expertos conocedores de la empresa y gozan de mucha credibilidad. tienen experiencia en la gestión de proyectos (resolución de cuestiones o de problemas multifuncionales) y son capaces de trabajar en un contexto tanto formal como informal. Se trata de ejecutivos de alto nivel. Generalmente, su línea jerárquica hace que no estén demasiado dispuestos a ser transferidos a otra área o función por lo que será necesaria la intervención de la dirección general para obtener su disponibilidad (Grouard, 2009, pág. 90)

II.6.9 Mantenimiento productivo total

El mantenimiento productivo total (TPM), establecido a generar el mayor aprovechamiento de la maquinaria y equipos al menor coste. (Sánchez y Enríquez, 2017)

El origen del TPM fue en Japón a principios de los años setenta, con el objetivo de maximizar la eficiencia global de los equipos de trabajo en los sistemas de producción, eliminando las fallas, los defectos y los accidentes con la participación de todos los colaboradores de la empresa. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Según el sistema TPM, los operadores son responsables de su propio equipo y de su

lugar de trabajo, estando obligados a mantenerlos limpios y en perfecto estado operacional, así como a detectar problemas potenciales antes de que se conviertan en fallas, produzcan accidentes e incidentes y afecten al proceso productivo. La implementación del TPM es ya una realidad en numerosas empresas en todo el mundo. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Participación: En TPM participa todo el personal de la empresa, iniciando por la alta dirección hasta los operadores de planta, incluyendo todos los escalones intermedios de todas las áreas de la misma. Si no participan todos ellos no es posible alcanzar las metas fijadas. Es importante el trabajo en equipo, en grupos multidisciplinarios con estrecha colaboración entre las distintas áreas de la empresa, con mención especial a la que se produce entre Producción y Mantenimiento. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Eficiencia: Con TPM se crea una nueva cultura corporativa cuya meta principal es la búsqueda y obtención de la máxima eficiencia o eficiencia global, tanto en el propio sistema de producción, como en la gestión de equipos. **Eliminación de pérdidas:** TPM, una vez se ha aplicado, logrará llevar a cabo una gestión de las plantas productivas, con la implementación de mejoras en el ciclo de vida de los equipos, que permitirá la eliminación de pérdidas antes de que se produzcan. Con esto se conseguirá el triple objetivo de: Cero Defectos Cero Averías Cero Accidentes. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Los pilares tpm

El Instituto Japonés de Prevención de Mantenimiento (JIPM) denominó “pilares” a las etapas fundamentales del TPM. Cada uno de los pilares cumple una funcionalidad específica, es liderado por responsables de diferentes departamentos de la organización, logra involucrar a todos los colaboradores, tiene una metodología específica y entre ellos mantienen una congruencia de actuación. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Los pilares que una empresa puede aplicar dependen de cada fábrica, grado de tecnología, estado del equipo, nivel de competencias del personal y otros criterios. Los pilares considerados por el JIPM como necesarios para el desarrollo del TPM en una empresa son los 8 que serán analizados a continuación. Sin embargo, algunas empresas no solamente han desarrollado los ocho pilares sugeridos por el JIPM, además han incorporado otros nuevos, como el caso de Procter & Gamble que implementó otro pilar denominado "Pilar liderazgo y organización". (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Mantenimiento Autónomo.

Este pilar es, una de las principales innovaciones que supone el TPM en relación a otros sistemas de mantenimiento comunes y, a la vez, una de las principales razones del aumento de la producción. El Pilar de Mantenimiento Autónomo relaciona directamente al operador en el cuidado del equipo que opera. ¿Cómo se consigue esto? Debido a un alto grado de capacitación y preparación profesional para que monitoree las condiciones operativas y preserve el lugar de trabajo sin contaminación, suciedades y desordenado. (Sánchez y Enríquez, 2017)

El mantenimiento autónomo está basado en los conocimientos que el colaborador tiene del equipo que maneja esto significa, mecanismos, aspectos de operación, cuidados y conservación, manejo, fallas, etc. En ello, la importancia de las competencias, ya que será esta la que permita a los trabajadores: Entender la importancia de mantener las condiciones de trabajo. Asimilar la necesidad de realizar inspecciones preventivas. Ser participativo en el análisis de situaciones problemáticas. Realizar pequeñas actividades de mantenimiento en un primer paso. Llevar a cabo actividades de mantenimiento de mayor complejidad. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Mejoras Enfocadas

La meta de este Pilar es eliminar organizadamente las grandes pérdidas provocadas

por el proceso productivo. Para esto se realizan diversas tareas en las que intervienen los diferentes departamentos comprometidos en el proceso productivo con el fin de maximizar la efectividad general de los equipos, plantas y procesos. Estas acciones utilizan metodología específica y fijan su atención en la supresión de cualquiera de las 6 pérdidas que podrían existir: Fallas. Tiempos de arreglo y ajustes de los equipos. Funcionamiento a velocidad reducida. Tiempo en vacío y paros cortos. Desperfectos de calidad y compostura de trabajos. Puesta en marcha. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Mantenimiento Planificado

El fin del mantenimiento planificado es descartar los problemas del equipo por medio de actividades de mejora, prevención y predicción y mantener en condiciones óptimas el equipo y el proceso. Para planear las acciones de mantenimiento se necesita disponer de bases de datos clasificadas, incrementar las competencias de los operadores basándose en esos datos, facilitar herramental de trabajo que logren realizar la programación de medios disponibles, aplicar tecnologías de mantenimiento y motivar y coordinar al equipo humano encargado de estas tareas. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Mantenimiento de la Calidad

Este tipo de mantenimiento tiene como meta optimizar la calidad del producto, la variabilidad, a través del control de las condiciones de los componentes y estados de los equipos. Es decir, cero fallas para lograr cero defectos. Si en los ambientes industriales usualmente solo se venían contemplando los problemas que detenían la productividad, no se hacía de igual manera con las fallas que no detienen el equipo, pero generan pérdidas debido al empobrecimiento de la calidad del artículo final, lo cual, por otro lado, es bastante constante. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Prevención del Mantenimiento

Este pilar se adelanta a la puesta en funcionamiento de los equipos. Así, decimos que la prevención del mantenimiento abarca el grupo de actividades de mejoras que se realizan en la fase de diseño, construcción y etapa de funcionamiento de los equipos para reducir los costos de mantenimiento durante su utilización. Es decir, la organización, al momento de adquirir nuevos equipos, tendrá que consultar el historial de comportamiento de las máquinas que posee para establecer posibles mejoras en el diseño y reducir las fallas desde el mismo momento en que se negocia la adquisición de un nuevo equipo. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Para el desarrollo correcto de la prevención del mantenimiento es necesario realizar bases de datos sobre composturas y fallas, por medio de esto se fundamenta en la teoría de la fiabilidad. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar TPM en las Áreas Administrativas

El fin de este Pilar poder eliminar las pérdidas en los procesos administrativos e incrementar su eficiencia. No debemos olvidar que TPM es aplicable a todos los departamentos de la organización (compras, finanzas, recursos humanos, etc.). Las actividades que desarrollan departamentos como planificación, desarrollo y administración, aunque no producen un valor directo como producción, sí que facilitan y ofrecen el apoyo necesario para que el proceso de producción funcione correctamente, con los menores costes y con la más alta calidad. El apoyo ofrecido se basa en muchos casos en la correcta gestión de la información. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Educación y Entrenamiento

El fin de este pilar es incrementar las capacidades y habilidades de los colaboradores. Estas habilidades normalmente se obtienen con la experiencia, pero la empresa puede

acelerar este proceso de adquisición de habilidades mediante el entrenamiento. Podemos decir que los trabajadores tendrán habilidades operativas cuando sepan interpretar correctamente las condiciones de funcionamiento del equipo, así como actuar ante situaciones de posible avería para minimizar las consecuencias hasta que el departamento de mantenimiento pueda intervenir. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Pilar Seguridad y Medio Ambiente

La meta de este pilar es crear y conservar un sistema que garantice un ambiente laboral sin accidentes, ni contaminación y, al mismo tiempo, cuidadoso con el medio ambiente. A través de este pilar se llevan a cabo todas aquellas actividades que buscan que el entorno de trabajo sea confortable y seguro. Pensemos, que la contaminación del entorno laboral puede estar causada por el mal funcionamiento del equipo, y que muchos accidentes tienen su origen en una mala distribución de los equipos y herramientas en el área de trabajo, o en un inadecuado mantenimiento de los mismos. (Sánchez y Enríquez, 2017)

El pilar de seguridad y medio ambiente

En el centro de este pilar es exactamente donde se desarrollan las principales herramientas de seguridad y salud en el trabajo y medio ambiente (5´ s, Observaciones Preventivas de Seguridad, OPL, Metodología de resolución de problemas 8D, BBS- Behaviour Base Safety, etc.), aunque no es imprescindible un entorno Lean Management o un sistema TPM para implementarlas y llevarlas a la práctica. Es decir, cualquier pequeña o mediana empresa puede adoptar las herramientas que mejor se adapten a sus necesidades para mejorar su desempeño de seguridad y salud y medio ambiente, sin haber oído siquiera hablar de TPM o Lean. (Sánchez y Enríquez, 2017)

No obstante, a pesar de que no hace falta contar con un pilar de seguridad y medio ambiente para aplicar todas estas herramientas, vamos a exponer en los siguientes párrafos el contenido de este pilar. En cuanto objetivos, el pilar tiene dos objetivos

muy claros en materia de seguridad y salud, y uno de medio ambiente: Cero Accidentes: No puede ser otro el objetivo en materia de control de accidentabilidad. Para llegar a este punto, habrá que ir reduciendo paulatinamente el riesgo de accidentes en el entorno laboral e implementar las medidas necesarias, para que en el caso de que sucedan, los resultados sean lo más mínimos posibles. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Transformar y convertir el centro de trabajo en un entorno amigable, más agradable y saludable, eliminando, controlando o reduciendo los riesgos laborales y mejorando las condiciones de los lugares de trabajo. Mejorar el desempeño medioambiental de la organización, reduciendo el impacto medioambiental, mediante el control de: segregación de residuos gestión de los consumos de agua, tanto potable, como la necesaria en los procesos productivos consumo de recursos energéticos emisiones a la atmósfera. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Hay algunos puntos fundamentales que deben incluirse entre los contenidos de todo pilar de seguridad y medio ambiente: Cumplimiento de estándares de seguridad y medio ambiente. Se debe involucrar a todos los trabajadores para que sean conscientes de que son responsables de su propia seguridad y de la de todos los que encuentran a su alrededor. Así, aspectos como el uso de los Equipos de Protección Individual (EPI), o el cumplimiento de todas las instrucciones y protocolos de seguridad son algo prioritario. (Sánchez y Enríquez, 2017)

Según Boero (2020), cada empresa necesita un servicio de Mantenimiento adecuado para su proceso productivo y, en ningún caso, se puede adaptar el sistema aplicado en otra empresa sin los ajustes requeridos por las características propias de cada empresa. Se deberán de tener en cuenta, no sólo los aspectos técnicos, sino también los relacionados a la gestión y organización, teniendo en cuenta los factores económicos, de seguridad y medio ambiente. (pág. 7)

Un servicio de mantenimiento moderno tiene que incorporar métodos de mejora continua que ayuden a la empresa en sus diferentes etapas de crecimiento y se adecue automáticamente a cada etapa de la vida de la empresa, optimizando su función. La necesidad del mantenimiento está basada en que cualquier maquinaria o equipo sufre una serie de desgastes a lo largo de su vida útil. Si no se descartan, el fin para el que se crearon no se alcanza completamente, el rendimiento disminuye y su vida útil se reduce. (Boero, 2020, pág. 7)

Conforme fue creciendo la complejidad de los equipos, los operarios necesitaron ayuda de especialistas para poder afrontar las composuras. Este hecho dio lugar a la aparición de talleres o servicios dentro de la misma planta. Esos talleres contaban de personal con competencias y herramental adecuados para las reparaciones. Con el crecimiento del tamaño de las industrias y la necesidad creciente de conservar el equipamiento en buenas condiciones para la producción, los talleres se fueron transformando en una función de servicio que se adhirió a la estructura de la empresa. (Boero, 2020, pág. 8)

Se vio la necesidad distinguir entre el personal de producción y el de mantenimiento. Como consecuencia los trabajadores intervenían cada vez menos en la ejecución de las composuras. (Boero, 2020, pág. 8)

A principios del siglo XX se transforman los sistemas productivos con características propias de la denominada “Revolución Industrial”, luego, con motivo de las dos guerras mundiales el Servicio de Mantenimiento se vuelve indispensable para asegurar el máximo desempeño de los equipos productivos. En diferentes ciclos se comienzan a estudiar las fallas y sus soluciones, dando lugar a un gran avance técnico. Se establecen índices entre las horas de funcionamiento y la aparición de las fallas, permitiendo reparar antes que se produzca la falla. (Boero, 2020, pág. 8)

II.6.9.1 Condiciones al mantenimiento

El mantenimiento tendrá como condicionamiento el garantizar la producción necesaria en el momento oportuno al mínimo costo total. Concuerdia con el de la empresa de obtener el máximo beneficio en el transcurso del tiempo. (Boero, 2020, pág. 13)

El beneficio de la empresa estará determinado por la diferencia entre los volúmenes de ventas y los costos. Toda producción que no se convierta en ventas no generará beneficios, por el contrario, sólo costos. Por lo tanto, mantenimiento no deberá asegurar la máxima producción posible sino aquella que el mercado demande y en el momento justo. Por otra parte, se deben cuidar otros aspectos que intervienen en los costos totales: calidad, seguridad y medio ambiente. Es decir, los objetivos de mantenimiento no se pueden limitar a una gran producción con bajos gastos. Además, deben ser compatibles con los objetivos y la política de la empresa. (Boero, 2020, pág. 13)

Para concretar la implantación del objetivo general, es necesario fraccionarlo en acciones parciales y posibles de ser medidas y controladas. Es conveniente fijar objetivos puntuales que se puedan cumplir en períodos de tiempo determinados y no muy extensos. Esto permite el seguimiento de cada objetivo parcial y la corrección de desviaciones. (Boero, 2020, pág. 14)

Los fines parciales pueden establecerse según los siguientes conceptos y constitución:

- 1) máxima producción • mantener la capacidad de las instalaciones. • garantizar la máxima disponibilidad de las instalaciones. • reparar las fallas con el mínimo tiempo y costo.
- 2) mínimo costo • disminuir al máximo las fallas. • extender la funcionalidad de las instalaciones. • reducir las existencias de repuestos. • reposición del equipo en el momento correcto. • colaboración en la optimización de los procesos. • productividad del personal de mantenimiento.

(Boero, 2020, pág. 14)

3) Calidad exigida • mantener el funcionamiento regular de producción, sin paros. • eliminar las averías que afectan la calidad del producto. • mantener los equipos para asegurar la calidad requerida. 4) preservar la energía • conservar en buen estado cañerías e instalaciones auxiliares. • eliminar paros y puesta en marcha. • controlar rendimiento energético de los equipos. 5) conservación del medio ambiente • eliminar posibilidad de fugas de contaminantes. • evitar averías en instalaciones correctoras de poluciones. (Boero, 2020, pág. 14)

6) Higiene y seguridad • mantener las protecciones en los equipos. adiestrar al personal sobre riesgos de accidentes. (Boero, 2020, pág. 15)

Se puede apreciar que no es posible instrumentar todas las acciones detalladas simultáneamente, dependerá de la planta las prioridades a seguir, pero se pueden considerar las siguientes etapas: a corto plazo: reparación de averías a costos y tiempos mínimos, y con la calidad requerida. A mediano plazo: obtener la regularidad en marcha en las instalaciones. A largo plazo: mantener el buen estado, prolongando la vida útil con los mínimos medios en cantidad de personal y otros recursos. (Boero, 2020, pág. 15)

II.6.9.2 Tipos de mantenimiento

Los distintos tipos de mantenimiento dependen de la modalidad en que se realiza la intervención. Se pueden dividir en tres grandes grupos: • Correctivo: son los que se aplican una vez aparecida la falla. • Predictivo: los que tratan de prevenirla antes de su aparición • Modificativo: los que tratan de eliminarla. (Boero, 2020, pág. 22)

II.6.9.2.1 Mantenimiento correctivo

La intervención se realiza con motivo de la avería, por tanto, el operador del equipo avisa de la falla e interviene el personal de mantenimiento. (Boero, 2020, pág. 24)

La avería se produce cuando se está utilizando y es necesario el equipo para realizar la producción. En muchos casos, el usuario no informa de la falla para poder seguir con la producción. Esto puede deteriorar aún más a la instalación que si se realiza una intervención inmediata con los primeros síntomas de anomalía. (Boero, 2020, pág. 24)

La urgencia por subsanar el desperfecto no permite el análisis de la causa de la avería. El personal para atender el desperfecto puede no encontrarse en la planta o estar asistiendo otro equipo. En caso contrario, disponer de personal extra para este tipo de emergencias, supone un aumento considerable en los gastos de mantenimiento. (Boero, 2020, pág. 24)

II.6.9.2.2 Mantenimiento preventivo

El sistema implica conocer el estado actual de cada equipo y sus componentes. Mediante esta base se programa el mantenimiento correctivo en el momento más oportuno. Las principales ventajas son las siguientes: Disminuir la frecuencia de paradas, aprovechar la intervención para realizar varias reparaciones, realizar las intervenciones en los momentos oportunos de producción y mantenimiento, disponer de los utilajes y repuestos necesarios, distribuir el trabajo de mantenimiento evitando excesos o bajas en las tareas del servicio, evita que las averías se aumenten, disminuye los riesgos para los sistemas de seguridad (Boero, 2020, pág. 25)

Será necesario implantar un plan de seguimiento para cada equipo. En el plan se debe especificar las técnicas que se aplicarán para detectar posibles anomalías de funcionamiento y la frecuencia en las que se realizarán. Al detectar cualquier problema se estudia su causa y se programa la intervención. (Boero, 2020, pág. 25)

Técnicas utilizadas para la detección de anomalías: los métodos más usuales del mantenimiento preventivo son: a) Inspecciones visuales Consiste en verificar posibles defectos que evidencian los componentes del equipo. Puede ser interna o externa. La

externa es la más sencilla y en general se realiza a simple vista o con la ayuda de instrumental sencillo, por ejemplo, una lupa. La inspección interna puede requerir de instrumental más sofisticado para poder acceder a partes las partes que no son fácil de llegar en el interior de la máquina. (Boero, 2020, pág. 26)

b) Medición de temperatura La generación de temperaturas superiores a las del normal funcionamiento puede indicar anomalías generadas por rozamientos, falta de lubricación o pérdidas. (Boero, 2020, pág. 26)

c) Control de lubricación El consumo excesivo de aceite es un indicador de posibles problemas, además, se debe estudiar el estado del lubricante ya que puede presentar contenido de partículas metálicas, descomposición precoz, humedad u otro elemento que indique el funcionamiento incorrecto del equipo. Los análisis indicarán el grado de desgaste de los elementos lubricados. (Boero, 2020, pág. 26)

d) Medición de vibraciones El estudio de las vibraciones y su amplitud proporciona información para detectar los elementos que comienzan a deteriorarse en la instalación. (Boero, 2020, pág. 26)

e) Control de fisuras Estos controles se realizan mediante líquidos penetrantes, ultrasonido, radiografías y corrientes inducidas. La detección de las fisuras en elementos del equipo permite tomar decisiones sobre la sustitución de la parte dañada. (Boero, 2020, pág. 26)

f) Control de la corrosión El control de la corrosión se realiza con testigos, ultrasonidos y radiografías. En algunas industrias, por ejemplo, la química, el control de la corrosión es muy importante. (Boero, 2020, pág. 26)

II.6.9.2.3 Mantenimiento predictivo

Esto lo constituye en el conocimiento permanente del estado y operatividad de los

equipos a través la medición de determinadas variables. la evaluación y monitoreo de los cambios en estas variables establecen la intervención o no del servicio de mantenimiento. La información que brinda el análisis de las variables permite una intervención inmediata según la necesidad del equipo. No se realiza ni antes ni después, como puede ocurrir en el mantenimiento preventivo. (Boero, 2020, pág. 28)

Además, incorpora información adicional sobre el estado de las instalaciones. Permite conocer el funcionamiento de la máquina desde el punto de vista de la producción y el estado del equipo respecto a sus componentes. Cuando se conoce en detalle el estado de los elementos se puede prever la avería y realizar la intervención teniendo en cuenta la necesidad productiva. El mayor inconveniente que presenta este tipo de mantenimiento se debe a razones económicas ya que requiere del instrumental adecuado y un sistema centralizado para el control de las variables. (Boero, 2020, pág. 28)

Dependiendo el equipo se deberá de controlar distintas variables, que por ejemplo pueden ser: presión, temperatura, caudales, vibraciones, ruido, dimensiones de una cota, etc. (Boero, 2020, pág. 28)

II.6.10 Mapa de cadena de valor

La palabra cadena de valor (value chain) es utilizada en el ámbito de la gestión de la cadena de suministro, en ocasiones en forma informal y hasta no entendible. El origen de la palabra la encontramos en los trabajos de Porter (1985), para quien, es necesario evaluar todas las tareas realizadas en la cadena de valor de una organización y la manera en que éstas interactúan entre sí, para entender los elementos o factores claves que están detrás de una ventaja competitiva. Estas actividades se pueden dividir en dos categorías: actividades primarias y actividades de apoyo. (Pires, 2012)

Las principales actividades primarias son aquellas implicadas en la fabricación física de un producto, en su transporte, en la venta, así como en el servicio de postventa.

Cada empresa pondrá un énfasis diferente a cada actividad relativa, esto depende de cómo dicha empresa defina su propia ventaja competitiva. Ejemplo, una organización con la estrategia de producir a un menor costo, probablemente fijará una configuración de sus actividades primarias diferente de otras organizaciones que persigan una estrategia de diferenciación en sus productos. (Pires, 2012)

II.6.11 Indicadores de gestión

Las organizaciones modernas tienen una característica es que han incorporado a sus procesos, elementos de gestión que les permitan evaluar sus logros o señalar errores para aplicar las acciones correctivas necesarias. Estos elementos se conocen como indicadores se deben fijar desde el momento en que se elabora el plan de desarrollo estratégico y se aplican a éste y al plan operacional, en momentos de veracidad o en la etapa de evaluación. (Mora, 2012)

El éxito de la competitividad de la organización debe estar indicado al correspondiente plan, el cual establece la visión, misión, objetivos y estrategias corporativas basándose en el adecuado diagnóstico situacional. Los indicadores de gestión se transforman en los signos vitales de la organización, y su permanente monitoreo logra establecer las condiciones e identificar las diversas señales que se derivan del desarrollo normal de las tareas. (Mora, 2012, pág. 1)

En una organización se debe contar con la mínima cantidad posible de indicadores que garanticen disponer con información fluida, real y precisa sobre aspectos tales como: eficacia, eficiencia, efectividad, productividad, calidad, la ejecución de presupuesto, el impacto de la gestión, los cuales constituyen el conjunto de signos vitales de la organización. (Mora, 2012, pág. 1)

Al medir el desempeño de una empresa en cuanto a calidad y productividad, se debe contar con indicadores que permitan entender en un momento dado las fortalezas, las debilidades, las oportunidades y las amenazas; por lo tanto, es importante detallar con

precisión las condiciones necesarias para construir aquellos realmente útiles para el mejoramiento de la empresa. (Mora, 2012, pág. 1)

Un indicador es una medición que expresa el comportamiento o desempeño de un proceso, que cuando se compara con algún nivel de referencia permite visualizar desviaciones positivas o negativas. Además, es la conexión de dos medidas relacionadas entre ambas, que reflejan la proporción de la una con la otra. Al trabajar con indicadores, exige el contar con todo un sistema que abarque desde la toma de datos de la ocurrencia del hecho, hasta la retroalimentación de la toma decisiones que permiten mejorar los procesos. (Mora, 2012, pág. 2)

Niveles de referencia. la acción de medir se realiza con base a comparaciones y para esto se necesita un patrón de referencia contra lo cual coadyuvar el resultado del indicador. Hay varios niveles: el histórico, el estándar, el teórico, el que requieren los usuarios, los de la competencia, los por política, los de consenso y los planificados. (Mora, 2012, pág. 2)

Responsabilidad. Indicar quien debe tomar acciones de acuerdo con el comportamiento del indicador con respecto a las especificaciones escogidas. (Mora, 2012, pág. 2)

Puntos de lectura e instrumentos. Se debe indicar quién hace, organiza las observaciones y define las muestras y con qué instrumentos. Periodicidad. Es de mucha importancia saber con qué frecuencia se deben realizar las lecturas: diaria, semanal o mensualmente. (Mora, 2012, pág. 2)

El sistema de información. Garantiza que los datos que se obtuvieron en las mediciones se muestren adecuadamente (agilidad y oportunidad) al hacer la toma de decisiones, con el fin de realizar la realimentación rápida en las tareas. Consideraciones de gestión. Se necesita reunir el conocimiento alcanzado por la experiencia en las actividades o procesos y detallar los beneficios logrados por la

implantación de indicadores como herramientas para la continua mejora de los procesos en la organización. (Mora, 2012, pág. 2)

Se necesitan indicadores para poder mejorar: "lo que no se mide no se puede controlar, y lo que no se controla no se puede gestionar". Las metas y tareas que se proponga la organización deben estar especificadas en expresiones medibles que sirvan para expresar dichas metas, y los indicadores son los responsables de este logro. (Mora, 2012, pág. 3)

El término "indicador" en el lenguaje cotidiano, se refiere a datos esencialmente cuantitativos, que nos permiten darnos cuenta del estado de las cosas en relación con algún aspecto que nos interesa realmente conocer. Los indicadores pueden ser: mediciones, cifras, hechos, opiniones o percepciones que indican condiciones en situaciones específicas. (Mora, 2012, pág. 3)

Los indicadores deberán reflejarse correctamente en la naturaleza, peculiaridades y nexos de las operaciones que dan su origen en la actividad económica productiva, sus resultados, gastos, entre otros, y caracterizarse por ser estables y entendibles, por lo cual, no es suficiente con uno sólo de ellos para medir el desempeño de la empresa sino que se impone la necesidad de considerar los sistemas de indicadores de desempeño, esto significa, un conjunto interconectado de ellos que abarque la mayor cantidad posible de variables a medir. (Mora, 2012, pág. 3)

Los indicadores cuentan con características muy importantes: Logran medir cambios en esa condición o situación a través de periodos de tiempo. Facilitan observar de cerca los resultados de acciones o iniciativas. Son instrumentos muy importantes para analizar y dar surgimiento al proceso de desarrollo. Estos instrumentos son valiosos para determinar cómo se pueden lograr mejores resultados en proyectos de desarrollo. (Mora, 2012, pág. 3)

Los indicadores de gestión son, principalmente, información, es decir, agregan valor.

Los indicadores de gestión deben poseer los atributos de la información, de manera individual como cuando se presentan en grupos. (Mora, 2012, pág. 4)

II.6.11.1 Patrones para especificación de indicadores

Nombre. Es muy importante la identificación y la diferenciación de un indicador, y su título, además de concreto debe definir claramente su fin y utilidad. (Mora, 2012, pág. 9)

Forma de Cálculo. Se tiene que tener con claridad la fórmula matemática para el cálculo de su valor, lo cual señala la identificación certera de los factores y la forma como ellos se relacionan. (Mora, 2012, pág. 9)

Unidades. El valor de un determinado indicador está expresado por las unidades las cuales varían de acuerdo con los factores que se correlacionan. (Mora, 2012, pág. 9)

Glosario. Es importante que el indicador se encuentre documentado en términos de especificar de forma precisa los factores que se relacionan en su cálculo. Por ejemplo: Manual o cartilla de indicadores, en la cual se detallan todos los aspectos referentes a los indicadores que maneje la empresa. (Mora, 2012, pág. 9)

II.6.12 Técnica 5 S

Según Socconini y Barrantes (2020), es un sistema para mantener organizado, limpio, seguro y sobre todo productivo, el lugar de trabajo. El nombre de las 5'S obtiene su origen en cinco palabras japonesas que empiezan con la letra "S": Seiri Seiton Seiso Seiketsu Shitsuke.

II.6.12.1 Seiri (Seleccionar)

Significa retirar de nuestro lugar de trabajo todo lo que no necesitamos para realizar nuestras tareas productivas. (Socconini y Barrantes, 2020)

Proceso de selección: Estos son los pasos que debemos seguir para retirar los artículos innecesarios de nuestra área de trabajo, 1. Reconocer el área de oportunidad. 2. Definir los criterios de selección. 3. Identificar los objetos seleccionados. 4. Evaluar los objetos seleccionados. (Socconini y Barrantes, 2020)

Reconocer el área de oportunidad: Materia prima, componentes, producto en proceso y producto terminado.

Objetos: máquinas, herramientas, equipos, instrumentos de medición.

Áreas comunes: pisos, paredes, puertas, cuartos, baños.

Oficinas: Documentos, artículos de papelería, escritorios, estanterías.

Definir los criterios de selección: Es importante establecer un estándar que nos ayude a diferenciar lo que es realmente necesario de lo que no. A continuación, le presentamos algunos criterios que le pueden ser útiles. (Socconini y Barrantes, 2020)

Sobre la base del tiempo: Se debe seleccionar como necesario todo lo que se va a utilizar durante un mes de trabajo. Y seleccionar como no necesario todo lo que no se utilizó durante el mes anterior. (Socconini y Barrantes, 2020)

Sobre la base de la cantidad a usar: Selección como no necesario el excedente de lo que se utiliza en el área del trabajo. (Socconini y Barrantes, 2020)

Etapas de identificar los objetos seleccionados: los objetos seleccionados como no necesarios deben ser detallados y aislar en un área de cuarentena. (Socconini y Barrantes, 2020)

Evaluar los objetos seleccionados: En esta etapa debemos decidir qué hacer con los objetos que fueron seleccionados como no necesarios, preguntándose si estos objetos: ¿Están de más? ¿son obsoletos? ¿están dañados? (Socconini y Barrantes, 2020)

Lugares donde se acumulan objetos innecesarios. Normalmente, las áreas donde frecuentemente se guardan los artículos innecesarios son: Lugares sin dueño (áreas comunes). • Lugares semiocultos. • Lugares cerrados. (Socconini y Barrantes, 2020)

II.6.12.2 Seiton (Organizar)

La mayoría de nosotros seguramente hemos pasado en más de una ocasión por alguna de las siguientes situaciones: Perder tiempo buscando un artículo que necesitamos con urgencia. Equivocarnos de calle por falta de señales que indiquen el camino. (Socconini y Barrantes, 2020)

Organizar es clasificar los artículos necesarios para nuestro trabajo, fijando un lugar específico para cada cosa de manera que se facilite su identificación, localización, disposición y regreso al lugar de origen después de ser utilizados. (Socconini y Barrantes, 2020)

Proceso de organización. Este es el camino que debemos seguir para organizar nuestra área de trabajo: prepara el área de trabajo, ordenar el área de trabajo, establecer reglas y seguirlas. (Socconini y Barrantes, 2020)

Prepara el área de trabajo. El primer paso para organizar es dividir nuestra área de trabajo en zonas manejables que cualquier persona pueda identificar. (Socconini y Barrantes, 2020)

Ordenar el lugar de trabajo. Establecer un área de trabajo organizada donde cualquier persona inmediatamente pueda visualizar, tomar y regresar cualquier artículo, es el equivalente a responder en forma adecuada a las siguientes tres preguntas: ¿Qué necesito? ¿Dónde se encuentran? ¿Cuántos artículos hay? (Socconini y Barrantes, 2020)

¿Qué necesito? En la etapa de Selección (Seiri) definimos qué artículos son necesarios

en nuestra área de trabajo. Con respecto a la identificación de los artículos necesarios, se deben utilizar, pares de etiquetas adhesivas que contengan igual información y pegarlas en el artículo y en el contenedor donde está almacenado. (Socconini y Barrantes, 2020)

¿Dónde se encuentran? Los siguientes principios le pueden ayudar a decidir la ubicación apropiada para cada artículo: • Coloque los artículos en el área de trabajo de acuerdo a la frecuencia con que se utilizan. Uso frecuente. Cerca del lugar donde se utilizan. Uso ocasional. No se requiere cerca del lugar donde se utilizan. Almacene en la misma zona los artículos que se utilizan en conjunto y colóquelos, de ser posible, en el orden en que los requiere. (Socconini y Barrantes, 2020)

Una adecuada identificación del área donde se almacenan los artículos facilita que cualquier persona pueda localizar rápidamente lo que se necesita, tomar y devolver a su lugar cualquier artículo después de que este ha sido utilizado. (Socconini y Barrantes, 2020)

¿Cuántos artículos hay? En la etapa de Selección (Seiri) se define la cantidad de artículos que se necesitan en nuestro lugar de trabajo. Para facilitar la identificación de los puntos de reorden, así como los niveles máximo y mínimo de inventario, se recomienda marcarlos con un color determinado: • Cantidad máxima – rojo • Cantidad mínima – amarillo. (Socconini y Barrantes, 2020)

Fijar normas y seguirlas. Es importante que todo el personal conozca cómo está organizado su lugar de trabajo, por tanto, debemos: • Documentar el método de organización. • Capacitar a las personas para que sigan los procedimientos. (Socconini y Barrantes, 2020)

II.6.12.3 Seiso (Limpiar)

Observe cuidadosamente los pisos, pasillos y equipos existentes en su área de trabajo,

Alguna vez se ha preguntado: ¿Cuánto polvo, suciedad o aceite se puede encontrar? Mantener limpios nuestros equipos e instalaciones nos ayuda a conservarlos en buenas condiciones; con ello podemos obtener un mejor aprovechamiento de los recursos que contamos. (Socconini y Barrantes, 2020)

Proceso de limpieza. Estos son las etapas que debemos seguir para limpiar y mantener un lugar de trabajo siempre en óptimas condiciones. Elaborar un programa de limpieza, definir los métodos de limpieza, crear disciplina. (Socconini y Barrantes, 2020)

Elaboración de un programa de limpieza. Una correcta manera de organizar las actividades de limpieza es graficar un mapa de toda el área de trabajo, que esté seccionada en zonas más fáciles de controlar, colocar una copia al ingreso de cada zona. Se debe establecer qué es lo que se requiere limpiar, con qué frecuencia, cómo se debe llevar a cabo y nombrar responsables de las tareas de limpieza. Una vez obtenida esta información, podemos documentar el programa de limpieza. Al asignar las rutinas de limpieza, se debe tener en cuenta que mantener el lugar de trabajo limpio es responsabilidad de todos los individuos que en ella trabajan. (Socconini y Barrantes, 2020)

Definir los métodos de limpieza. Una vez que se ha definido qué es lo que vamos a limpiar, cuándo y quién lo va a hacer, solo falta establecer cómo se va a realizar esta actividad. Enumerar cada una de las actividades de limpieza a realizar. Agrupar los artículos y equipos de limpieza que se necesitan. Determinar un procedimiento de limpieza. (Socconini y Barrantes, 2020)

Crear disciplina. Todos los esfuerzos invertidos hasta este momento se pueden venir abajo si no somos disciplinados y logramos hacer que las actividades, que definimos en nuestro proyecto de 5'S, se lleven a cabo día a día. (Socconini y Barrantes, 2020)

II.6.12.4 Seiketsu (Estandarizar)

Cuántas veces hemos dejado nuestro trabajo y todo luce impecable al terminar el día; sin embargo, al día siguiente nos encontramos con una desagradable sorpresa. Todo el esfuerzo invertido y los resultados obtenidos hasta este momento, pueden venirse abajo si no somos disciplinados y no logramos hacer un hábito de las actividades definidas en nuestro proyecto de las 5'S. (Socconini y Barrantes, 2020)

Es conseguir que los procedimientos, las prácticas y las actividades se ejecuten consistente y regularmente para asegurar que la selección, organización y limpieza, sean mantenidas en las áreas de trabajo. hay dos etapas que tenemos que seguir: 1. Integrar las actividades de las 5'S en el trabajo diario. 2. Evaluar los resultados. (Socconini y Barrantes, 2020)

II.6.12.5 Shitsuke (Seguimiento)

Una de las herramientas más poderosas con que cuenta la gerencia de una empresa es, definitivamente, verificar que se estén llevando a cabo las actividades que planeó. Esta verificación permite eliminar en el camino cualquier barrera que se interponga a la obtención de los resultados esperados y, sobre todo, proporcionar a la organización la dirección acertada para alcanzar sus objetivos; en otras palabras, permite dar seguimiento. Es hacer un hábito de las actividades de las 5's, manteniendo correctamente los procesos generados a través del compromiso de todos. (Socconini y Barrantes, 2020)

Para establecer una cultura en nuestra empresa todos debemos participar activamente. Todas las personas que colaboran en nuestra área de trabajo deben: Saber, querer, poder. Es de alta importancia no olvidar el seguimiento que se le debe dar a los proyectos para evitar que sean solamente iniciativas sin avances, sin permanencia en la organización. (Socconini y Barrantes, 2020)

II.6.13 Estadística

La estadística es una rama de las matemáticas que se refiere a la recolección, estudio e interpretación de los datos obtenidos. Tiene aplicaciones en muy distintas ramas, como son: Física. Ciencias sociales. Negocios. Calidad. Gobierno. Medioambiente (Socconini Y Barrantes, 2015).

La palabra "estadística" tiene su origen del latín *statisticum collegium* (consejo de Estado) y de su derivado italiano *statista* (hombre de Estado o político). El término de origen alemán *statistik*, que fue aportado por Gottfried Achenwall (1749), designaba originalmente el análisis de datos del Estado. D En el siglo XIX, el término 'estadística' adquirió el significado de "recolectar y clasificar datos". (Socconini Y Barrantes, 2015)

Hacia el año 3000 aC. los babilonios usaban ya pequeñas tablillas de arcilla para recopilar datos sobre la producción agrícola y los géneros vendidos o cambiados mediante trueque. Los egipcios analizaban los datos de la población y los ingresos del país mucho antes de construir las pirámides en el siglo XI aC. En China había registros numéricos con similitud con anterioridad al año 2000 aC. Los griegos clásicos realizaban censos cuya información se utilizaba hacia el 594 aC. para cobrar impuestos. (Socconini Y Barrantes, 2015)

La estadística se divide en dos ramas: La estadística descriptiva: Recolección. Descripción. Visualización. Resumen de datos originados (numéricos o gráficos). La estadística inferencial: Generación de los modelos. - Inferencias. - Predicciones. Es la aplicación de métodos estadísticos para analizar datos y para estudiar y controlar la habilidad y el desempeño de un proceso. (Socconini Y Barrantes 2015)

Formas de reducir la variación. Estratificar. Es ordenar y analizar datos de acuerdo con las distintas fuentes de donde provienen; por ejemplo: máquinas, lotes, proveedores, turnos, etc. Experimentar. Se realizan cambios cuidadosamente

planeados, anotando los resultados. Este proceso se continúa realizando hasta llegar a un nivel óptimo. Disgregar. Consiste en dividir el proceso en los subprocesos que lo conforman para realizar un análisis más profundo y detallado, analizando además la relación sistémica entre los diversos subprocesos. (Socconini Y Barrantes, 2015)

Causas de variación: especiales o asignables. Para valorar las variaciones es fundamental saber si son aleatorias o propias del sistema, así como si son asignables o el resultado de causas especiales. La correcta distinción evita cometer errores a la hora de tomar decisiones concernientes a la realización o ejecución de correcciones o ajustes. (Socconini Y Barrantes, 2015)

Razones para aplicar control estadístico 1. Saber cuándo emprender acciones para ajustar un proceso sobre el que se ha perdido el control. 2. Saber cuándo dejar solo un proceso controlado. 3. Establecer una forma de análisis y de síntesis de un proceso para conocerlo con detalle. 4. Conocer de manera continuada el nivel de variación del proceso para actuar oportunamente. (Socconini Y Barrantes, 2015)

Estadística descriptiva. Entender y decidir cómo y cuántas unidades muestrear en un estudio de calidad. Conocer las diversas medidas de tendencia central. Identificar los límites reales de un proceso y la estimación de los parámetros. Interpretar un histograma. Hacer un estudio de capacidad. (Socconini Y Barrantes, 2015)

Definiciones. Población. Totalidad de posibles individuos u objetos de interés sobre los que se hace un estudio. Ejemplo: los alumnos de una clase, un lote de producción, etc. Muestra. Parte de una población, seleccionada adecuadamente, que observa las características más importantes de dicha población. Ejemplo: un equipo del conjunto de alumnos, una muestra del lote, etc. (Socconini Y Barrantes, 2015)

Parámetros. Cualidades que por medio de su valor numérico ayudan a describir a un conjunto de elementos o individuos. Operación estadística. Medición o cálculo que se obtiene a partir de un conjunto de datos con el objeto de conocer sus características

más relevantes. inferencia Se pueden hacer afirmaciones válidas acerca de la población o proceso sobre la base de la información contenida en una muestra. (Socconini, 2015)

II.6.13.1 Medidas de tendencia central

Si se desea describir una población o muestra con un solo número, Media (\bar{u}) promedio aritmético. Moda (M_o) dato que ocurrió más veces. Mediana dato que se encuentra a la mitad a los datos. (Socconini, 2015)

II.6.13.2 Medidas de dispersión

Rango (R). Medición de la variabilidad de un conjunto de datos que es resultado de la diferencia entre el dato mayor y el menor de la muestra.

Desviación estándar (σ). Es la medida más usual de variabilidad e indica el grado en que están esparcidos los datos respecto a la media. Varianza (σ^2). Desviación estándar al cuadrado. (Socconini, 2015)

II.6.13.3 Diagrama de espina de pez

Según Socconini (2015), es una herramienta gráfica obtenida a partir de la lluvia de ideas, donde se representan todas las causas de un efecto de forma organizada, lo que hace que el problema sea más fácil de visualizar y los dominios posibles se vuelven más buenos. Estos diagramas se denominan "diagramas de espina de pescado" debido a su forma: las razones se enumeran en las líneas que emergen del efecto, tal como las costillas de un pez se ramifican de sus vértebras.

Etapas de análisis, para el proceso de tormenta de ideas sobre los posibles factores subyacentes que pueden ser investigados en un experimento diseñado.

La fase de mejora, genera una lista de las posibles formas de falla que se deben

abordarse en la solución. (Socconini, 2015)

Procedimiento: Se elabora comenzando con una tormenta de ideas para obtener las posibles relaciones entre el proceso y los resultados. El resultado o efecto suele presentarse en términos de un problema más que una condición deseada, lo que tiende a ayudar a la tormenta de ideas. (Socconini, 2015)

Las ramas principales son elegidas para ayudar en la creación de la tormenta de ideas o para clasificar las posibles causas. Resulta conveniente utilizar las 6 M (mano de obra, máquinas, métodos, materiales, medición, medio ambiente) o las 4 P (políticas, procedimientos, instalaciones, personas) para la clasificación, ya sea al final del diagrama o para garantizar que todas las áreas surjan durante la tormenta de ideas. (Socconini, 2015)

Categorizar las causas probables es útil para la recopilación o análisis de los datos. Las subcausas se irán añadiendo conforme vaya siendo necesario y a menudo es muy útil agregar niveles a varias subcausas en la medida en que se contesta: ¿Por qué? a cada efecto. Se debe tener en cuenta que las causas enlistadas son causas potenciales, ya que todavía no hay datos que indiquen si alguna de las causas contribuye al problema. Se deben comprobar en el lugar de los hechos las causas y los efectos. Es conveniente escribirlas en hojas grandes (de rotafolio), para que todas las personas puedan verlas. (Socconini, 2015)

Cuando se encuentren las causas principales, subrayarlas de color rojo para dejar el precedente.

Figura 14: Diagrama de espina de pez



Fuente: Socconini Pérez Gómez, L. V. (2015).

II.6.13.4 Árbol de realidad actual

Los procesos de pensamiento fueron originalmente desarrollados para lograr una correcta y lógica implementación de la teoría de las restricciones (theory of constraints o TOC). El Dr. Eliyahu Goldratt fue quien desarrolló la teoría de las restricciones. Es un diagrama que muestra las relaciones causa efecto, tomando en cuenta todas las variables que influyen en un problema o situación dada. (Socconini, 2015)

Procesos de pensamiento TOC

El análisis del proceso de pensamiento utiliza herramientas para analizar un sistema o situación, con objeto de identificar la causa raíz, desarrollar una propuesta y determinar cómo implementar una solución. En otras palabras, el análisis completo contesta las tres preguntas básicas que cualquier sistema debería responder para conseguir mejorar. (Socconini, 2015)

Se utiliza en etapa de análisis, para establecer el estado actual y reconocer causas raíz. Se utiliza en etapa de mejora, para un escenario futuro y conocer las consecuencias (Socconini, 2015)

Procedimiento, Establecer el problema y dibujarlo en un cuadro. Preguntar “si... entonces” para establecer los efectos. Responder ‘por qué’ para establecer los síntomas y las causas. Presentar el diagrama y leerlo para comprobar su veracidad. (Socconini, 2015)

Figura 15: Árbol de realidad



Fuente: Socconini Pérez Gómez, L. V. (2015).

II.6.13.5 Análisis de Pareto

A finales del Siglo XIX, Wilfredo Pareto, economista italiano, observó que el 20 % de las personas en el mundo controlaba el 80 % de la riqueza. A partir de esa observación propuso el principio de que los elementos decisivos en una situación son relativamente pocos, mientras que son muchos los que tienen menor importancia. Los problemas de calidad se manifiestan como pérdidas, por lo que es importante tener claro el patrón de la distribución de estas pérdidas. La mayoría de estas últimas se deberán a unos pocos tipos de defectos y éstos a su vez pueden atribuirse a un número muy pequeño de causas. (Socconini, 2015)

Se identifican las causas de estos pocos defectos como vitales. En el campo de la

calidad, el Dr. Juran aplicó el principio de Pareto para dividir los problemas de calidad vitales en pocos y los muchos triviales, llamando a este método análisis de Pareto. (Socconini, 2015)

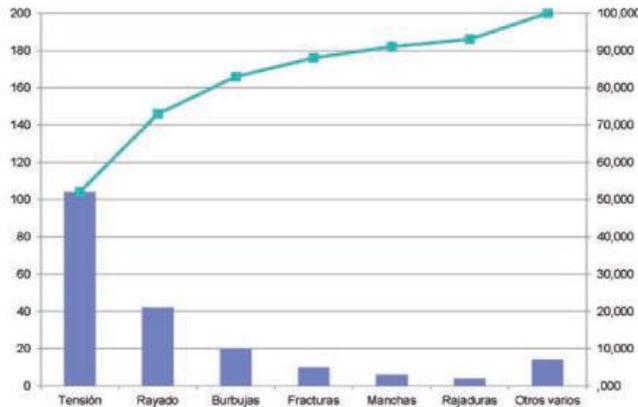
Diagrama de Pareto es una representación gráfica de barras para datos de cuantitativos o característicos, clasificados en forma descendente con respecto a su frecuencia y unido a una ojiva que mide la frecuencia acumulada. (Socconini, 2015)

La mayor parte de los datos contables se agrupan en una cantidad pequeña de categorías (tipos). Es utilizado para observar rápidamente qué causas, factores o valores de cierto problema o una situación determinada son los de más importancia. Con esto se sabe cuáles hay que darles prioridad, con la finalidad de solucionar la problemática o mejorar la situación. (Socconini, 2015)

En la etapa de definir y analizar, para tener un enfoque de los recursos del proyecto sobre los productos, los departamentos, los problemas, los defectos o las causas que generan el mayor rendimiento. (Socconini, 2015)

Elegir qué problemas se van a investigar y cómo obtener los datos. Elaborar una hoja para recolectar los datos. Recopilar los datos de frecuencias y clasificarlos de mayor a menor. Calcular los totales acumulados. Calcular los porcentajes y sus acumulados. Realizar una gráfica. (Socconini, 2015)

Figura 16: Diagrama de Pareto



Fuente: Socconini Pérez Gómez, L. V. (2015).

II.6.13.6 diagrama de correlación

El análisis de regresión es utilizado para estudiar variables de conteo. Recordemos que el propósito de Six Sigma es determinar la ecuación: $Y=f(x)$

“Y regresión” es utilizada para explicar, predecir, optimizar o controlar "Y" a partir de una configuración de X. (Socconini, 2015)

Hay algunas situaciones donde el fin de analizar el comportamiento de dos variables es determinar en qué medida están relacionadas, en vez de usar una variable para predecir el valor de la otra. Para ello se utiliza la correlación. (Socconini, 2015)

Consideraciones: La correlación mide la fuerza de asociación lineal entre dos variables. No asume relación causal entre las variables. estas han de ser utilizadas en conjunto con técnicas gráficas. La medición que indica qué tan fuertemente están relacionadas dos variables es el coeficiente de correlación r . Definición del diagrama de correlación Gráfica simple entre dos variables. (Socconini, 2015)

Objetivo Visualizar el tipo y el grado de relación o predicción entre dos variables.

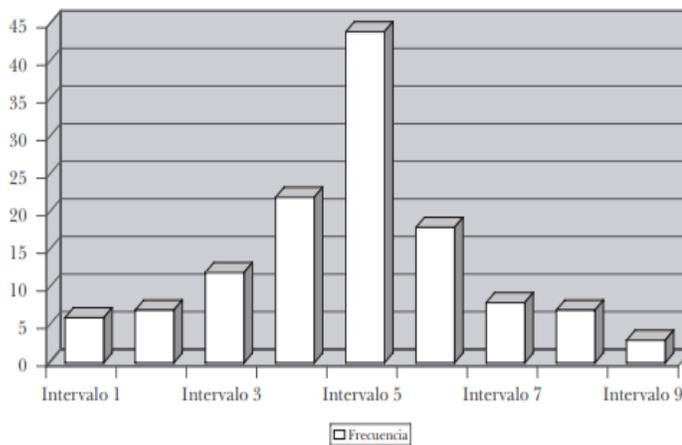
II.6.13.7 Histograma

Es una representación gráfica, en forma de barras, de la distribución de frecuencias de un conjunto de datos, en la que pueden observarse fácilmente tres propiedades: Forma en que se distribuyen los datos. Acumulación o tendencia central. Dispersión o variabilidad. En la fase de analizar, cuando se quiere comprender mejor una variable, específicamente: El desempeño actual del proceso. La distribución de los datos. Comparación contra las especificaciones. Obtención de cálculos básicos de probabilidad. para validar la mejora se realiza en la fase de mejorar (Socconini, 2015)

Para mostrar gráficamente los datos como ayuda en la determinación de una distribución para el proceso, para el análisis de capacidad o para detectar visualmente la presencia de múltiples distribuciones. (Socconini, 2015)

Procedimiento: Recolección y acomodo de datos. Cálculo del rango de los datos. Determinar el número de clases. Determinar el tamaño o ancho de clase. Calcular las clases. Construir la tabla de frecuencias. Representar mediante una gráfica.

Figura 17: Diagrama Histograma



Fuente: Gestión Integral de la Calidad, 2005. P. 68

II.6.14 capacidad del proceso

El índice de capacidad potencial es un cotejo entre los límites de especificación (tolerancia) y los límites del proceso sin tomar en cuenta la localización del mismo: Cp. (Socconini y Barrantes, 2015)

El índice de capacidad real sí toma en cuenta la ubicación del centro del proceso en comparación con los límites de especificación. Si un proceso no es potencialmente capaz, definitivamente tampoco tiene capacidad real: Cpk. (Socconini y Barrantes, 2015)

Variabilidad del proceso vs. especificaciones del cliente

La voz del proceso es representada por la variabilidad natural de un proceso. Las especificaciones del cliente representan las necesidades de los clientes, estas son llamadas voz del cliente. Es de mucha importancia comparar la variabilidad natural del proceso con los requerimientos de los clientes. A esto se le llama capacidad del proceso. (Socconini y Barrantes, 2015)

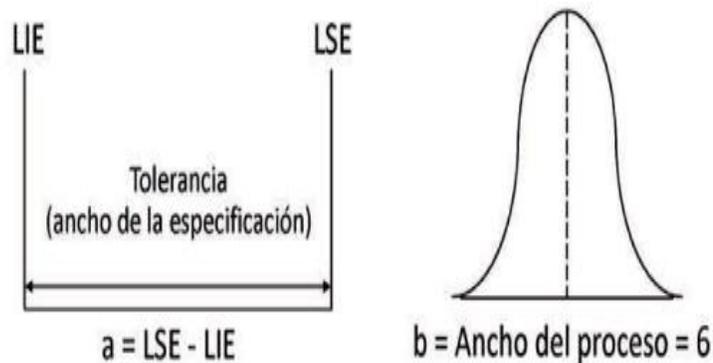
Permite cuantificar la naturaleza del problema que se debe abordar, como alguno de los siguientes: ¿Son correctas las especificaciones para el parámetro (Y) de interés (salida del proceso o variable de desempeño)? ¿Está la ubicación de la tendencia central del parámetro (Y) centrada dentro de las especificaciones apropiadas? ¿la variación del proceso en el parámetro mayor que la establecida por las especificaciones? ofrece a la organización predecir niveles de defecto que se pueden escapar en el proceso. Justifica el arreglo del proceso si el producto no está cumpliendo con las especificaciones del cliente. (Socconini y Barrantes, 2015)

Evaluación de la capacidad

Una manera de evaluar la capacidad del proceso para producir dentro de

especiaciones, es comparar el ancho de la especificación con el ancho del proceso.

Figura 18: Evaluación de la capacidad



Fuente: Socconini Pérez Gómez, L. V. (2015).

Índice de capacidad potencial (Cp)

El índice de capacidad potencial se puede definir así:

$$Cp = \frac{a}{b} = \frac{LSE - LIE}{6s} \quad s = \hat{\sigma}$$

Representa una comparación de anchos, sin tomar en cuenta la ubicación del proceso.

Indica el número de veces que el proceso “cabe” dentro de la especificación.

II.7 Sistema de Mejora Continua en manufactura de envases de aluminio

Según mundo latas (2022), a lo largo del tiempo, las líneas de fabricación de envases de aluminio han ido evolucionando de manera acelerada buscando siempre un quintuple objetivo: El mejoramiento de la tecnología de los equipos, para aumentar la

calidad de los envases. Aumentar el ritmo de producción, de manera que se pudiesen fabricar más envases por unidad de tiempo. Automatizar las instalaciones con el fin de reducir personal y tiempo de fabricación.

La industria de manufactura de latas de aluminio, está en constante evolución, desde su diseño vanguardista, sus parámetros de resistencia, la calidad en diseños, distintos tipos de litografías. una de las mejoras más importantes se trata de la argolla de la tapa abre fácil, ya que anteriormente esta al abrir la lata, se desprendía, lo que, significaba un gran problema ambiental, y al tratarse de grandes volúmenes de producción, esa argolla era aluminio que ya no se reciclaba, así que se rediseño para que siempre se mantenga anclada al envase y así se pueda reciclar.

Otra mejora en el proceso son los diferentes tipos de presentaciones, las hay desde 8 onzas, hasta 24 onzas. Para diferentes tipos de bebidas tales como, refrescos, néctares, cervezas, bebidas energizantes entre otros.

III. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Para la comprobación de la hipótesis la cual es “El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

El efecto o variable dependiente (Y) es: Incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años. Para comprobar la variable dependiente (Y) se encuestó a cinco gerentes en empresa Eca Guatemala. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

La causa o variable independiente (X) es: Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala. Para comprobar la variable dependiente (X) se encuestó a cinco gerentes en empresa Eca Guatemala Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Del cuadro y gráfica uno a la tres se comprueba la variable (Y) o efecto principal; mientras que del cuadro y gráfica cuatro a la seis, se comprueba la variable (X) o causa.

III.1 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable dependiente Y (efecto).

Cuadro 1

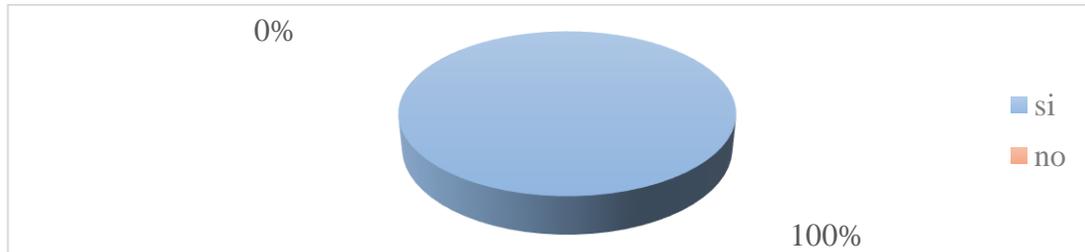
Personas que conocen sobre el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Gráfica 1

Personas que conocen sobre el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.



Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Análisis

Según el cuadro y gráfica anterior el total de las personas encuestas responden tener conocimiento sobre el incremento en el consumo de químico de lavado en empresa Eca Guatemala, lo que confirma la variable dependiente (Y) efecto.

Cuadro 2

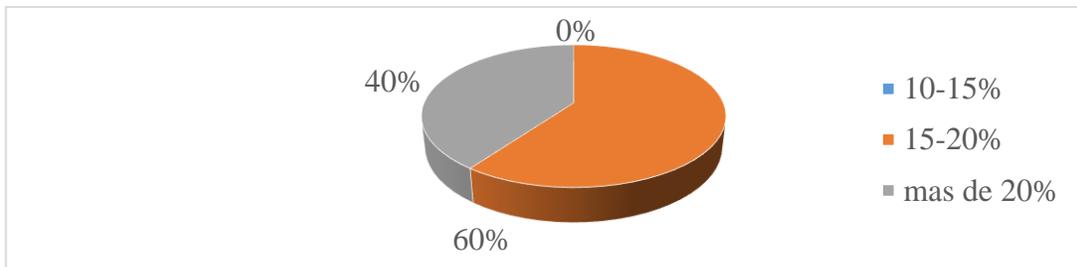
Personas que conocen sobre el porcentaje de incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
10-15%	0	0
15-20%	3	60
Más de 20%	2	40
Totales	5	100

Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Gráfica 2

Personas que conocen sobre el porcentaje de incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.



Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Análisis

Según el cuadro y gráfica anterior seis décimas partes de las personas consideran que el incremento de consumo de químico de lavado clene 101, para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, es entre 15 y 20%. Cuatro décimas partes de las personas responden que es entre el 20 y 40% lo que confirma la variable dependiente (Y) efecto.

Cuadro 3

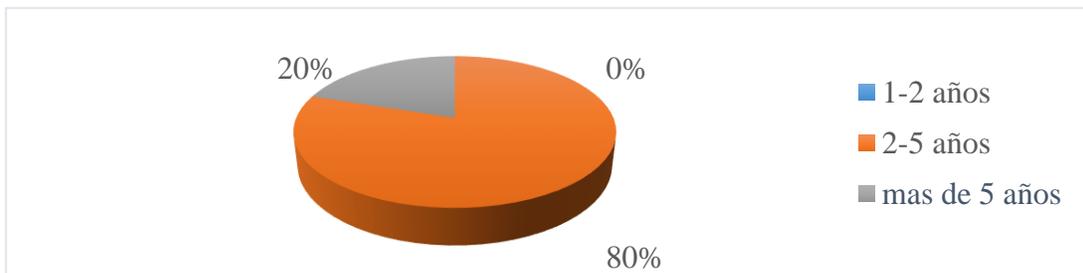
Personas que conocen el tiempo en que ha existido el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
1-2 años	0	0
2-5 años	4	80
Más de 5 años	1	20
Totales	5	100

Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Gráfica 2

Personas que conocen el tiempo en que ha existido el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101), para envases de aluminio en empresa Eca Guatemala.



Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Análisis

Según cuadro y gráfica anterior cuatro quintas partes de la población encuestada responde que el incremento en el consumo de químico de lavado Clene 101, es entre 2 y 5 años de existencia, mientras que una quinta parte dice que es de más de 5 años lo que confirma la variable dependiente (Y) efecto.

III.2 Cuadros y gráficas para la comprobación de la variable independiente X (causa).

Cuadro 4

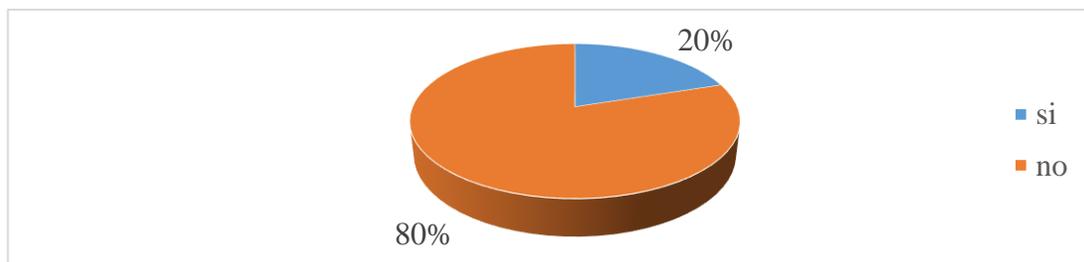
Personas que conocen sobre Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	1	20
No	4	80
Totales	5	100

Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Gráfica 3

Personas que conocen sobre Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Análisis

Según cuadro y gráfica anterior ocho décimas partes las personas encuestadas responden no tener conocimiento sobre el Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, mientras que dos décimas partes responden si tener conocimiento. Lo que confirma la variable independiente (X) causa.

Cuadro 5:

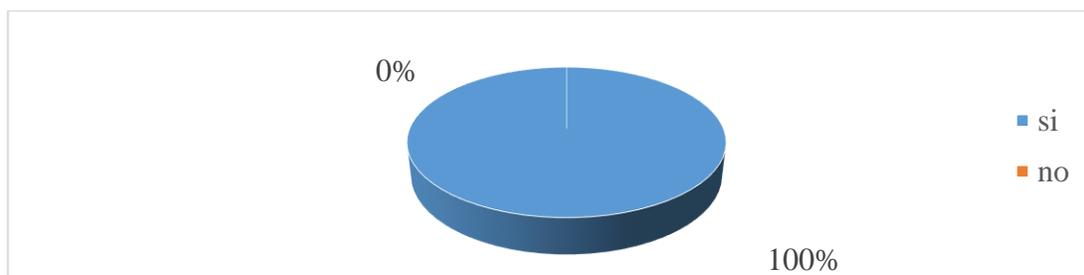
Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Gráfica 4

Personas que apoyan la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Análisis

Según cuadro y gráfica anterior todas las personas encuestadas afirman apoyar la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala. Lo que confirma la variable independiente (X) causa.

Cuadro 6

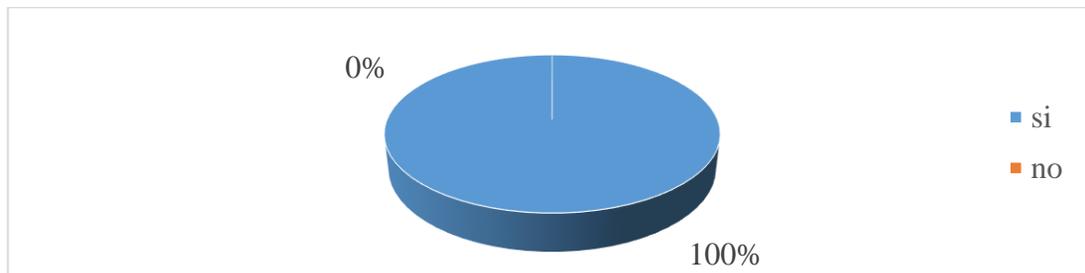
Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Respuestas	Valor absoluto	Valor relativo (%)
Si	5	100
No	0	0
Totales	5	100

Fuente: Información proporcionada por Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Gráfica 5

Personas que consideran necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.



Fuente: Información proporcionada por: Gerentes Eca Guatemala, diciembre 2021.

Análisis

Según cuadro y gráfica anterior el total de las personas encuestadas responden si es necesario la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala. Lo que confirma la variable independiente (X) causa.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

IV.1. Conclusiones

1. Se comprobó la hipótesis: El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.
2. Existe incremento en el consumo de químico de lavado en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.
3. Hace más de cinco años existe incremento en el consumo de químico de lavado, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán Guatemala.
4. El incremento de consumo de químico de lavado clene 101, es entre 15 y 20%. para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala.
5. No tienen conocimiento sobre el Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala.
6. Es necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán Guatemala.
7. Existe apoyo a la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán Guatemala.

IV. 2. Recomendaciones

1. Implementar la: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.
2. Eliminar el incremento en el consumo de químico de lavado en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.
3. Reducir el consumo de químico de lavado, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán Guatemala, para los próximos cinco años.
4. Reducir el incremento de consumo de químico de lavado clene 101, para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, en más del 20%.
5. Implementar el Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala. Amatitlán, Guatemala.
6. Satisfacer la necesidad para la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán Guatemala.
7. Aprovechar el apoyo a la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán Guatemala.

BIBLIOGRAFÍA

Libros

1. Boero, C. (2020). Mantenimiento industrial. Jorge Sarmiento Editor - Universitas.
<https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/172523>
2. Chang, R. (2001). Mejora Continua de Proceso, Guía Práctica Para Mejorar Procesos y Lograr Resultados Medibles (Ediciones Granica Tech.). (1ª. Ed.). Buenos Aires. 110 páginas.
3. Cruelles, J. (2013). Libro Ingeniería Industrial, Métodos de Trabajo, Tiempos y su Aplicación a la Planificación y a la Mejora Continua (Alfaomega Grupo Editorial, S.A.) (1ª. Ed.). México. 868 páginas.
4. Galloway, D. (2002). Mejora Continua de Procesos, Como Rediseñar los Procesos con Diagramas de Flujo y Análisis (Ediciones Gestión 2000 S. A.) (2ª. Ed.). Barcelona. 142 páginas.
5. Grouard, B. (2009). Reingeniería del cambio. Marcombo.
<https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/45898>
6. Mora García, L. A. (2012). Indicadores de la gestión logística. Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/69065>.
7. Pires, S. (2012). Gestión de la cadena de suministros. McGraw-Hill España.
<https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/50187>
8. Sánchez Rivero, J. M. y Enríquez Palomino, A. (2017). Herramientas para la mejora continua de los sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

Madrid, FC Editorial. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/128146>.

9. Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean Company: más allá de la manufactura. Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/117565>

10. Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). Lean Manufacturing: paso a paso. Marge Books. <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/117567>

11. Socconini Pérez Gómez, L. V. y Barrantes Verdín, M. A. (2020). El proceso de las 5'S en acción (3a. ed.). Barcelona, Marge Books. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/167423>.

12. Luis Vicente Socconini Pérez Gómez y Marco Antonio Barrantes Verdín
Socconini Pérez Gómez, L. V. (2015). Certificación Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. Barcelona, Spain: Marge Books. Recuperado de <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/42187>.

13. Zapata Gómez, A. (2015). Ciclo de la calidad PHVA.. Editorial Universidad Nacional de Colombia. <https://elibro.net/es/lc/urural/titulos/129837>

Sitios de Internet

1. Asociación para el reciclado de productos de aluminio. (11 de noviembre de 2013). Cómo se reciclan los envases de aluminio y como colaborar. Obtenido de [exygen.eu](http://www.exygen.eu): <http://www.exygen.eu>

2. Katz, M. (2011). Materiales y materia primas. Obtenido de Aluminio, Guía Didáctica: <http://www.inet.edu.ar>

3. mundo latas. (7 de enero de 2022). Primeros envasados en hojalata. Obtenido mundo latas: <http://www.mundolatas.com>.

Manuales

1. Aquamex. (2006) Manual de Operación.
2. Houghton. (2010). Can Industry Cupper and Coolant.
3. Houghton. (2012) Hojas técnica y de Seguridad de los materiales.
4. Smith, A. (2006) Manual de Entrenamiento De Lavadora de Latas (Novamax Technologies). 69 páginas.

ANEXOS

Anexo 1. Modelo de investigación Dominó.

F-30-07-2019-01

Modelo de investigación: Dominó

(Derechos reservados por Doctor Fidel Reyes Lee y Universidad Rural de Guatemala)

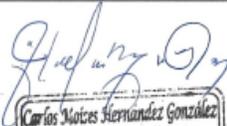


Elaborado por: Héctor Vinicio Juárez Poccoán Para: Programa de Graduación Universidad Rural de Guatemala Fecha: 25/07/2022

Problema	Propuesta	Evaluación
1) Efecto o variable dependiente Incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años.	4) Objetivo general Reducir el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.	15) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo general Indicadores: Al quinto año de ejecutada la propuesta, se reduce el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, y a la vez se soluciona en 90% el efecto identificado.
2) Problema central Inadecuado uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.	5) Objetivo específico Optimizar el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.	Verificadores: Reportes de la Unidad Ejecutora Supuestos: La Gerencia General implementa la propuesta en otras área de la empresa.
3) Causa principal o variable independiente Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.	6) Nombre Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.	16) Indicadores, verificadores y cooperantes del objetivo específico Indicadores: Al quinto año de ejecutada la propuesta, se optimiza el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, y a la vez se soluciona en 90% el problema identificado.
7) Hipótesis El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.	12) Resultados o productos R1. Fortalecimiento de Unidad Ejecutora. R2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala. R3. Programa de capacitación a personal de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.	Verificadores: Reportes de la unidad ejecutora Supuestos: La Gerencia General implementa la propuesta en otras área de la empresa.

<p>8) Preguntas clave y comprobación del efecto</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala? Si ___ No ___</p> <p>b. ¿Cuál es el porcentaje de incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala? 10 - 15 % ___ 15 - 20 % ___ Más de 20% ___</p> <p>c. ¿Desde hace cuánto tiempo existe el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala? 1- 2 años ___ 2 -5 años ___ Más de 5 años ___</p> <p>Dirigidas a Gerencias de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.</p> <p>Boletas 5, población censal, con el 100% de nivel de confianza y 00% de error.</p>	<p>13) Ajustes de costos y tiempo</p> <p>N/A</p>
<p>9) Preguntas clave y comprobación de la causa principal</p> <p>a. ¿Conoce usted sobre Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala? Si ___ No ___</p> <p>b. ¿Apoyaría usted la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala? Si ___ No ___</p> <p>c. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala? Si ___ No ___</p>	

<p>c. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala? Si ___ No ___</p> <p>Dirigidas a Gerencias de Empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.</p> <p>Boletas 05, población censal.</p>	
<p>10) Temas del Marco Teórico</p> <p>a) Industria de manufactura de envases de aluminio</p> <p>b) Importancia económica de la industria</p> <p>c) Proceso de manufactura de envases de aluminio</p> <p>d) Proceso de lavado de envases de aluminio</p> <p>e) Químico de lavado Clene 101</p> <p>f) Sistema de Mejora Continua</p> <p>g) Sistema de Mejora Continua en la manufactura de envases de aluminio</p>	<p>14) Anotaciones, aclaraciones y advertencias</p> <p>Forma de presentar resultados: El investigador para cada resultado debe identificar por lo menos cuatro actividades:</p> <p>R1 Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora. A1 An</p> <p>R2: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala. A1 An</p> <p>R3: Programa de capacitación a personal de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala A1 An</p>
<p>11) Justificación</p> <p>El investigador debe evidenciar con proyección estadística y matemática, el comportamiento del efecto identificado en el árbol de problemas.</p>	

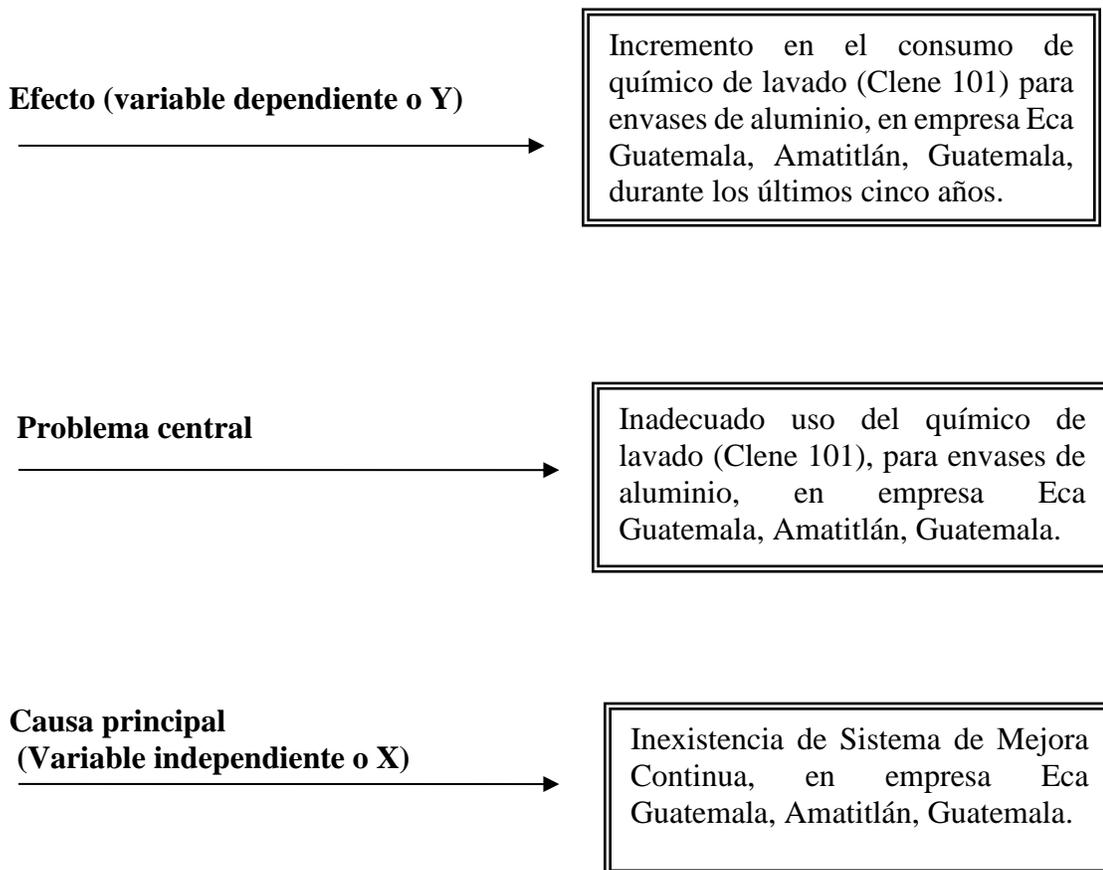

Carlos Matías Hernández González
 INGENIERO AGRÓNOMO
 COLEGIADO 2288

No. De Aprobación	No. De la Propuesta
01-148-104-22	Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Anexo 2. **Árbol de problemas e hipótesis de trabajo y árbol de objetivos.**

Árbol de problemas

Tópico: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.



Hipótesis de trabajo:

El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

Anexo 2. Árbol de objetivos.

Árbol de objetivos

Fin u objetivo general



Reducir el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Objetivos específicos



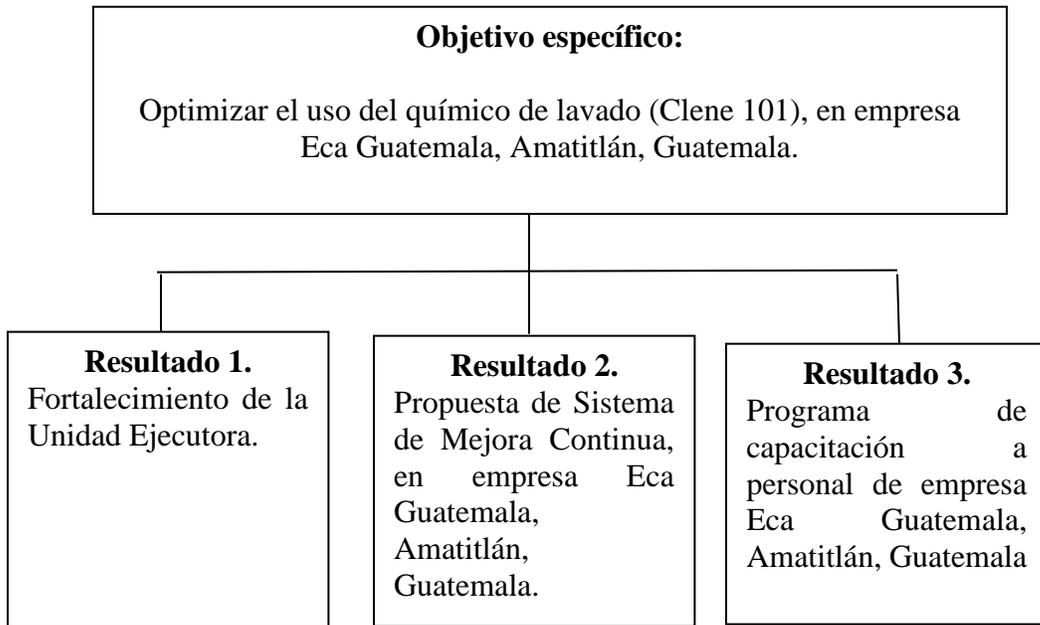
Optimizar el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Medio



Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Anexo 3. Diagrama del medio de solución de la problemática.



Anexo 4. Boleta de investigación (variable dependiente). (Efecto).

Universidad Rural de Guatemala

Programa de Graduación

Boleta de la Investigación.

Variable dependiente (Y).

Objetivo: Esta boleta de investigación tiene por objeto comprobar la variable dependiente siguiente: Incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años.

Esta boleta está dirigida a los colaboradores de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, mediante censo, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error.

Instrucciones: a continuación, se le presentan varios cuestionamientos, a los que deberá responder marcando con una “X” la respuesta que considere correcta y razónela cuando se le indique.

a. ¿Conoce usted sobre el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala?

SI NO

b. ¿Cuál es el porcentaje de incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala?

10 – 15% 15 – 20% Más de 20%

c. ¿Desde hace cuánto tiempo existe el incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala?

1 – 2 años 2 – 5 años Más de 5 años

Anexo 5. Boleta de investigación (variable independiente). (Causa).

Universidad Rural de Guatemala,

Sede 018 Escuintla.

Boleta de la Investigación aplicada a las gerencias de la empresa Eca Guatemala, con el fin de comprobar la variable independiente (X).

Objetivo: Determinar el conocimiento de los gerentes de la empresa Eca Guatemala. Sobre la causa de la problemática de estudio

Variable independiente: Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala

a. ¿Conoce usted sobre Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala?

SI

NO

b. ¿Apoyaría usted la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala?

SI

NO

c. ¿Considera necesaria la implementación de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala?

SI

NO

Anexo 6. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo de la muestra.

Para comprobar la variable dependiente Y (efecto) se realiza un censo, con el 100% de nivel de confianza y 0% de error. Dirigida a 5 gerentes de área de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala; De igual manera para la variable independiente X (causa).

Anexo 7. Anexo metodológico comentado sobre el cálculo del coeficiente de correlación.

El coeficiente de correlación se realiza con el fin de determinar la correlación existente entre las dos variables identificadas para la problemática, validar la problemática existente y determinar si es posible o no la proyección.

La variable “X” obedece al tiempo y la variable “Y” al incremento de consumo de químico de lavado Clene 101.

Año	X (años)	Y (Kg de químico consumido)	XY	X ²	Y ²
2017	1	5030	5030.00	1	25300900.00
2018	2	5250	10500.00	4	27562500.00
2019	3	5300	15900.00	9	28090000.00
2020	4	5900	23600.00	16	34810000.00
2021	5	6000	30000.00	25	36000000.00
Totales	15	27480	85030.00	55	151763400.00

n=	5
∑X=	15
∑XY=	85030
∑X ² =	55
∑Y ² =	151763400.00
∑Y=	27480
n∑XY=	425150
∑X*∑Y=	412200
Numerador=	12950

Fórmula:

$$r = \frac{n\sum XY - \sum X * \sum Y}{\sqrt{(n\sum X^2 - (\sum X)^2) * (n\sum Y^2 - (\sum Y)^2)}}$$

n∑X ² =	275
(∑X) ² =	225
n∑Y ² =	758817000.00
(∑Y) ² =	755150400.00
n∑X ² -(∑X) ² =	50
n∑Y ² -(∑Y) ² =	3666600
(n∑X ² -(∑X) ²)*(n∑Y ² -(∑Y) ²)=	183330000.00
Denominador:	13539.94092
r=	0.95642958

Análisis: Se comprueba que las variables descritas en los cálculos están debidamente correlacionadas, se valida la problemática planteada y debido a que el r =0.95 está dentro del rango permitido se procede a realizar la proyección mediante la línea recta.

Anexo 8. Anexo metodológico de la proyección.

La proyección por el método de la línea recta ($Y = a+bx$), del incremento en el consumo de químico de lavado Clene 101, durante los últimos cinco años

Año	X (años)	Y (Kg de químico consumido)	XY	X ²	Y ²
2017	1	5030	5030	1	25300900.00
2018	2	5250	10500	4	27562500.00
2019	3	5300	15900	9	28090000.00
2020	4	5900	23600	16	34810000.00
2021	5	6000	30000	25	36000000.00
Totales	15	27480	85030	55	151763400.00

n=	5
$\sum X =$	15
$\sum XY =$	85030
$\sum X^2 =$	55
$\sum Y^2 =$	151763400.00
$\sum Y =$	27480
$n \sum XY =$	425150
$\sum X * \sum Y =$	412200
Numerador de b	12950
Denominador de b:	
$n \sum X^2 =$	275
$(\sum X)^2 =$	225
$n \sum X^2 - (\sum X)^2 =$	50
b=	259
Numerador de a:	
$\sum Y =$	27480
$b * \sum X =$	3885
Numerador de a:	
a:	23595
a=	4719

Fórmulas:

$$b = \frac{n \sum XY - \sum X * \sum Y}{n \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

Fórmulas:

$$a = \frac{\sum y - b \sum x}{n}$$

Ecuación de la línea recta $Y = a + (b \cdot x)$				
Y(2022)=	a	+	(b	* X)
Y(2022)=	4719	+	259	X
Y(2022)=	4719	+	259	6
Y(2022)=	6273			
Y(2023)=	a	+	(b	* X)
Y(2023)=	4719	+	259	X
Y(2023)=	4719	+	259	7
Y(2023)=	6532			
Y(2024)=	a	+	(b	* X)
Y(2024)=	4719	+	259	X
Y(2024)=	4719	+	259	8
Y(2024)=	6791			
Y(2025)=	a	+	(b	* X)
Y(2025)=	4719	+	259	X
Y(2025)=	4719	+	259	9
Y(2025)=	7050			
Y(2026)=	a	+	(b	* X)
Y(2026)=	4719	+	259	X
Y(2026)=	4719	+	259	10
Y(2026)=	7309			

Año a proyectar	=	Año anterior	+ o - depende de la solución propuesta	Porcentaje propuesto	
Y (2022)	=	Y(2021)	-	11%	=
Y (2022)	=	6000.00	-	660.00	5340.00
Y (2022)	=	5340.00	Kg de químico consumido		

Y (2023)	=	Y(2022)	-	14%	=
Y (2023)	=	5340.00	-	747.60	4592.40
Y (2023)	=	4592.40	Kg de químico consumido		

Y (2024)	=	Y(2023)	-	17%	=
Y (2024)	=	4592.40	-	780.71	3811.69
Y (2024)	=	3811.69	Kg de químico consumido		

Y (2025)	=	Y(2024)	-	24%	=
Y (2025)	=	3811.69	-	914.81	2896.89
Y (2025)	=	2896.89	Kg de químico consumido		

Y (2026)	=	Y(2025)	-	34%	=
Y (2026)	=	2896.89	-	1013.91	1882.98
Y (2026)	=	1882.98	Kg de químico consumido		

Cuadro comparativo sin y con proyecto

Año	Proyección sin proyecto	Proyección con proyecto
2022	6273	5340.00
2023	6532	4592.40
2024	6791	3811.69
2025	7050	2896.89
2026	7309	1882.98

Gráfica del comportamiento de la problemática sin y con proyecto.



Análisis: como se puede notar en la información anterior, debe ejecutarse la presente propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala. El incremento de consumo de químico de lavado Clene 101 para el 2026 será ascendente, según la proyección determinada en 7309 kgs. (21.81%) aproximadamente 20% en relación a lo reportado en el año 2021.

Héctor Vinicio Juárez Pocoón

TOMO II

PROPUESTA DE SISTEMA DE MEJORA CONTINUA, EN EMPRESA ECA
GUATEMALA, AMATITLAN, GUATEMALA.



Asesor General Metodológico:

Ing. Agr. Carlos Moisés Hernández González

Universidad Rural de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Guatemala, agosto de 2022

Esta tesis fue presentada por el autor, previo a obtener el título universitario de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

Prólogo

La principal finalidad de la presente investigación es de obtener el título de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, la investigación se realizó en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, en donde se manufactura envases de aluminio para bebidas, según esta investigación se ha detectado incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101).

La Inexistencia de Sistema de Mejora Continua, se convierte en un problema que surge desde que en la empresa no se cuenta con procedimientos para optimizar el consumo de químico de lavado. Conforme a esta problemática, es muy importante que se implemente el sistema de mejora continua que pueda incrementar los rendimientos y favorecer la eficiencia en la compañía.

La investigación trata de un escrito que permitirá a la empresa implementar en el proceso de lavado de envases de aluminio, el sistema de mejora continua acorde a las necesidades de la empresa.

Proponer una solución practica basada en los conocimientos adquiridos en las clases universitarias.

Ser aplicable como alternativa de solución a otras entidades similares.

El propósito primordial de esta investigación es reducir el consumo de químico de lavado en empresa Eca Guatemala, para mejorar el rendimiento y productividad.

Presentación

En cumplimiento a lo estipulado por la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, se elaboró el trabajo “Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala”.

Este trabajo es presentado de manera correcta a través de la investigación de sus causas, sus efectos y posibles soluciones, para cumplir con los requisitos académicos de la Universidad Rural de Guatemala, previo a optar por el título universitario de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables, por Héctor Vinicio Juárez Pocoón.

El presente trabajo es importante ya que podrá ayudar a la empresa Eca Guatemala, a implementar el Sistemal de Mejora Continua, lo que se traduce en mayor productividad y optimizar el consumo de químico de lavado.

La investigación, elaboración y ejecución de este estudio permite poner en práctica los conocimientos adquiridos durante el desarrollo de la carrera y al mismo tiempo enriquecerlos con la experiencia .

INDICE

No.	Contenido	Página
	Prólogo	
	Presentación	
I.	RESUMEN.....	1
II.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	8
Anexos	

I. RESUMEN

De acuerdo a lo establecido por la Universidad Rural de Guatemala, se elaboró el trabajo Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, previo a optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial con énfasis en Recursos Naturales Renovables.

La manufactura de envases de aluminio es muy importante, ya que en los últimos años ha ganado mucha importancia la conservación y protección del medio ambiente, cabe mencionar que el envase de aluminio es el empaque más ecológico que hay, pues es infinitamente reciclable.

La empresa Eca Guatemala, ubicada en el municipio de Amatitlán, Guatemala, se dedica a la manufactura de envases de aluminio a gran escala, al momento de realizar la presente investigación, se detectó que la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, provoca incremento en el consumo de químico Clene 101.

El presente documento cuenta con cuatro capítulos según la tabla de contenidos de tesis.

En el capítulo I, se describe la introducción, planteamiento del problema, hipótesis, objetivos generales y específicos, justificación, metodología, métodos y técnicas.

En el capítulo II, se describe el marco teórico, toda la información tomada de otros autores relacionada al tema.

En el capítulo III, se presenta la comprobación de la hipótesis, la cual fue desarrollada con sus respectivos cuadros y gráficas.

En el capítulo IV, se presentan las conclusiones y recomendaciones, las cuales fueron elaboradas en base a los resultados obtenidos.

I.1 Planteamiento del problema.

La empresa Eca Guatemala se localiza en el municipio de Amatitlán, se dedica a la manufactura de envases de aluminio para bebidas, produce grandes volúmenes de producto, lo que conlleva que cualquier uso inadecuado de sus recursos se traduzca en alto consumo.

La empresa Eca Guatemala, no cuenta con Sistema de Mejora Continua, que permita un mejor aprovechamiento del químico de lavado Clene 101.

De acuerdo a los datos proporcionados por personal de la empresa, se confirmó que el aumento de consumo de químico viene desde hace cinco años. El porcentaje de incremento está entre el 15% y 20%.

Con la implementación de un Sistema de Mejora Continua se espera optimizar el consumo, esto realizando medición de indicadores y mejoras al proceso.

I.2 Hipótesis.

Hipótesis causal

El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.

Hipótesis interrogativa.

¿Será la inexistencia de Sistema de Mejora Continua, por inadecuado uso de químico de lavado, la causante del incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años?

I.3 Objetivos

I.3.1 Objetivo general

Reducir el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

I.3.2 Objetivo específico

Optimizar el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

I.4 Justificación

Un sistema de mejora continua, es una metodología que las empresas modernas han implementado en los últimos años, es de suma importancia ya que al implementarlo las vuelve más competitivas.

La empresa Eca Guatemala se dedica a la manufactura de envases de aluminio para bebidas, este empaque es muy popular debido a lo ecológico, pues su ciclo de reciclaje es infinito, debido a esto la escala de producción es muy alta en varios miles de millones al año.

La empresa ha tenido un incremento en el consumo de químico de lavado, por la falta de un sistema de mejora continua, que le ayude a realizar un uso adecuado del mismo.

La falta de Sistema de Mejora Continua, no ha permitido establecer procedimientos y prácticas que coadyuven a mejorar el consumo del químico para lavado del envase.

Se espera que con la implementación de la propuesta se logre eliminar los problemas en los próximos cinco años hasta en un 80%.

I.5 Metodología

Los métodos y técnicas utilizadas para la elaboración de la presente investigación de graduación, se expone a continuación:

I.5.1 Métodos

El método utilizado varia con la formulación de la hipótesis y su validación, por lo tanto: para la formulación de la hipótesis el método utilizado fue el deductivo, el cual fue complementado con el marco lógico, se establece la hipótesis y los objetivos de la investigación, estos están ilustrados en el árbol de problemas y objetivos que forman parte de los anexos de esta investigación. Para corroborar la hipótesis, el método utilizado es la inducción, que se basa en métodos estadísticos, síntesis y analíticos.

Seguido se expone la forma de en qué se empleó cada uno de los métodos citados:

I.5.1.1 Técnicas y métodos utilizados para la formulación de la hipótesis

En la formulación de la hipótesis el método fundamental fue el deductivo, el cual proporciono generalidades del área de producción de la empresa Eca Guatemala, en el municipio de Amatitlán, Guatemala. Para ello se utilizó las siguientes técnicas:

Observación directa. Técnica utilizada directamente en el área de manufactura, a cuyo efecto, se observó la forma en que actuaban los trabajadores de la empresa

Investigación documental. Esta técnica fue empleada para conocer si ya se tenían documentos relacionados o similares con la problemática de esta investigación, con el objetivo de no duplicar esfuerzos en cuanto al trabajo académico desarrollado; también, para compilar información y otros puntos de vista de otros autores sobre el tema citado. Los libros consultados se

especifican en el epígrafe de bibliografía, que fueron obtenidos mediante las fichas bibliográficas utilizadas a través de la revisión documental.

Entrevista. Cuando ya se obtuvo una idea general de la problemática, se procedió a entrevistar a los gerentes de la empresa, con el objetivo de tener información más certera sobre la problemática detectada. teniendo una visión más clara sobre la problemática del área de proceso de lavado de la empresa Eca Guatemala, mediante el uso del método deductivo, a través de las técnicas antes mencionadas, se procedió a la formulación de la hipótesis, para lo cual se utilizó el método del marco lógico, que permite encontrar la variable dependiente e independiente de la hipótesis, agregando a esto se definió el área de trabajo y el tiempo que se determinó para desarrollar la investigación. En el anexo 2, se encuentra la graficación de la hipótesis.

La hipótesis fue formulada de la forma que indica lo siguiente: “El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua.”

El método del marco lógico, nos ayudó principalmente para encontrar el objetivo general y el específico de esta investigación; también facilitó establecer la clasificación de este trabajo.

I.5.1.2 Métodos y técnicas empleadas para la comprobación de la hipótesis.

Para comprobar la hipótesis, el método utilizado, fue el método inductivo, con el que se logró obtener resultados específicos o particulares de la problemática identificada; lo cual sirvió para diseñar conclusiones y premisas generales, a partir de tales resultados específicos o particulares.

Para esto, se utilizaron las técnicas que a continuación se especifican:

Entrevista. Antes de desarrollar la entrevista, se procedió al diseño de boletas de investigación, con el objetivo de comprobar las variables dependiente e independiente de la hipótesis antes formulada. Las boletas, antes de ser aplicadas a población objetivo, sufrieron un proceso de prueba, con la finalidad, de hacer más efectivas las preguntas y propiciar que las respuestas, proporcionaran la información solicitada, posterior a ser aplicada.

Determinación de la población a investigar. En atención a este tema, se decidió dirigir la encuesta a 5 gerencias de la empresa Eca Guatemala con un 100% de nivel de confianza y 00% de error.

Posterior a obtener la información contenida en las boletas, se procedió a enlistarlas; para lo cual se utilizó el método de estadístico y el método de análisis, que consistió en la interpretación de los datos obtenidos, en valores absolutos y relativos, obtenidos después de la aplicación de las boletas de investigación, que poseyeran como objeto la comprobación de la hipótesis previamente formulada.

Una vez analizada la información, se utilizó el método de síntesis, a efecto de obtener las conclusiones y recomendaciones de la presente investigación; el que sirvió además para hacer congruente la totalidad de la investigación, con los resultados obtenidos producto de la investigación de campo realizada.

I.5.2 Técnicas

Las técnicas utilizadas, para la formulación como en la comprobación de la hipótesis, se mencionaron anteriormente; sin embargo éstas variaron de acuerdo a la etapa de la formulación de la hipótesis y a la comprobación de la misma; así: Como se mencionó en el apartado (1.5.1 Métodos), las técnicas empleadas en la formulación fueron: La observación directa, la investigación documental y las referencias bibliográficas; así como la entrevista a las personas relacionadas directamente con la problemática. Por aparte, la comprobación de la hipótesis, se utilizó la entrevista y el censo.

La investigación documental, estuvo presente en las etapas de formulación de la hipótesis y en la etapa de comprobación, y en toda la investigación documental y particularmente, para conformar el marco teórico. Como se puede ver fácilmente, la entrevista estuvo presente en la etapa de la formulación de la hipótesis y en la etapa de la comprobación de la misma.

II. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusión

Como conclusión general se determinó que se comprueba la hipótesis: El incremento en el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, durante los últimos cinco años, por inadecuado uso de químico de lavado, se debe a la inexistencia de Sistema de Mejora Continua. Se trabajó la técnica censal, con el 100% del nivel de confianza y el 0% de error.

Recomendación

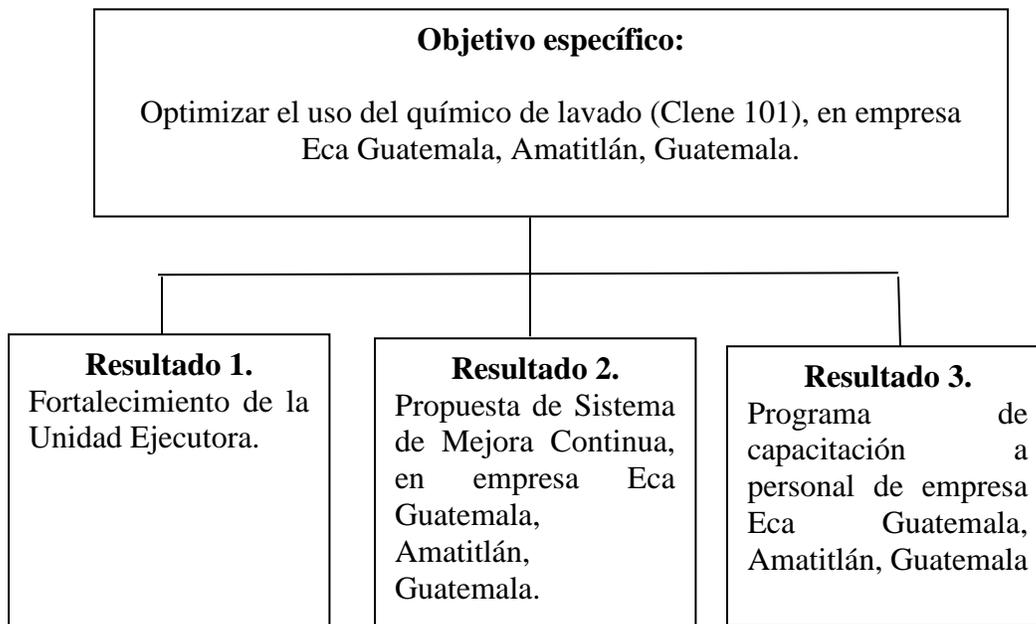
Implementar: Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

ANEXOS

Anexo 1: Propuesta para solucionar la problemática.

La implementación de la propuesta de Sistema de Mejora Continua en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, tendrá como objetivo optimizar el uso del químico de lavado Clene 101. Al momento de ejecutar este sistema se podrá reducir considerablemente el consumo de químico, mediante capacitación, mejoras al proceso, metodologías de trabajo. Para ello se plantea la siguiente propuesta de solución a la problemática identificada.

Diagrama del medio de solución de la problemática



Resultado 1. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.

Actividad 1: Espacio físico para oficina: Se habilitará un espacio físico para una oficina, la cual tendrá dimensiones de 5 x 5 metros (25 metros cuadrado), la oficina estará ubicada dentro de las instalaciones de la empresa Eca Guatemala, en el municipio de Amatitlán. Dicha oficina tendrá a su cargo velar por la implementación de la propuesta.

Actividad 2: Equipamiento de oficina: Dicha oficina tendrá los siguientes materiales y equipo necesario para la realización de esta propuesta, entre estos se mencionan: equipo de cómputo, impresora, teléfono, escritorio, silla, papelería, archivador, estante y los insumos necesarios de oficina (hojas, lápiz, lapiceros, folders, engrapadoras, etc.)

Actividad 3: Contratación de personal: Se debe contratar un ingeniero industrial, con amplio conocimiento del tema de implementación de sistema de mejora continua, para lograr los objetivos de la propuesta. Será el responsable de asignar actividades y capacitar a los involucrados.

Actividad 4: Gestión de financiamiento: La empresa Eca Guatemala proporcionará los recursos necesarios para la implementación de la propuesta de Sistema de Mejora Continua en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala. Según lo presupuestado para mejorar los procesos y optimizar el consumo de químico.

Resultado 2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

La propuesta de Sistema de Mejora Continua, se planteó en base a la problemática analizada durante los últimos cinco años en la empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

La industria de manufactura de envases de aluminio produce grandes volúmenes de latas ya sea para bebidas de refresco, jugo o cerveza. Para producir esos grandes volúmenes es necesario el insumo de materias primas como aluminio, barnices, tintas y otros como es el caso de químico de lavado, por lo tanto, al producir grandes cantidades es necesario optimizar el consumo de ellos. Al implementar la propuesta de Sistema de Mejora Continua, se optimizarán los consumos y será más competitiva la empresa.

Actividad 1: Rediseño en la etapa de lavado.

En la etapa de lavado se elimina los aceites que se utilizaron en el proceso de formado de la lata, estos aceites flotan en la superficie de la solución del tanque, el control de la contaminación se mantiene al nivel deseado trabajando con el rebalse de la solución de limpieza por el vertedero de rebalse hacia el drenaje, con la consecuente pérdida de producto que deberá reponerse. resultará en mayor habilidad de limpieza, pero mayores costos operativos.

Figura 1: rebalse de la solución de lavado hacia el drenaje



Fuente: Juárez, H., mayo 2022

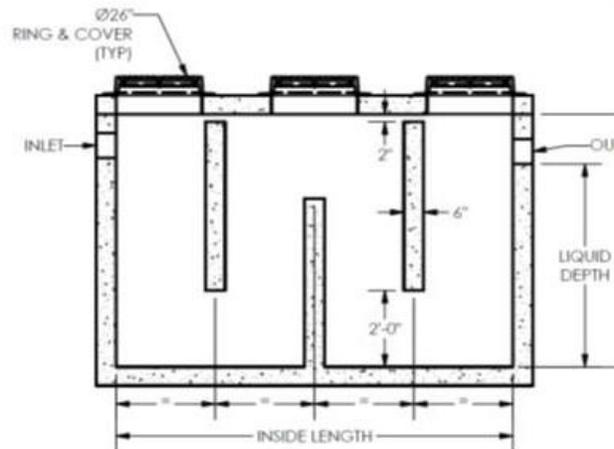
Para reutilizar esta solución que se va al drenaje se deberá adecuar un tanque coalescente o separador. Estos tanques tienen la característica de que ingresa la mezcla de solución y aceite y atraviesa una serie de mamparas, el aceite por diferencia de densidad se separa en la superficie de las primeras mamparas y la solución libre de aceite se descarga en la última mampara, luego esta se deberá retornar al tanque de lavado por medio de una bomba neumática, y así mantener un rebalse constante sin necesidad de reponer producto químico extra. Según el siguiente cuadro se podría tener un ahorro de 2,850.33 litros de químico Clene 101 por mes, aproximadamente al implementar este tanque separador.

Cálculo de recuperación de la solución según aforo aproximado

	sobre flujo /min	sobre flujo/hora	Sobre flujo /día	Sobre flujo/mes
Galones de solución	2.9	174	4176	125280
Litros de solución	10.98	658.8	15811.2	474336
químico desperdicio ml.	65.88	3952.8	94867.2	2846016
químico desperdicio litros	0.06588	3.9588	95.011	2850.33

Concentración promedio de químico según análisis por titulación: 6 ml/l

Figura 2: Diseño de tanque coalescente o separador



Fuente: <https://www.foleyproducts.com/precast-pipe-products/box-structures/oil-water-separator/>

Actividad 2: Hoja para solución de problemas “3D’s”

Se deberá aplicar esta metodología para resolver problemas desde su raíz. Las 3D’s provee a la empresa de un enfoque para definir causas del problema, previene la recurrencia, crea mejores estándares, motiva el trabajo en equipo y permite la solución de problemas de forma permanente.

D1, se deberá hacer la descripción científica de cualquier evento, se debe proporcionar información sobre: Cuál es el problema y cual no es. Donde está el problema y donde no está. Cuando ocurre el problema y cuando no ocurre. Qué tan grande es el problema y que tan grande noes.

D2, aislar y verificar la causa raíz, probando cada teoría de causa raíz contra las descripciones del problema y la información de pruebas.

D3, seleccionar la mejor acción correctiva permanente para eliminar la causa raíz. Verificar que ambas decisiones tengan éxito al ser implementadas. No causar efectos

indeseables. Planear e implementar las acciones correctivas. Documentar el caso.

Figura 3: Hoja de Análisis y Solución de problemas 3D's

ECA Guatemala ANÁLISIS Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS CON 3D's

REPORTE No.
FECHA REPORTE

PROCESO: FECHA: TURNO:

D1- PROBLEMA					
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA		DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO		CANTIDAD PRODUCTO	
DESCRIBIR EL PROBLEMA:			ACCIONES DE CONTENCION	RESPONSABLE	
CUANDO	ES	NO ES			
DONDE					
COMO					
CUANTOS					
D2-CAUSA					
HERRAMIENTA 5 POR QUÉ'S			DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO		
Por qué?			mediciones	material	
Por qué?				mano de obra	
Por qué?					
Por qué?					
Por qué?					
			medio	máquinas	
			métodos		
D3- SOLUCION					
ACCIONES CORRECTIVAS		RESPONSABLE	FECHA	STATUS	ELABORADO POR
ACCIONES PREVENTIVAS		RESPONSABLE	FECHA	STATUS	REVISADO POR

Fuente: Juárez, H., agosto 2022

Actividad 3: Rutina de mantenimiento preventivo para cortina de aire.

La cortina de aire es un dispositivo muy importante ya que este evita que se arrastre solución de un tanque al otro por la solución que lleva la lata en el domo, sin embargo, esta se puede obstruir por suciedad o sales minerales, provocando pérdida de la solución. Para evitar esto se propone implementar una rutina de limpieza diaria con pistola de presión

Actividad 4: formato de control de KPI'S (Indicadores claves de desempeño).

Los KPI's (key performance indicator) son indicadores clave de desempeño que se utilizan para evaluar el éxito de las acciones y/o procesos en la medida en que estos contribuyen a la consecución de los objetivos, para determinar si están dando los frutos esperados o es necesario realizar correcciones. Es importante llevar el control diario de consumo de químico y en una unidad de medida definida, para poder tomar acciones en el momento que se detecte alto consumo de químico Clene 101. Se propone el siguiente formato de control.

CLENE 101		Its kg consumidos	Gravedad específica	Produccion diaria	Galones Consumido	Galones por millón
SEMANA 1	LUNES		1.03			
	MARTES		1.03			
	MIERCOLES		1.03			
	JUEVES		1.03			
	VIERNES		1.03			
	SABADO		1.03			
	DOMINGO		1.03			
	ACUMULADO		1.03			

Fuente: Juárez, H., mayo 2022

Resultado 3: Programa de capacitación a personal de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.

Actividad 1: Taller sobre Sistema de Mejora Continua.

Se deberá divulgar todo el conocimiento al personal de la empresa sobre la implementación de Sistema de Mejora Continua, con un orden cronológico de los aspectos a impartir en las capacitaciones, y dejar constancia de los temas vistos. Serán

impartidas por el ingeniero encargado de implementar la propuesta.

Actividad 2: Taller de Seguridad Industrial

Se impartirá talleres sobre seguridad industrial al personal de la empresa Eca Guatemala, se dará énfasis en la importancia de realizar todas las actividades tomando todas las precauciones, así como la detección temprana de todos los riesgos que pueda haber en la empresa y su pronta eliminación. Los talleres serán impartidos con una frecuencia de una vez por mes y estará a cargo del encargado de seguridad industrial.

Actividad 3: Taller desarrollo de talento

Al terminar este tema los colaboradores de la empresa Eca Guatemala serán capaces de entender la importancia de desarrollo de talento en la empresa.

Comprender el proceso necesario para implementar el desarrollo de talento como estrategia de competitividad

Aprender un método creativo e inteligente para transmitir el conocimiento.

Actividad 4: Taller trabajo estándar.

Identificar y utilizar el método con menor desperdicio. Crear documentación simple y accesible de ese método. Incluir dentro del método, inventario en proceso y productividad, identificar oportunidades de mejora.

Anexo 2. Matriz de la Estructura Lógica

COMPONENTES DEL PLAN	INDICADORES	MEDIOS DE VERIFICACION	SUPUESTOS
<p>Objetivo general.</p> <p>Reducir el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se reduce el consumo de químico de lavado (Clene 101) para envases de aluminio, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala, y a la vez se soluciona en 90% el efecto identificado.</p>	<p>Reportes de la Unidad Ejecutora</p>	<p>La Gerencia General implementa la propuesta en otras áreas de la empresa.</p>
<p>Objetivo específico.</p> <p>Optimizar el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Amatitlán,</p>	<p>Al quinto año de ejecutada la propuesta, se optimiza el uso del químico de lavado (Clene 101), en empresa Eca Guatemala, Guatemala,</p>	<p>Reportes de la Unidad Ejecutora</p>	

Guatemala.	Amatitlán, Guatemala, y a la vez se soluciona en 90% el problema identificado.		
Resultado 1. Fortalecimiento de la Unidad Ejecutora.			
Resultado 2. Propuesta de Sistema de Mejora Continua, en empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala.			
Resultado 3. Programa de capacitación a personal de empresa Eca Guatemala, Amatitlán, Guatemala			

