

**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INFORMACION DE EMBOTELLADORA DE BEBIDAS  
PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN**

DANIEL FERNANDO GUACANEME DE DIOS

LUIS FERNEY DIAZ PINTO

ASESOR

GLORIA STELLA BARRERA ARIAS

FUNDACION UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA - UNIAGRARIA

FACULTAD DE INGENIERIA

BOGOTÁ D.C. 2022



**PROPUESTA DE MEJORA EN LA GESTIÓN DE INFORMACION DE EMBOTELLADORA DE BEBIDAS  
PARA AUMENTAR LA EFICIENCIA EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN**

DANIEL FERNANDO GUACANEME DE DIOS

LUIS FERNEY DIAZ PINTO

Trabajo de grado presentado para optar el título de  
INGENIERO MECATRONICO

GLORIA STELLA BARRERA ARIAS

COORDINADORA PROGRAMA INGENIERIA INDUSTRIAL

FUNDACION UNIVERSITARIA AGRARIA DE COLOMBIA - UNIAGRARIA

FACULTAD DE INGENIERIA

BOGOTÁ D.C. 2022



## TABLA DE CONTENIDO

<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	7
<b>2. JUSTIFICACIÓN</b> .....	9
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	10
<b>OBJETIVO GENERAL</b> .....	10
<b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b> .....	10
<b>4. ESTADO DEL ARTE</b> .....	11
<b>5. MARCO HISTORICO Y GEOGRAFICO</b> .....	13
<b>6. MARCO TEORICO</b> .....	14
<b>7. MARCO CONCEPTUAL</b> .....	22
<b>8. MARCO LEGAL</b> .....	26
<b>9. DISEÑO METODOLOGICO</b> .....	27
<b>10. RECOPIACION DE LA INFORMACIÓN</b> .....	31
<b>11. DESARROLLO DE OBJETIVOS</b> .....	34
<b>12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	51
<b>13. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	52



## INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Causas de perdidas en empresas del sector. ....	8
Tabla 2. Herramientas de lean manufacturing más utilizadas.....	24
Tabla 3. Normativas para empresas del sector de bebidas en Colombia.....	26
Tabla 4. Metodología objetivo específico 1 .....	29
Tabla 5. Metodología objetivo específico 2 .....	30
Tabla 6. Metodología objetivo específico 3 .....	30



## INDICE DE FIGURAS

Ilustración 1. Línea de tiempo metodologías.....	12
Ilustración 2. Listado y ubicación geográfica de empresas de bebidas en Cundinamarca.....	13
Ilustración 3. Mapa de ubicación geográfica de empresas de bebidas en Cundinamarca.....	14
Ilustración 4. Utilización de la gestión visual. ....	15
Ilustración 5. Análisis de causa raíz.....	17
Ilustración 6. Diagrama de Ishikawa. ....	18
Ilustración 7. Definiciones de los enfoques cuantitativos y cualitativos, sus similitudes y diferencias. .....	28
Ilustración 8. Ejemplo de Layout línea de producción.....	31
Ilustración 9. Ejemplo de diagrama de flujo de procesos.....	32
Ilustración 10. Base de datos de línea de producción. ....	33
Ilustración 11. Grafica generada en Power Bi.....	35
Ilustración 12. Grafica generada en Power Bi.....	36
Ilustración 13. Grafica generada en Power Bi.....	37
Ilustración 14. Grafica generada en Power Bi.....	38
Ilustración 15. Explicación Diagrama de Ishikawa. ....	39
Ilustración 16. Explicación Diagrama de Ishikawa. ....	39
Ilustración 17. Explicación Diagrama de Ishikawa. ....	40
Ilustración 18. Anexo formato Diagrama de Ishikawa.....	41
Ilustración 19. 5 ¿Por ques?.....	42
Ilustración 20. Ejemplo grafico 1 de 5 ¿Por ques?.....	42
Ilustración 21. Ejemplo grafico 2 de 5 ¿Por ques?.....	43
Ilustración 22. Anexo formato de implementación análisis de 5 ¿por qué? .....	44
Ilustración 23. Reporte de falla de incidente.....	44
Ilustración 24. Antecedentes de falla, evidencia fotografica.....	45
Ilustración 25. Reporte preliminar.....	45
Ilustración 26. Grafica final de visualización de indicadores. ....	49



## RESUMEN

Actualmente las compañías colombianas buscan crear una cultura de mejora continua con el uso de estrategias que permitan mejora en la productividad y aumento de calidad de los productos o servicios que se ofrecen, al mismo tiempo alcanzar la competitividad en el mercado global.

El ámbito operativo de los procesos es donde la mejora continua se enfoca mayormente y donde está centrado el desarrollo de esta monografía. Analizando en tiempo real y continuamente los procesos se pueden encontrar las oportunidades de mejora para, resolución de problemas, análisis de causa, reducción de costos y demás factores que permitan la optimización.

Se pretende profundizar a fondo en la mejora continua de la mano de la herramienta de lean manufacturing Gestión visual y el software Power Bi. El complemento de estas herramientas tecnológicas será el plan para la mejora en los diferentes procesos donde se desee aplicar, en este caso específico se plantea para líneas de embotellado de bebidas

Se realiza recopilación de información de tipo; informes, artículos, tesis, proyectos de las principales universidades nacionales y extranjeras, con los cuales se dará una guía académica al desarrollo de esta propuesta para su posible implementación en la empresa del sector privado en las cuales laboramos los autores de este proyecto.

**Palabras clave:** Gestión visual, lean manufacturing, producción, efectividad, calidad, optimización, procesos.



## 1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Darvin Morillo (2022). El sostenimiento del negocio de embotellado de bebidas por medio de líneas de producción va anclado al rendimiento y los resultados obtenidos en los procesos implicados. Las variables medidas más comunes en este sector de la industria son, por ejemplo: eficiencia de línea, paros de equipos, paros operativos, paros ajenos o externos, calidad del producto (físicoquímicos, integridad de envase), índice de mermas y desperdicios de materias primas, capacitación del personal. Todo esto con seguimiento diario, semanal, mensual, anual por la línea de producción.

Cuando no se lleva trazabilidad de la información ni se hace seguimiento a los resultados obtenidos, al momento que una variable salga de su límite de especificación y/o una de estas se desvíe del objetivo propuesto es complejo realizar un análisis causal, determinar acciones y tomar decisiones para lograr corregir estas desviaciones.

En las líneas de embotellado diariamente se debe trabajar en la mejora continua para estandarizar y optimizar procesos, uno de los principales influyentes es el recurso humano quien actúa directamente en el control de equipos y variables durante el proceso. De esta manera este talento tiene que estar actualizado con la información de los resultados obtenidos y esperados en cada punto del proceso para cumplir con los objetivos planteados por la compañía.

Para mantener al tanto a todos los involucrados en el proceso de los avances y resultados se necesitan desarrollar canales de comunicación rápidos, fáciles y directos que cumplan el objetivo y la información se interiorice por los encargados.

¿Se puede mejorar la productividad de las líneas de producción de embotelladoras por medio de gestión visual de la información?

A continuación, se observa resumidamente los problemas existentes en las empresas manufactureras que causa perdidas en los procesos de productivos.

Tabla 1. Causas de perdidas en empresas del sector.

CAUSAS	EFEKTOS	SOLUCIONES
<b>EQUIPOS Y HERRAMIENTAS</b>		<b>SOLUCION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipos en mal estado</li> <li>Falta de equipos</li> <li>Falta de garantizar tiempo de ventana de Mantenimiento</li> </ul>	Falta de organización	Revisión de equipos Organización de área de mantenimiento Organización y planeación
<b>GESTION HUMANA</b>		<b>SOLUCION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se envía a vacaciones a varios colaboradores de la misma área</li> <li>Bajo rendimiento</li> <li>Falta de capacitación</li> </ul>	Retraso en la producción Perdida de horas hombre Falta de capacitación	Organización y planeación Clima laboral Capacitar personal
<b>GESTION ADMINISTRATIVA</b>		<b>SOLUCION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>La información no es precisa</li> <li>Se comparte información de forma manual</li> </ul>	Margen de error El análisis no tiene exactitud	Implementar y/o usar tecnología
<b>COMUNICACION</b>		<b>SOLUCION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Se cancela turno a última hora</li> <li>No se realizan entregas de turno eficientes</li> </ul>	Perdida de horas hombre y retraso en la producción	Asertividad en la comunicación
<b>MATERIA PRIMA</b>		<b>SOLUCION</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Pedido innecesario</li> <li>Pedido realizado doble vez</li> <li>Pedido de diferentes proveedores</li> </ul>	Falta de organización Falta de organización Dificultad para realizar actividades	Organizar pedidos

Fuente. Propia (2023).

Se puede observar que por la falta de información y comunicación entre las diferentes áreas de trabajo de una compañía se cometen errores que conlleva a obtener pérdidas económicas, calidad en los productos terminados y el aumento de accidentalidad en los colaboradores.



## 2. JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo aborda una propuesta de mejora en la eficiencia de una planta embotelladora de productos de bebidas de consumo masivo basándose en la filosofía lean manufacturing y el uso de las nuevas herramientas tecnológicas con el objetivo de reducir tiempos de parada de producción. La gestión visual junto con la metodología de trabajo Lean Manufacturing son estrategias que facilitan la comunicación, donde se pueden homologar actividades sin perder el hilo del objetivo organizacional, separando las actividades entre urgentes y prioritarias, la comunicación asertiva es base en la estandarización de procesos transmitiendo de una manera eficaz.

También se convierte en una forma clara de entender los procesos y actividades para cualquier persona que labore en la compañía sea antiguo, nuevo, proveedor o visitante que, por medio de señalizaciones, código de colores y gráficos de la herramienta Power BI ayude al fácil entendimiento de este sistema.

Llontop, Viacava y Málaga (2021). Las empresas embotelladoras de productos de consumo masivo se encuentran enfocadas en adecuar su cartera de productos a las nuevas tendencias de mercado que busca productos naturales o energéticos. Esto significa que la planta embotelladora debe generar sus propios recursos para los proyectos de mejora que debe desarrollar. El análisis realizado para mejorar la eficiencia fue orientado a definir las causas que originaban la mayor cantidad de parada de planta y plantear herramientas de mejora con presupuestos de bajo impacto y rápida implementación.



### **3. OBJETIVOS**

#### **OBJETIVO GENERAL.**

Proponer el uso de una herramienta de lean manufacturing para el análisis de rendimientos de producción y calidad de una línea de producción de embotelladora de bebidas mediante el uso de Power BI.

#### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Identificar las variables más relevantes del proceso con oportunidad de mejora para su inclusión y análisis en la gestión visual por medio de Power BI.
- Aplicar la herramienta metodológica RCA explicandola de tal manera que permita detectar soluciones adecuadas para prevenir y corregir las fallas.
- Proponer una metodología visual para la conformación de una base de datos que permita la identificación del estado actual de la producción y su calidad para una embotelladora.

## 4. ESTADO DEL ARTE

### Antecedentes:

Se identificó estudios en los que se ha propuesto o se ha llevado a cabo la implementación de herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de empresas del rubro manufacturero. Para la presente investigación se tomó como referencia antecedentes internacionales, nacionales y locales.

El mundo se encuentra atravesando la era de la Industria 4.0, en la cual las empresas de diversos rubros económicos, resaltando los de manufactura y agricultura, están en busca de automatizar sus procesos productivos para mejorar indicadores como la reducción de la tasa de errores y el aumento de la tasa de producción, de tal manera que logren incrementar su productividad (Fortuño, 2017).

Medina y Rodríguez (2021), "Propuesta para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Lany sede Bogotá", Universitaria Agustiniiana - Colombia, tuvo como objetivo aumentar la productividad de la empresa en estudio mediante una propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing. Se desarrolló el VSM como herramienta de diagnóstico inicial, para luego proponer la implementación de las herramientas 5S, Kaizen y Estandarización del Trabajo. Los resultados reportados indican que al implementar la propuesta se podrían reducir los costos de producción, aumentar la capacidad de producción e incrementar la productividad en un 22%.

Alarcón (2021), "Mejoramiento de la productividad empleando Manufactura Esbelta en la línea de fabricación de carrocerías", Universidad Técnica de Ambato - Ecuador, se propuso la aplicación de herramientas de Manufactura Esbelta iniciando con el estudio de tiempos y movimientos, lo que permitió que el tiempo de producción se redujera en 21.22%; asimismo, mediante la herramienta VSM se determinó que existían movimientos innecesarios, por lo que se propuso la implementación de las 5S. Los principales resultados indicaron que la propuesta evidencia una disminución de tiempos de producción y el aumento de la productividad.

Chilón, Esquivel y Estela (2017), "Implementación de las 5s para incrementar la productividad en una planta embotelladora de agua", Universidad César Vallejo – Perú, cuyo principal objetivo fue incrementar la productividad de la línea 1 puesto que no se contaba con un proceso estandarizado para su organización y limpieza; asimismo, los trabajadores no tenían conocimiento de esta metodología por lo que existía gran número de materiales innecesarios dentro de las instalaciones, impidiendo la optimización del proceso productivo. El estudio realizado concluyó que la implementación de la metodología 5s incrementó la productividad de la línea en un 29%.

López (2020), "Aplicación del Lean Management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C.", Universidad Nacional de Trujillo Perú, tuvo como objetivo implementar la metodología Lean Management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura de la empresa. En la etapa inicial, se revisó

los indicadores de productividad anteriores al estudio, además del BPUS y el uso del Toyota Business Practice. En base a un análisis se determinó que las herramientas Poka Yoke, Kanban, Jidoka y estandarización de procesos, serían las más adecuadas para la propuesta de mejora. Se concluyó que, con la implementación de la propuesta se puede incrementar la productividad en un 10%.

Línea del tiempo y evolución de las metodologías más importantes:

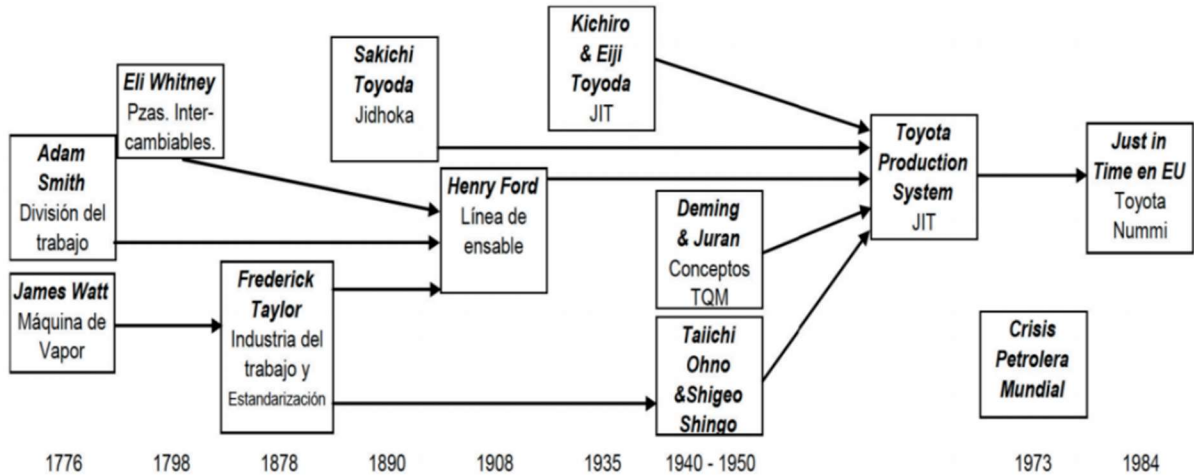


Ilustración 1. Línea de tiempo metodologías.

Fuente. Socconini, L. V. (2019).

## 5. MARCO HISTORICO Y GEOGRAFICO

De acuerdo al libro de Lean Manufacturing conceptos y técnicas de implementación los orígenes de la mejora continua inicia a principios del siglo XX con los trabajos realizados con F.W Taylor Henry Ford ellos modificaron los conceptos de fabricación en serie de las fábricas estadounidenses, posteriormente con las primeras fabricación de automóviles en serie hizo un uso intensivo de la normalización de los productos, se le dio un uso científico a los procesos de tiempos, equipos y personas en movimiento continuo sincronizar las fábricas de tal manera que optimizaron la fabricación en masa.

El rompimiento de estas técnicas se produce en Japón en los años 1902, cuando empieza a surgir los primeros pensamientos Lean con el señor Sakichi Toyota, quien más tarde es el fundador Kiichiro de la Corporación Toyota Motor Company, con la automatización se permitió separar al hombre de la máquina, mucho después se fueron introduciendo técnicas que mejoraron las fábricas y dieron un volcó exponencial a la fabricación esbelta.

Sus primeras aplicaciones se centraron en la reducción radical de los tiempos de cambio de herramientas, creando los fundamentos del sistema SMED. Alampara de la filosofía JIT fueron desarrollándose diferentes técnicas como el sistema Kanban, Jidoka, Poka –Joke que fueron enriqueciendo el sistema Toyota El sistema JIT/TPS ganó notoriedad con la crisis del petróleo de 1973 y la entrada en pérdidas de muchas empresas japonesas.

Toyota destacaba por encima de las demás compañías y el gobierno japonés fomentó la extensión del modelo a otras empresas En esta obra fue donde por primera vez se utilizó la denominación Lean 16 Manufacturing, aunque, en el fondo, no dejó de ser una forma de etiquetar con una nueva palabra occidentalizada el conjunto de técnicas que ya llevaban utilizándose desde hacía décadas en Japón.

Ubicación geográfica de las empresas multinacionales productoras de bebidas en Colombia.

EMPRESA	UBICACIÓN	LONGITUD	LATITUD	PAIS
Coca cola Femsa	Tocancipa	-73,917	4,967	Colombia
Central cervecera	Sesquile	-73,7961278	5,04472961	Colombia
Quala	Tocancipa	-73,917	4,967	Colombia
Bavaria	Tocancipa	-73,917	4,967	Colombia
Aje	Funza	-74,211525	4,71276302	Colombia
Postobon	Mosquera	-74,2307	4,70612	Colombia

Ilustración 2. Listado y ubicación geográfica de empresas de bebidas en Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia.

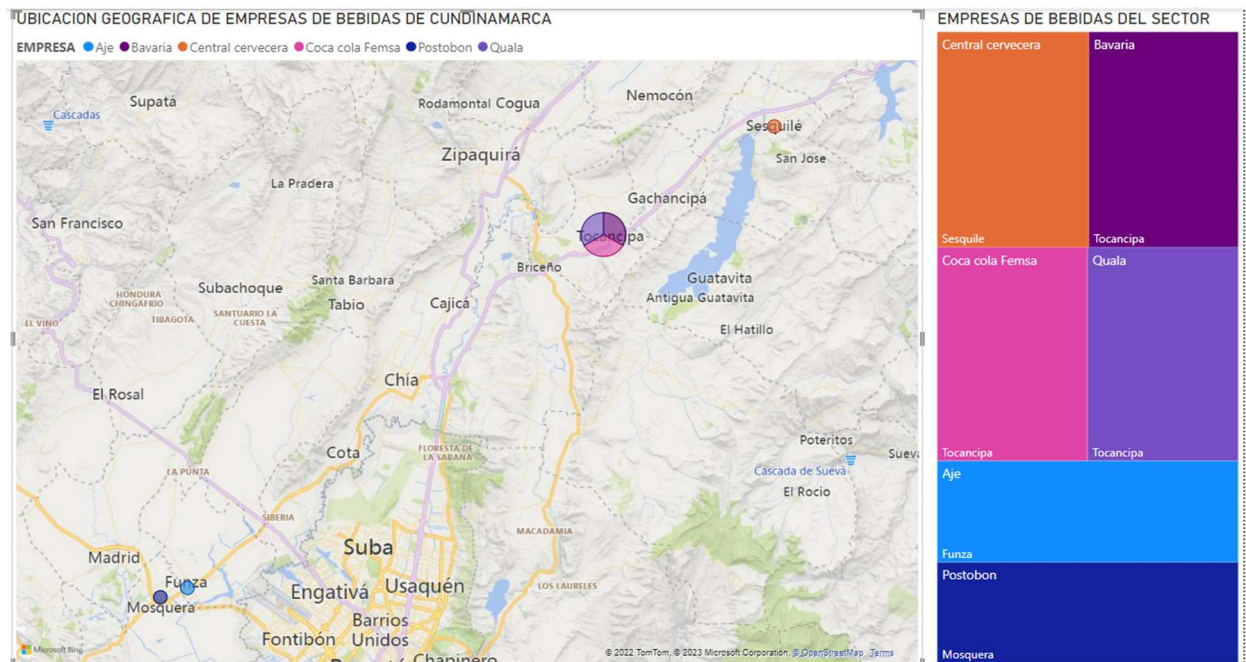


Ilustración 3. Mapa de ubicación geográfica de empresas de bebidas en Cundinamarca.

Fuente: Elaboración propia

## 6. MARCO TEORICO

### GESTION VISUAL

Para Jordi Teixidó (2017); la gestión visual de proyectos es como pocas disciplinas una inducción poderosa al aprendizaje continuo; se basa en una estrategia de trabajo a través de la cual se representa visualmente la cadena de valor de producción a la que se aplica esta estrategia por lo que, la visualidad se basa en gráficos, colores, imágenes, y por supuesto permite mejorar en gran medida la eficiencia en todos los procesos organizacionales constituyendo también un medio visual para el control del proceso.

En principio, la gestión visual es parte de las herramientas de trabajo que van a dar una mayor eficacia en los procesos de producción en este caso en el proceso de construcción.

Para Giorgio Merli (2018), por la gestión visual se pueden detectar indicadores que deben de ser mejorados y actividades de mejora a desarrollar para el logro de los objetivos planificados por lo que es parte de la calidad y mejora continua aplicable a las cadenas productivas.

En consecuencia, la gestión visual proporciona controles o dispositivos visuales que permiten reconocer los estándares y la forma en que podrían presentarse desviaciones de dichos estándares, o bien algunos patrones que deben de ser mejorados o pueden tener

una mejora de calidad que les dé una mayor efectividad. Ahora bien, si se observa la siguiente figura:

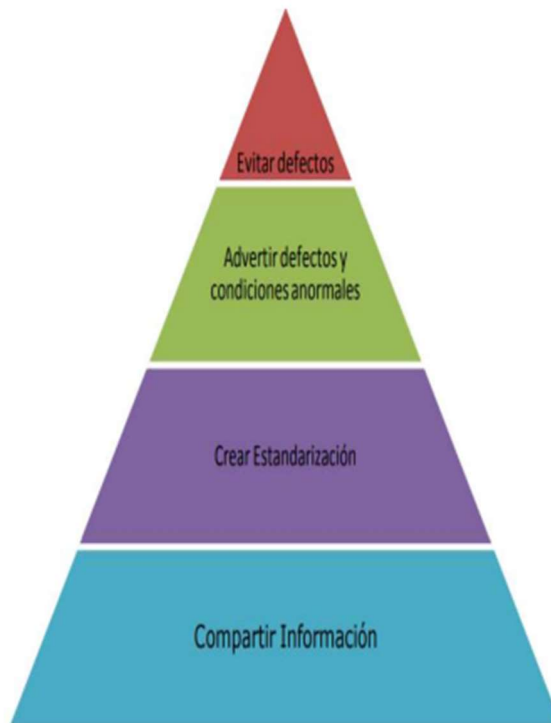


Ilustración 4. Utilización de la gestión visual.

**Fuente: Jordi Teixidó (2017)**

Es notable como la utilización de la gestión visual va a permitir en principio detectar los defectos, desviaciones en los procesos productivos, además de advertir los defectos en relación a las condiciones normales, se pueden crear manuales de estandarización de procesos, con el objetivo de unificarlos y darles una mayor organización y todo a través de la gestión visual, y lo mejor para este tipo de estrategia productiva, sin duda alguna, es la posibilidad del compartimiento de la información, y es aquí, donde encontramos la necesidad de utilizar medios de comunicación adecuados, para que la gestión visual logre su máximo potencial en todos y cada uno de los miembros que intervienen en cada uno de los procesos o etapas de producción.

### **Funciones y objetivos de la gestión visual**

Para Ricardo Borillo y Juan Gutiérrez (2015), la gestión visual permite tener una idea completa del trabajo que se está elaborando en una forma muy clara y eficiente; hoy en día las empresas de software, están generando muchos proyectos y por lo mismo requieren que la gestión visual les va a permitir mostrar las tareas que el equipo debe de abordar, de una forma clara, sencilla y para centrarnos en la gestión de las mismas en función del tipo de proyecto que se esté llevando a cabo; logrando las diversas perspectivas que atiende principalmente el Lean Manufacturing también llamado Lean Production, que en si es un método de organización de trabajo que se centra en la mejora continua.



Por otro lado, y para Pablo Verdoy (2017), la gestión visual forma parte de los sistemas de control, y por lo mismo, parte del hecho de recolectar datos del lugar del trabajo, para visualizarlos en una forma panorámica, y colocar la información crítica en las áreas físicas de trabajo mediante el uso de señalamientos, etiquetas, carteles, vitrinas y otros medios visuales que ayuden a crear un entorno seguro y eficiente, y eliminar las necesidades de capacitación repetitiva y supervisión constante.

Como consecuencia la gestión visual tiene como objetivo aplicar técnicas de control y comunicación visual, para facilitar a todos los empleados, los miembros o quienes intervengan en la producción correspondiente, el conocimiento del estado del sistema o de las etapas de producción en las que intervienen, así como también cuales son los avances y las acciones de mejora o bien los objetivos y metas a cumplir en el tiempo en que se ha propuesto el consejo líder. Por lo que en términos generales la función de la gestión visual principalmente refleja una técnica de control y de comunicación de la información; de ahí, que estadísticas, graficas, situaciones críticas, y procesos estandarizados que deben de llevarse a cabo, deben de visualizarse por parte del grupo de trabajo correspondiente, para lograr con ello la eficiencia y unificación en el sistema.

#### ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)

Para Bureau Veritas. Es un método de resolución de problemas que se utiliza para identificar el origen de la causa de fallos o problemas. Su objetivo es salir del problema haciendo la pregunta “¿Por qué?” para identificar la fuente final del problema.

Con el estudio de la documentación de proyecto, operación y mantenimiento las personas encargadas analizaran el problema que permita estudiar las causa que han provocado dicho problema y así prevenir que este vuelva a ocurrir nuevamente.

Una vez obtenido las causas raíz que han originado el problema, tenemos que verificar:

- Que es realmente las que han sucedido
- Asegurar que son causas raíz, es decir, no provienen de otra causa anterior.
- Comprobar que, si se eliminan las causas detectadas, no se repetirá el problema.

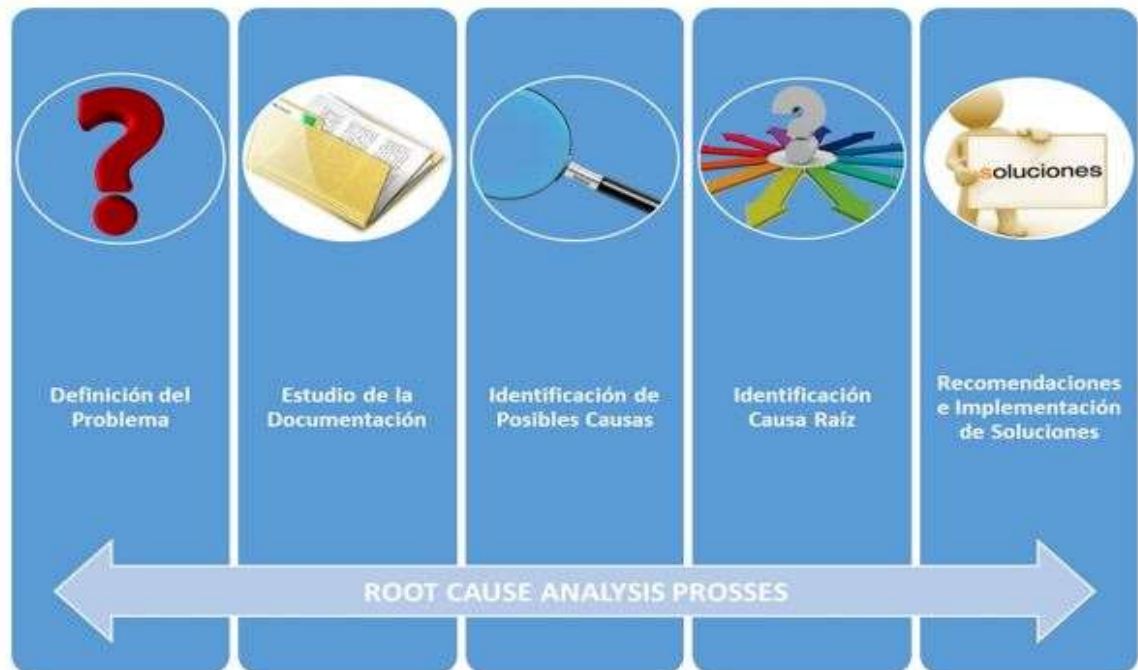


Ilustración 5. Análisis de causa raíz.

## PRINCIPALES VENTAJAS DE RCA

- Mejor conocimiento de nuestros activos.
- Corregir y evitar que los accidentes o fallos se repitan.
- Optimización del plan mantenimiento.
- Evitar paradas no programadas.
- Aumento de la producción.
- Reducción de riesgos.
- Mejores índices de seguridad y medio ambiente.

## 5 ¿POR QUÉ?

Diego Betancourt (2018). Es una herramienta metodológica de análisis de causa – efecto que actúa a través de preguntas. Con la técnica se consigue analizar un problema haciendo la pregunta ¿Por qué?, obtenida la respuesta, nuevamente debemos preguntarnos ¿Por qué? Y así sucesivamente.

La técnica suele denominarse los 5 ¿Por qué? Sin embargo, el 5 no es camisa de fuerza. La pregunta debe hacerse hasta considerar que se ha llegado a la causa raíz de la problemática analizada.

Ventajas de los 5 por qué

- Permite profundizar rápidamente en la naturaleza de un problema a través de las múltiples iteraciones.
- Su uso no puede ser más sencillo.
- Promueve el trabajo en equipo. De hecho, debe ser aplicada entre personas que tengan conocimiento del fenómeno estudiado.
- Se integra con otras herramientas como análisis de Ishikawa.
- La principal: actúa sobre la causa raíz de un problema, evitando que este pueda volver a ocurrir.

## DIAGRAMA DE ISHIKAWA

El Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto (conocido también como Diagrama de Espina de Pescado dada su estructura) consiste en una representación gráfica que permite visualizar las causas que explican un determinado problema, lo cual la convierte en una herramienta de la Gestión de la Calidad ampliamente utilizada dado que orienta la toma de decisiones al abordar las bases que determinan un desempeño deficiente.

La utilización del Diagrama de Ishikawa se complementa de buena forma con el Diagrama de Pareto el cual permite priorizar las medidas de acción relevantes en aquellas causas que representan un mayor porcentaje de problemas y que usualmente en términos nominales son reducidas.

La estructura del Diagrama de Ishikawa es intuitiva: identifica un problema o efecto y luego enumera un conjunto de causas que potencialmente explican dicho comportamiento. Adicionalmente cada causa se puede desagregar con grado mayor de detalle en sub-causas. Esto último resulta útil al momento de tomar acciones correctivas dado que se deberá actuar con precisión sobre el fenómeno que explica el comportamiento no deseado.

En este contexto, una representación del Diagrama de Causa Efecto o Diagrama de Espina de Pescado tiene la siguiente forma:

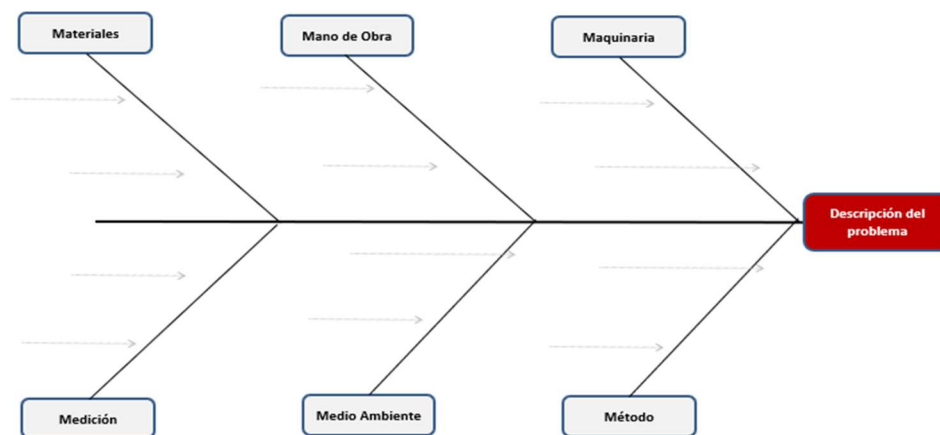


Ilustración 6. Diagrama de Ishikawa.

Todas las causas de problemas o defectos en los procesos, servicios o productos se pueden condensar en 6 grandes grupos:

- Materiales.
- Maquinaria.
- Método.
- Mediciones.
- Mano de obra.
- Medio ambiente.

### Ventajas

- Los diagramas de espina de pescado permiten un análisis en profundidad, evitando así dejar de lado las posibles causas de una necesidad.
- La técnica de espina de pescado es fácil de aplicar y crea una representación visual fácil de entender de causas, categorías de causas y necesidades.
- Utilizando un diagrama de espina de pescado, se podrá llamar la atención del grupo sobre la «situación en su conjunto» desde el punto de vista de las causas o factores que pueden tener un efecto en un problema/necesidad.
- Incluso después de abordar la necesidad, el diagrama de espina de pescado indica las debilidades que se pueden rectificar – una vez presentadas – antes de que éstas causen mayores dificultades.

## EXPLICACIÓN VARIABLES DE BASE DE DATOS

### **Eficiencia**

La eficiencia de la producción, también conocida como eficiencia productiva, identifica las condiciones en las que se pueden producir bienes al menor coste unitario posible. Para lograr la eficiencia productiva, hay que utilizar los recursos y minimizar el despilfarro, lo que a su vez se traduce en mayores ingresos.

En principio, la eficiencia de los procesos industriales se centra en el máximo rendimiento que se puede alcanzar utilizando los mismos activos de los que se dispone.

En lugar de medir solo los niveles de productividad, la eficiencia de la producción también tiene en cuenta la cantidad de recursos necesarios para la producción. Esto permite a las empresas lograr un buen equilibrio entre la minimización de los costes y la maximización de los recursos, manteniendo una buena calidad de los productos.

La eficiencia de un proceso de producción se mide dividiendo la tasa de producción real de un trabajador por la tasa de producción estándar y multiplicando el resultado por 100.

***Eficiencia de la producción = (tasa de producción real / tasa de producción estándar) x 100***

La tasa de producción estándar es la tasa normal del rendimiento de un trabajador o el volumen de trabajo que un empleado capacitado puede producir por unidad de tiempo utilizando un método prescrito con el esfuerzo y las habilidades habituales. A medida que aumenta la eficiencia de la producción, los costes de producción disminuyen.

La estrategia de operaciones, la tecnología, el diseño del trabajo y el proceso influyen en la tasa de producción, al igual que la habilidad y el esfuerzo del trabajador.

Para utilizar la fórmula de la eficiencia de la producción, es necesario conocer dos factores importantes:

- **La tasa de producción real:** La tasa de producción real de tu empresa son los costes reales divididos por la producción real. En esencia, la tasa de producción real describe la producción que se ha producido de forma efectiva.
- **Tasa de producción estándar:** La tasa de producción estándar de tu empresa es el trabajo producido por una unidad de tiempo designada.

La tasa de producción estándar describe la producción que podría producirse, en contraste con la tasa de producción real, que describe la producción que se ha producido realmente.

### **Paros de equipos**

Los paros no programados son todos esos eventos imprevistos que nos obligan a detener un equipo o una máquina para resolver algún problema. Son muy importantes porque impactan aspectos como calidad o el ciclo de producción, lo que afecta directamente la rentabilidad de las plantas como unidades de negocio.

Generalmente ocurren por fallas y daños en los equipos y máquinas, cuya causa-raíz suele ser un mal programa de mantenimiento o un mantenimiento mal ejecutado. También pueden suceder por problemas de calidad en algún proceso o producto, el cual obliga a detener los equipos para corregirlos. Los tiempos de inactividad varían dependiendo la complejidad del problema o de la falla, pero sin duda tienen un impacto económico.

Calcularlo exige determinar aspectos tangibles como la pérdida de ingresos, la disminución de la capacidad de producción, el tiempo de inactividad de los empleados y los costos adicionales asociados con la programación de equipos de reparación de emergencia. Pero las pérdidas también implican retrasos en las entregas al cliente, reducción de utilidades y beneficios, reparaciones y servicios de mantenimiento mal ejecutados, altos costos de reparación e, incluso, riesgos a la seguridad de los trabajadores por trabajos de emergencia.

### **Paros operativos**

Propia (2023). Los paros operativos son aquellos que están ligados directamente a la operación y que no son a causa del equipo.



Para estos tipos de paros se pueden asociar diferentes ítems como: error del operador u operario, asociando errores en cambio de formatos, errores durante operación, errores que ponen en riesgo la seguridad de las personas y la integridad del producto. También fallas de materias primas, fallas asociadas a calidad del producto.

### **Paros de servicios auxiliares**

Propia (2023). Para los paros auxiliares se pueden denominar los diferentes servicios que se tengan en una planta de producción tales como: Tratamiento de agua, generación de vapor, generación de aire comprimido, suministro de gas, generación de energía eléctrica si fuese el caso.

### **Paros ajenos**

Propia (2023). Para estos tipos de paros que no dependen netamente de la operación y/o de la compañía se deberían asociar los paros referentes a: Cortes de energía, gas y agua externos (si se dependen de estos), fenómenos naturales, eventos de seguridad y orden público.

## **¿QUE ES POWER BI?**

López Hernández, A. (2017). Power BI es un conjunto de herramientas, desarrollado por Microsoft, que es utilizado para obtener los datos de una empresa sin importar su fuente de datos y analizarlos para obtener informes y paneles de información de la empresa. Power BI permite conectarse a distintos orígenes de datos y una vez conectado, simplificarlos para generar informes y paneles de información hacia la empresa. Power BI tiene la característica de poder compartir esta información con el resto de la empresa gracias a su capacidad de adaptarse a distintas plataformas, como veremos más adelante, y puede ser escalado por toda la empresa. Power BI no es único para un ecosistema de Microsoft. Como ya veremos más adelante, asimila fuentes de datos de distintas entidades. Microsoft es reconocido como líder en el cuadrante mágico de Gartner para las plataformas de inteligencia empresarial y análisis.

Power BI Desktop es la aplicación para escritorio de Windows que nos permitirá conectarnos a las fuentes de información y tratar sus datos. Además, nos posibilitará crear los informes y paneles de información para los usuarios. Power BI Desktop nos permitirá realizar una publicación que subirá el informe a Power BI Cloud el cual se compartirá con el resto de los usuarios.

Para este proyecto se utilizará esta herramienta de escritorio para graficar las bases de datos obtenidas y seleccionadas, creando nuevos modelos de aplicación en la industria manufacturera.

## 7. MARCO CONCEPTUAL

### Lean Manufacturing

Luis Socconini (2019). Lean manufacturing (manufactura esbelta) es el nombre que recibe el sistema justo a tiempo (just in time) en occidente. También se denomina manufactura de clase mundial. Se puede definir como un proceso continuo sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero si costo y trabajo. El poder del lean manufacturing radica en descubrir las oportunidades de mejore que hay ocultas en cada proceso y empresa, pues siempre existirá la oportunidad de mejora.

### Empresa Esbelta

Delgado Hernández, F. (2011). Una empresa esbelta es aquella que considera los siguientes aspectos en su planeación y ejecución: exceder las expectativas del cliente, lograr la perfección en la calidad de productos y servicios, eliminar toda clase de desperdicios, reducir el tiempo de entrega, además de costos y gastos. Para que una compañía se convierta en esbelta debe lograr un severo cambio cultural que puede llevarle varios años. La empresa debe ser el mejor proveedor de sus clientes, debe contar con el mejor personal y, además, debe tener a los mejores proveedores como sus aliados. Estas consideraciones tienen un alcance dirigido a su cadena de valor. Para desempeñar este sistema se requiere disciplina y cumplimiento de ciertos estándares. En las empresas que adoptan este método los procesos se establecen estrictamente mediante esquemas, convirtiendo el conocimiento de los trabajadores en un elemento esencial en la determinación y la aplicación de estos modelos

### Productividad

Jorge Lopez Herrera (2012). Es la habilidad para producir cualquier objeto por medio de energía. Es la relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información) en la producción de diversos bienes y servicios.

Una productividad mayor significa la obtención de más con la misma cantidad de recursos, o el logro de una mayor producción en volumen y calidad con el mismo insumo, esto se suele representar con la formula:  $\text{Producto} / \text{Insumo} = \text{Productividad}$ .

La productividad también puede definirse como la relación entre los resultados y el tiempo que lleva conseguirlos. El tiempo es un buen denominador, puesto que es una medida universal y está fuera del control humano. Cuanto menor tiempo lleve conseguir el resultado esperado, más esperado es el sistema.

## Gestión visual

Fernández Heredia (2017). La gestión visual es una herramienta de Lean Manufacturing que ayuda con la estandarización de procesos y políticas, mediante distintos medios de comunicación atractivos a la vista y simples de entender. Es la mejor manera de homologar actividades y mantener enterados a todos los involucrados de los avances, así como las actualizaciones que existan. La clave está en saber comunicar la información en pocas palabras y hacer anuncios llamativos y fáciles de entender.

En la actualidad, recibimos mucha información de manera visual, no solo porque es más rápida de comunicar, sino que crea un impacto directo en las personas, esta es la particularidad de la Gestión visual, comunicar información fácil y clara. Cuando se agrega un complemento de gestión visual, con imágenes claras e indicaciones precisas se evitan reprocesos, desperdicios, además se acelera el proceso de aprendizaje y los tiempos de operación. Evita tener que revisar los manuales o preguntar a otros operarios que no estén del todo enterados.

## Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo de procesos es un tipo de diagrama de flujo que ilustra las relaciones entre los principales componentes de una planta industrial. Se usa ampliamente en los ámbitos de ingeniería química e ingeniería de procesos, aunque sus conceptos a veces también se aplican a otros procesos. Se usa para documentar, mejorar un proceso o modelar uno nuevo.

## RCA

Propia (2023) El análisis de causa raíz (RCA) permite determinar el origen de un problema, identificar soluciones e implementarlas. En lugar de abordar los síntomas superficiales de un problema, con un RCA puedes profundizar y encontrar las causas subyacentes. Al dedicar tiempo a analizar la verdadera razón por la que ocurre un problema, puedes resolverlo definitivamente en lugar de optar por una solución rápida.

## 5 por que

Es un método que se basa en la realización de preguntas que buscan explorar la causa-efecto de un suceso o problema en particular. El primer «porqué» va generando otro como consecuencia y así sucesivamente.

Esta es una de las metodologías de mejora de procesos más sencillas y tal vez más fáciles de aplicar, además a lo largo de su existencia sigue presentando buenos resultados de análisis. Lo mejor es que gracias a su simplicidad es posible adaptarla a cualquier tipo de situación y momento.

## Diagrama de Ishikawa

El diagrama de Ishikawa, o diagrama de pescado, es una herramienta que identifica problemas de calidad y les da solución al representar de forma gráfica los factores que involucran la ejecución de un proceso. También es conocido como diagrama de causa-efecto o de las 6 M.

## Power BI

Gartner, empresa consultora Microsoft (2022) Power BI es una plataforma unificada y escalable de inteligencia empresarial (BI) con funciones de autoservicio apta para grandes empresas. Conéctese a los datos, visualícelos e incorpore sin problemas objetos visuales en las aplicaciones que usa todos los días.

## Herramientas más utilizadas en metodologías lean manufacturing

Tabla 2. Herramientas de lean manufacturing más utilizadas.

HERRAMIENTA	DESCRIPCIÓN	FUENTE
Just in Time(JIT)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Entregar al cliente lo que desea, en la cantidad que desea y exactamente como lo desea.</li> <li>Reduce buena parte del desperdicio, a partir del flujo, calidad e intervención de los empleados.</li> <li>Reduce plazos de entrega, niveles de inventario, mejora la calidad.</li> </ol> <p>Proporciona operaciones fluidas y retroalimentación inmediata.</p>	(Cuatrecasas, 2006); (Hay, 1989); (Gaither, 2000); (Heizer y Render, 2007)
Células de manufactura	<ol style="list-style-type: none"> <li>Reconfiguración de operaciones para mantener un flujo continuo.</li> <li>Permite la clasificación por familias, ya que los productos tienen características similares.</li> <li>Mejora la comunicación y utilización de personas y equipos.</li> </ol> <p>Considera la formación, disposición y secuencia de las máquinas.</p>	(Villaseñor y Galindo, 2007); (Salazar, Vargas, Añasco y Orejuela, 2010); (Cardona, 2013); (Chang, Wu y Wu, 2013)
Jidoka	<ol style="list-style-type: none"> <li>Automatización teniendo en cuenta al ser humano.</li> </ol> <p>Relación entre las personas y maquinaria a cargo.</p>	(Hernández y Vizán, 2013); (Villaseñor y Galindo, 2007)
Poka Yoke	<ol style="list-style-type: none"> <li>A prueba de errores, respetando la inteligencia de los trabajadores.</li> </ol> <p>Prevenir la producción de defectos a través de la detección temprana de errores.</p>	(Villaseñor y Galindo, 2007); (Hernández y Vizán, 2013)
Kaizen o mejora continua	<ol style="list-style-type: none"> <li>Cultura de mejora continua sostenible.</li> <li>Involucra a toda la estructura organizacional y tiene costos relativamente bajos.</li> </ol> <p>Formación de líderes para proponer mejoras en el largo plazo.</p>	(Alukal y Manos, 2006); (Imai, 2012)
Value Stream Mapping (VSM)	<ol style="list-style-type: none"> <li>Mapa en el que se especifica la cadena de valor de la organización tanto en áreas productivas como gerenciales.</li> <li>Identifica el flujo de procesos y los desperdicios.</li> </ol>	(Rother y Shook, 2003); (Beau Drew, 2004); (Sullivan, McDonald y Van Aken, 2002) (TPS); (Nash y Poling, 2008)



	Da respuesta a problemáticas de comunicación, personal, material, equipos y procesos.	
5s	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conformado por: Seiri (Clasificación), Seiton (Orden), Seiso (Limpieza), Seiketsu (Estandarización); Shitsuke (Disciplina).</li> <li>2. Evita problemas derivados del desorden y la falta de instrucciones.</li> </ol> <p>Proporciona bienestar, disciplina y un ambiente armónico.</p>	(Villaseñor y Galindo, 2007); (Rajadell y Sánchez, 2010); (Pérez Rave, 2011); (Villaseñor y Galindo, 2011)
Single-Minute Exchange of Die (SMED)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Preparación de la producción y cambios útiles en un solo dígito.</li> </ol> <p>Elimina ajustes y estandarización mediante la instalación de nuevos mecanismos, plantillas y anclajes funcionales.</p>	(Villaseñor y Galindo, 2007); (Hernández y Vizán, 2013)
Total Productive Maintenance (TPM)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Busca la mejora continua, eficiencia del proceso e involucra a todo el personal y departamentos organizacionales.</li> <li>1. Previene pérdidas en todas las operaciones de la empresa.</li> </ul> <p>Maximiza la efectividad y alarga la vida del equipo.</p>	(Sánchez, 2007); (Cuatrecasas, 2010); (Hernández y Vizán, 2013)
Kanban	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etiqueta que comunica información sobre el flujo del producto, para nivelar la producción.</li> </ul>	(Monden, 1996)
Gestión visual	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tener a la mano toda la información del sistema para facilitar su comprensión.</li> <li>2. Empodera y genera sentido de pertenencia en los empleados.</li> <li>3. Demarca áreas, materiales, productos, equipos, programas de producción.</li> </ol> <p>Emplea indicadores.</p>	(Alukal y Manos, 2006); (Hernández y Vizán, 2013)
Six Sigma	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mejora la efectividad y eficiencia de los procesos al controlar las variaciones.</li> <li>2. Implementan iniciativas de mejora para garantizar precisión y cumplimiento de las expectativas del cliente.</li> </ol> <p>El número de defectos máximos permisibles es de 3,4 en un millón.</p>	(Eckes, 2006); (Zavalla, 2010); (Youssof, Rachid e Ion, 2014)housing, automobile, manufacturing industry and construction (factories, housing, highway, subway, tram, etc.; (Aguirre, 2010)Medir, Analizar, Mejora y Controla

Fuente. Grisales, N. M., Gaitán, H. H. G., & León, G. E. (2016).

## 8. MARCO LEGAL

A continuación, se relacionan algunas normativas que se deben tener en cuenta en las empresas del sector de embotellado de bebidas en Colombia, para el desarrollo de la propuesta.

*Tabla 3. Normativas para empresas del sector de bebidas en Colombia.*

<b>Nombre</b>	<b>Tema</b>	<b>Sistema de gestión</b>
ISO 9001	Sistemas de gestión de la calidad	Calidad
Decreto 1072 de 2015	Regula el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo	SST
ISO 45001 –2018	Sistemas de gestión de de seguridad y salud en el trabajo	SST
Decreto 1530 de 1996	Accidente de trabajo y enfermedad profesional	SST
ISO 14001:2015	Sistemas de gestión ambiental	Medio ambiente
FSSC 22000	Sistema de gestión de la inocuidad alimentaria	Seguridad alimentaria
Artículo 25	Derecho al trabajo en condiciones dignas y justas	Derechos humanos
INVIMA	Instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos	Inocuidad y seguridad alimentaria

Fuente: Elaboración propia.



## **9. DISEÑO METODOLOGICO**

### TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Hernández, Fernández, Baptista (2014) Se definen los enfoques cualitativo y cuantitativo de la investigación, sus similitudes y diferencias. Asimismo, se identifican las características esenciales de cada enfoque y se destaca que ambos han sido herramientas igualmente valiosas para el desarrollo de las ciencias. Además, se presentan en términos generales los procesos cuantitativo y cualitativo de la investigación. A continuación, se puede observar:

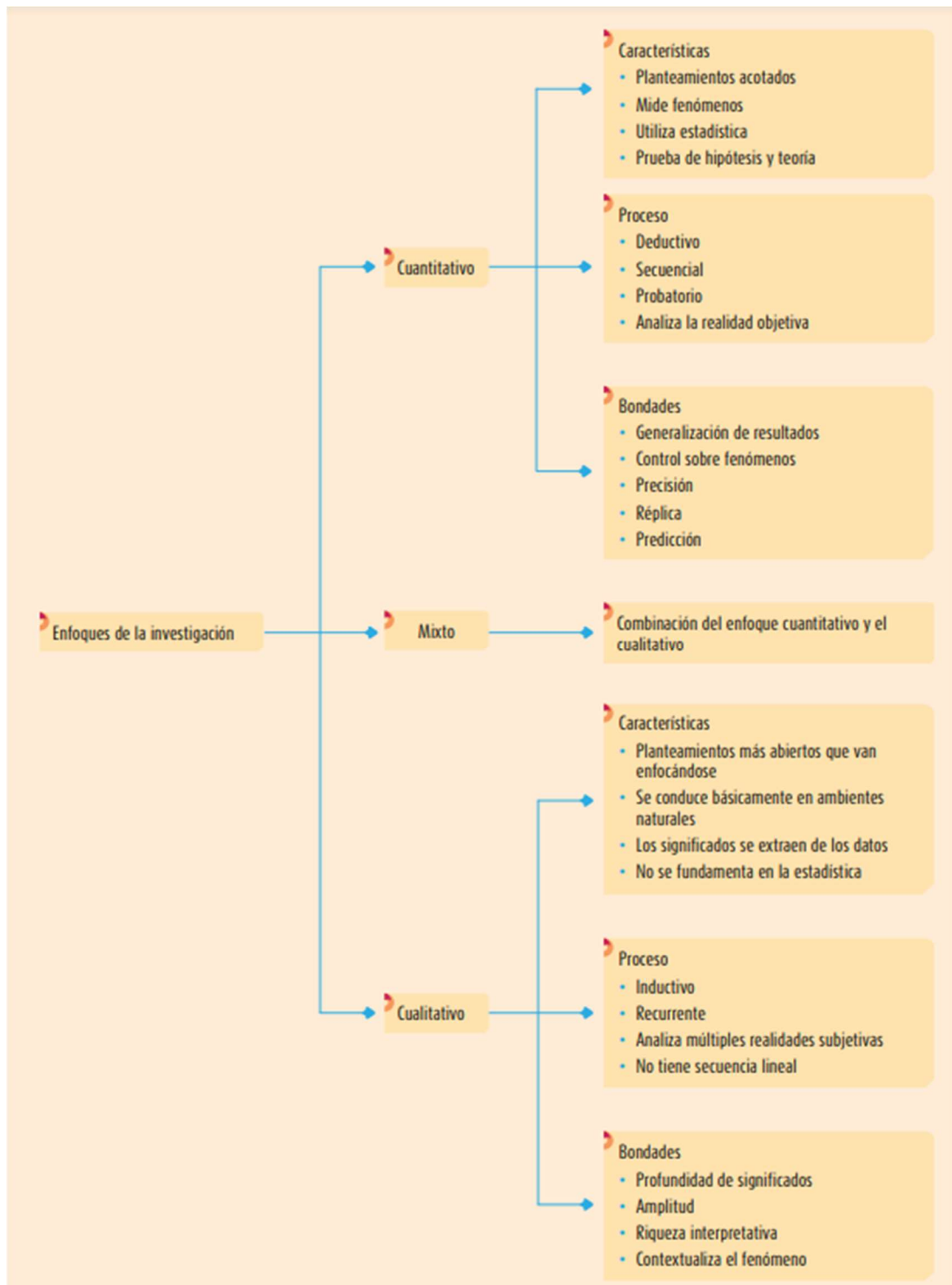


Ilustración 7. Definiciones de los enfoques cuantitativos y cualitativos, sus similitudes y diferencias.

El diseño utilizado en el presente trabajo es tipo mixto ya que se usa cuantitativamente con la base de datos realizada junto con los indicadores que se plasman a la hora de realizar la caracterización y las gráficas, y cualitativamente con el manejo de las metodologías lean manufacturing, conceptos teóricos y mejoras en los procesos.

El diseño asumido para la presente investigación es no experimental ya que no se realiza manipulación de variables, si no la observación de fenómenos en sus ambientes cotidianos (Sampieri, 2001) para analizarlos posteriormente.

Tabla 4. Metodología objetivo específico 1

<b>OBJETIVO:</b>	
Identificar las variables más relevantes del proceso con oportunidad de mejora para su inclusión y análisis en la gestión visual por medio de Power BI.	
<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>Caracterización de procesos</b>	Analizar el proceso para detectar posibles desviaciones.
	Recopilación de datos y variables del proceso.
<b>Análisis de información</b>	Seleccionar los datos relevantes que influyen el flujo normal del proceso.
	Determinar las variables relevantes para graficar.
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	
<b>Adquirir la información necesaria para realizar un análisis del rendimiento de líneas de producción.</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Metodología objetivo específico 2

<b>OBJETIVO:</b>	
Aplicar la herramienta metodológica RCA explicandola de tal manera que permita detectar soluciones adecuadas para prevenir y corregir las fallas.	
<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>Implementar metodología</b>	Identificar con las gráficas realizadas las variables relevantes para realizar análisis.
	Aplicar la metodología RCA ( 5 por ques, diagrama de Ishikawa).
<b>Determinar causa raíz</b>	Documentar causa raíz y presentar solución.
	Asociar resultado de RCA con gestión visual en Power BI.
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	
<b>Reconocer la herramienta y estandarizar su uso.</b>	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Metodología objetivo específico 3

<b>OBJETIVO:</b> Proponer una metodología visual para la conformación de una base de datos que permita la identificación del estado actual de la producción y su calidad para una embotelladora.	
<b>FASE</b>	<b>ACTIVIDADES</b>
<b>Proponer un modelo de gestión visual</b>	Aplicar la herramienta de lean manufacturing, gestión visual en POWER BI
	Transformar los datos recolectados para su implementación grafica.
<b>Obtención de resultados</b>	Presentar gráficamente los resultados del proceso.
	Documentar conclusiones y hallazgos encontrados.
<b>RESULTADOS ESPERADOS</b>	
<b>Generar plantilla de implementación y análisis en POWER BI</b>	

Fuente: Elaboración propia.



## Diagrama de flujo

A continuación, se muestra como ejemplo el diagrama de flujo de una línea de embotellado que puede ser similar en diferentes empresas y procesos, pero que pretende principalmente dar a conocer su gran utilidad para reconocer un proceso.

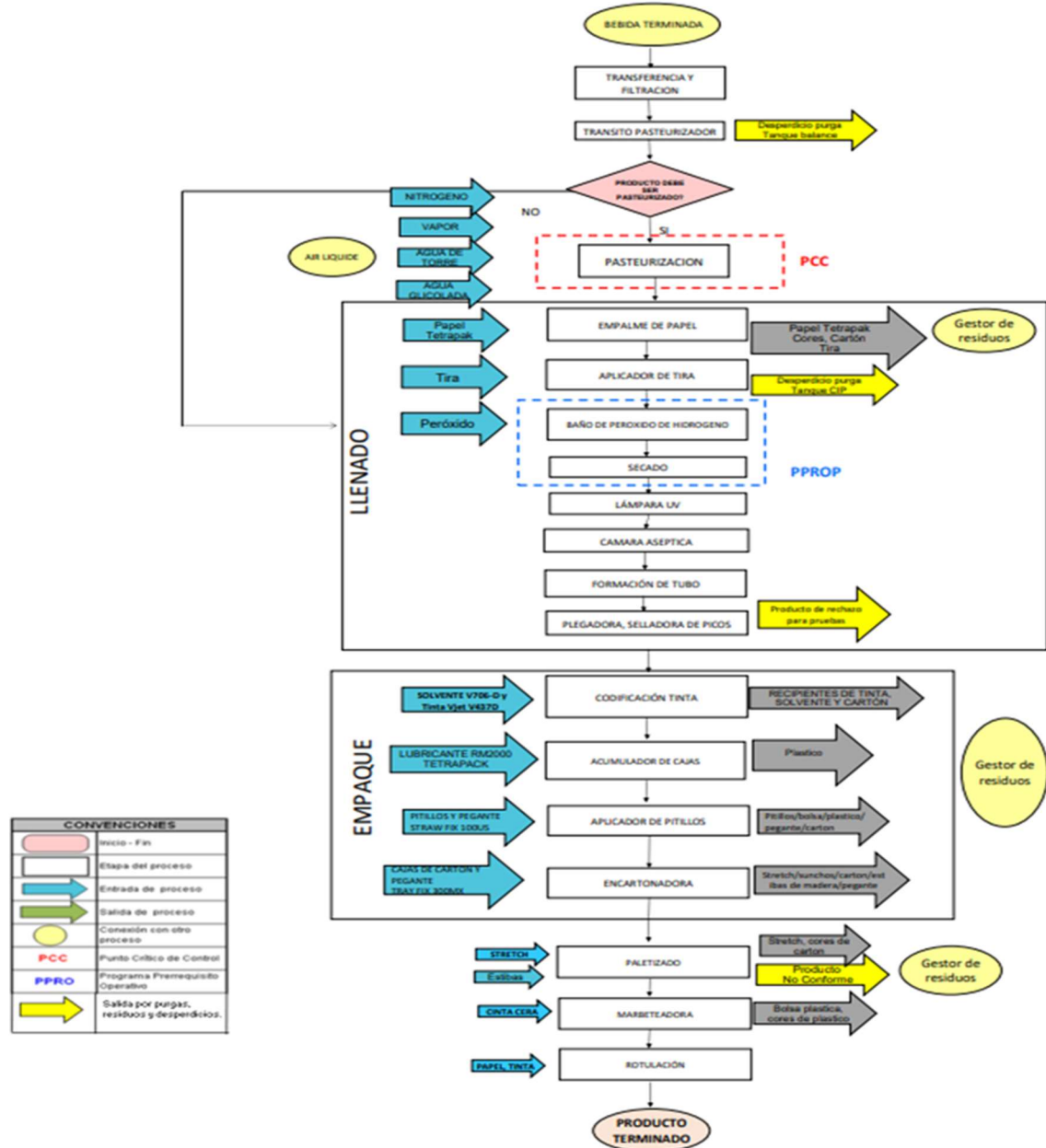


Ilustración 9. Ejemplo de diagrama de flujo de procesos.

## Base de datos

Línea	Tipo de P	Clave de Paro	Clave 1 de Paro	Subclave de Paro	Observaciones	Descripción Material	Fecha Conta	Minu	Ptos.	Ptos.
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema Eléctrico	Sensor desajustado	Falla en cuchilla de aire	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	1,7	0,0027	2,8442
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema de Camara	Rodillos escurridores fal	--- Bajo nivel de peróxido	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	1,57	0,0025	13,027
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	0,03	0	13,027
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema Eléctrico	Sensor desajustado	--- Sensor en falla cuch	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	2,52	0,004	13,031
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	0,02	0	13,031
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	0,02	0	13,0434
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	0,63	0,001	13,08
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA 188ml	jueves, 8 de dici	0,07	0,0001	13,1352
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	0,05	0,0001	3,7959
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema Eléctrico	Panel control falla	CIRCUITO DE ENCERRA	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	3,63	0,0057	3,8016
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	0,08	0,0001	3,8239
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	0,1	0,0002	3,8396
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema de UFF		Transporte salida llena	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	16,78	0,0266	3,8662
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	0,07	0,0001	3,8731
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	0,03	0	3,8905
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema de UFF	Canal descarga desajust	caja con base mal form	DEL VALLE MORA AH 20l	viernes, 9 de dic	2,63	0,0042	3,8948
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema Eléctrico	Sensor dañado	--- fallo sensor cuchilla	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	11,4	0,0181	4,0011
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema de Camara	Rodillos motorizado falla	--- Sobrellenado	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	1,4	0,0022	4,0708
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	0,07	0,0001	4,0709
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	0,03	0	4,2632
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema Eléctrico	Sensor dañado	--- Cambio sensor cuch	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	8,12	0,0129	4,2761
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema de Tira ASS	Empalme tira falla	--- Tira reventada	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	8,2	0,013	4,2891
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema de Tira ASS	Empalme tira falla	--- Fallo de empalme ti	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	5,03	0,008	4,297
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	0,03	0	4,3204
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	1,87	0,003	4,3525
LINEA009	P.EQ.LINEA	Llenadora tetra pak	Sistema MES	Micro paro registrado p	---	JDF MANGO OH 200ml 2	viernes, 9 de dic	0,5	0,0008	4,3913

Ilustración 10. Base de datos de línea de producción.

## 11. DESARROLLO DE OBJETIVOS

**OBJETIVO 1:** Identificar las variables más relevantes del proceso con oportunidad de mejora para su inclusión y análisis en la gestión visual por medio de Power BI.

De acuerdo con el diagrama de flujo (*Ilustración 9. Ejemplo de diagrama de flujo de procesos*) se demuestra cómo está compuesta y distribuida la línea de producción, con el fin de detectar posibles desviaciones de manera más asertiva.

**Preparación de bebida terminada:** En esta parte del proceso el área auxiliar de fabricación hace la preparación de la bebida terminada garantizando sus características organolépticas, fisicoquímicas de acuerdo las normas y matrices de preparación descritas por la empresa.

**Pasteurización:** Es un proceso térmico en el cual se aumenta la temperatura de la bebida por cierto periodo determinado de tiempo y posteriormente se disminuye su temperatura rápidamente con el fin de eliminar microorganismos patógenos como bacterias, mohos, levaduras, etc. Así se garantiza un producto inocuo, listo para envasar y ser consumido sin causar daños a la salud.

**Llenado:** En esta parte del proceso se recibe bebida pasteurizada lista para ser envasada en el tipo de envase que se requiera, botella, lata, Tetra Pak, se garantiza su inocuidad y calidad manteniendo el menor tiempo posible de contacto con el ambiente.

**Empacado:** Es el subproceso en el cual se agrupan las unidades por cajas o paquetes de acuerdo a la necesidad del mercado para facilitar su distribución, adicional es un empaque en el cual el producto se mantiene protegido durante su transporte mientras llega al consumidor final.

**Paletizado:** Los paquetes o cajas del subproceso anterior son apilados en grupos más grandes en pallets que facilitan su movimiento en transportes o por equipos de montacargas para su agrupamiento y posterior distribución.

**Marbeteado y/o rotulado:** En el proceso de paletizado y antes de ser agrupados en bodega, el producto es rotulado con diferentes datos como; lote, fecha de fabricación, fecha de vencimiento, cantidad, para hacer trazabilidad de manera sencilla de ser necesario.

**Producto terminado:** Se denomina al producto que ha pasado por todos los subprocesos cumpliendo con los estándares de calidad y está listo para llevarse a un centro de distribución y posteriormente llegar al cliente consumidor.

Para el desarrollo de este objetivo se debe conocer a profundidad el funcionamiento del proceso de envasado de bebidas para poder desarrollar la metodología de mejora que se plantea, se debe crear una base de datos e historial en línea de las variables del proceso. Estas variables se pueden obtener directamente de los PLC's de los equipos o algún sistema conectado a estos.

Se plantea la medición de:

- Eficiencia de líneas y/o por equipos.
- Tiempos improductivos o tiempos de paradas.
- Disponibilidad.
- Costos operacionales, tiempo y rechazos.

Al implementar el sistema de análisis de eficiencia total se puede medir:

- Estadísticas de producción.
- Niveles de desperdicio.
- Tiempos de ciclo de máquina.
- Motivos de paradas.
- Duración de paradas.
- Tiempos improductivos.
- Problemas o eventos de calidad.

En base en el análisis realizado se identifican los datos relevantes que provocan un desvío de eficiencia en la línea de producción de acuerdo a esto se comunica visualmente mediante gráficos con la intención de llamar la atención en gran medida para que se le dé la debida importancia que son siguientes:

**Clave de paro principal:** Se encuentra el paro de equipos en este caso es la llenadora con un porcentaje del 37.82 % de todas las paradas durante 1 mes, de esta se puede concluir que es una gran relevancia en la afectación de la eficiencia de la línea 009

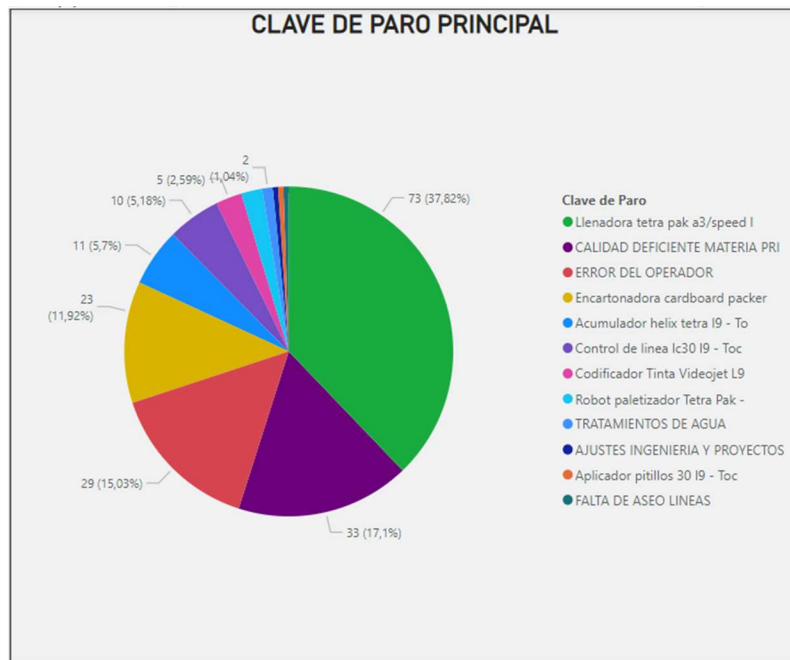


Ilustración 11. Grafica generada en Power Bi.

**Clave 1 de paro:** Esta hace referencia al siguiente subsistema que se desprende de la clave de paro principal, que pertenece al 34.2 % de la parada principal o sea 37.82%, la descripción de la para se asemeja a los paros no identificados o transversales del equipo es decir:

Paro de equipo – Equipo LLenadora.

Paro operativo – Error del operador.

Paro Auxiliar – Planta de aguas.

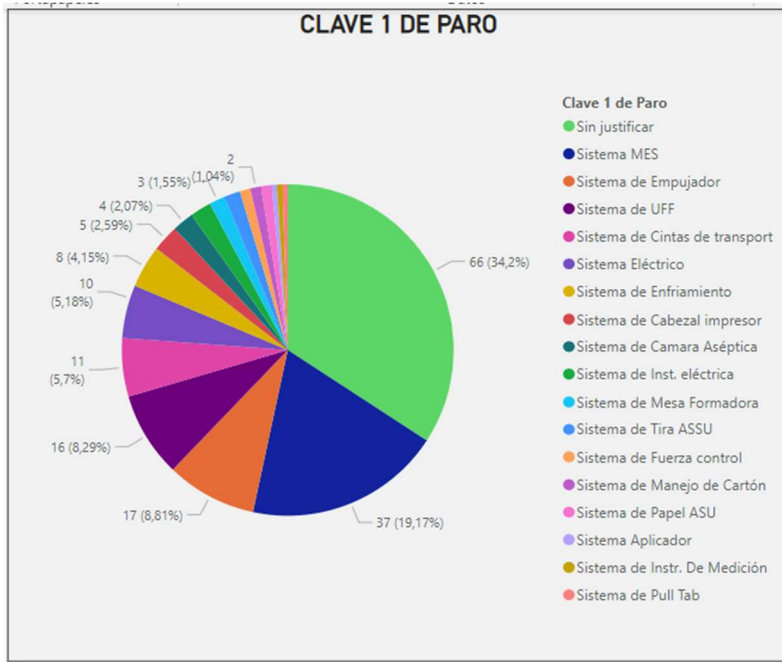


Ilustración 12. Grafica generada en Power Bi.

**Subclave de paro:** En esta clave de paro se reportan los paros mas especificos ya que se justifican los tiempos perdidos, en la grafica se aprecia un 19.17% se identifica como un micro paro registrado del clave de paro 1.

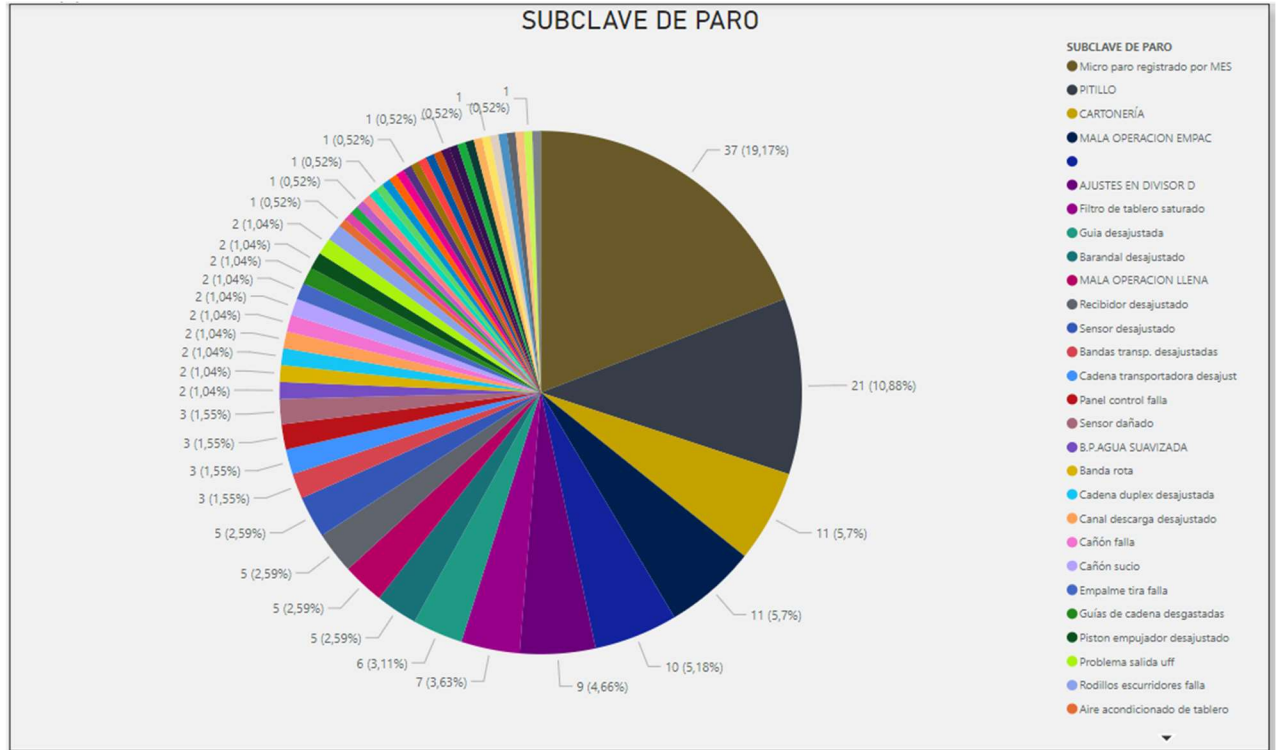


Ilustración 13. Grafica generada en Power Bi.

**Grafica de parada:** en esta representación se puede apreciar los minutos de parada reflejados en un gráfico de barras descendente teniendo como tendencia alta 390 minutos debido a error de operación y la mínima de 5 minutos por ajustes de ingeniería y proyectos en la trayectoria de un mes.

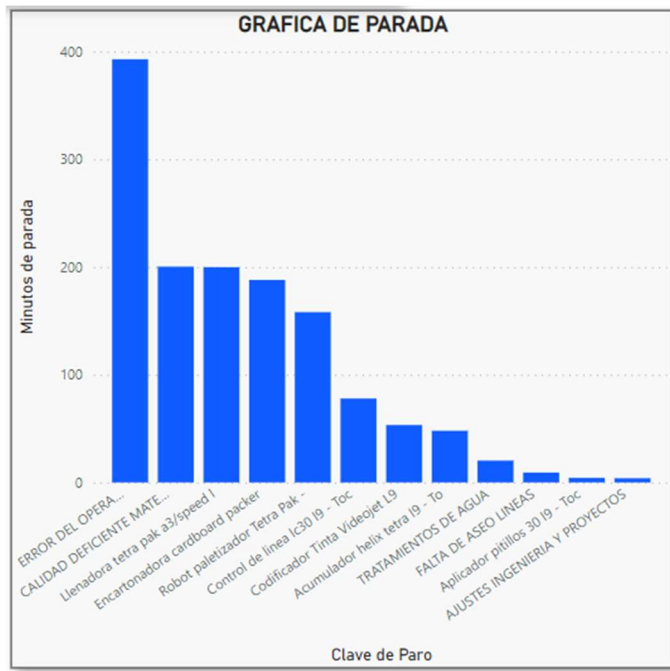


Ilustración 14. Grafica generada en Power Bi.

La información compartida y con la cual se desarrolla este proyecto es de base de datos de empresa del sector de embotellado de bebidas la cual tiene conocimiento del uso de la información y en ningún momento se nombra su razón social.

**OBJETIVO 2:** Aplicar la herramienta metodológica RCA explicandola de tal manera que permita detectar soluciones adecuadas para prevenir y corregir las fallas.

**ANALISIS DE CAUSA RAIZ (RCA)**

**DIAGRAMA ISHIKAWA**

Técnica de análisis de causa y efectos para la solución de problemas

- Relaciona un efecto con las posibles causas que lo provocan.
- Simplifica el análisis y mejora la solución de cada problema.
- Ayuda a visualizar mejor los problemas y a hacerlos más entendibles.
- Agrupa las causas del problema, o situación que se debe analizar.
- Detalla las causas primas que contribuyen a este problema o situación.

**Metodología**

La flecha central contiene el “Problema” o “defecto” que se está presentando en el producto, servicio o proceso.

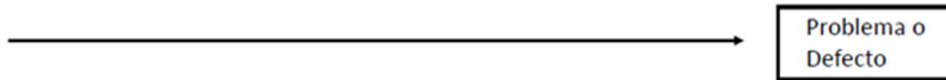


Ilustración 15. Explicación Diagrama de Ishikawa.

Todas las causas de problemas o defectos en los procesos, servicios o productos se pueden condensar en 6 grandes grupos:

- Materiales.
- Maquinaria.
- Método.
- Mediciones.
- Mano de obra.
- Medio ambiente.

En este contexto, una representación del Diagrama de Causa Efecto o Diagrama de Espina de Pescado tiene la siguiente forma:

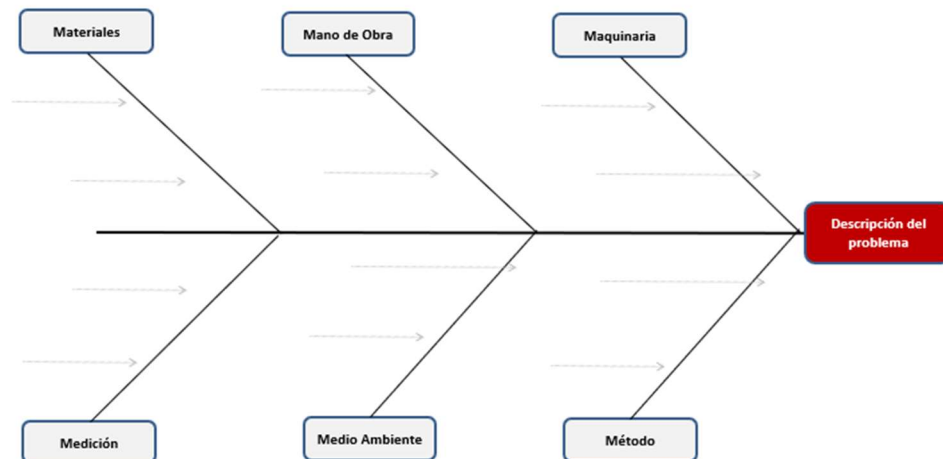


Ilustración 16. Explicación Diagrama de Ishikawa.

Extraer todos los factores que incidan significativa sobre las causas mayores. Estos se marcan como una espina que sale de la causa mayor.

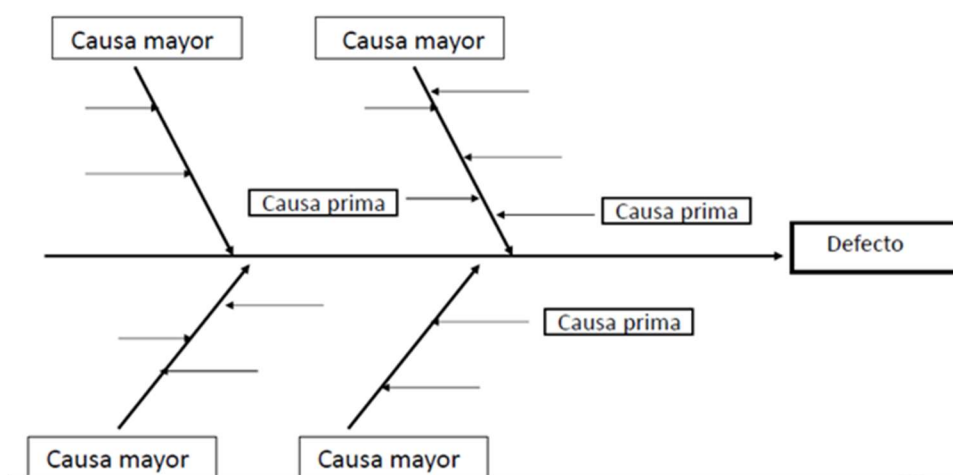


Ilustración 17. Explicación Diagrama de Ishikawa.

#### Pasos de elaboración

- Elegir el aspecto de calidad que se quiere mejorar, lo cual se puede hacer con la ayuda de un Diagrama de Pareto, un histograma o alguna acción preventiva/correctiva que deba realizarse.
- Escribir de manera clara y concreta el aspecto de calidad a la derecha del diagrama. Trazar una flecha ancha de izquierda a derecha.
- Buscar todas las causas probables, lo más concretas posibles, que pueden afectar a la característica de calidad. Generalmente esto se hace a través de una lluvia de ideas.
- Representar en el Diagrama C&E (Diagrama de Ishikawa ó de Causa Efecto (C&E)) las ideas obtenidas y, analizando el diagrama, preguntarse si faltan algunas otras causas aún no consideradas.; si existen entonces agregarlas.
- Decidir cuáles son las causas más importantes, a través de un consenso o votación, o bien si se tienen disponibles empleando datos.
- Decidir sobre cuáles causas se va a actuar. Para ello se toma en consideración el punto anterior y lo factible que resulta corregir cada una de las causas.
- Preparar un plan de acción para cada una de las causas a ser investigadas o corregidas.

#### Formato de implementación

<b>Anexo 1: "DIAGRAMA DE ISHIKAWA - ANÁLISIS CAUSA - EFECTO"</b>		
<b>OPORTUNIDAD</b>	<b>FECHA</b>	<b>MIEMBROS DE EQUIPO</b>

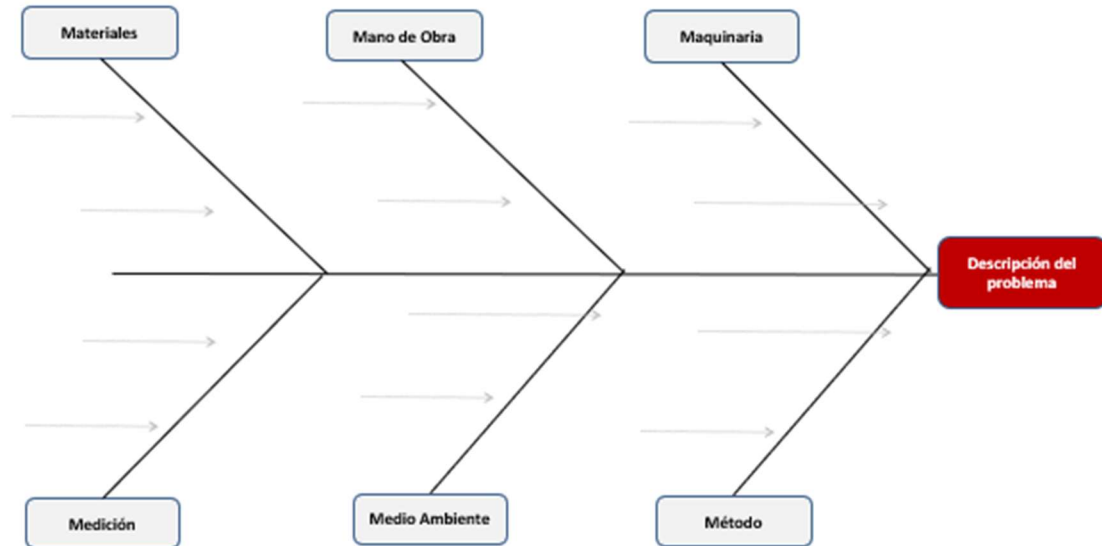


Ilustración 18. Anexo formato Diagrama de Ishikawa.

### 5W o 5 ¿POR QUÉS?

Los Cinco Por Qués es una técnica sistemática de preguntas utilizada durante la fase de análisis de problemas para buscar posibles causas principales de un problema. La técnica requiere que el equipo pregunte "Por Qué" al menos cinco veces, o trabaje a través de cinco niveles de detalle. Una vez que sea difícil para el equipo responder al "Por Qué", la causa más probable habrá sido identificada.

## ¿POR QUÉ?

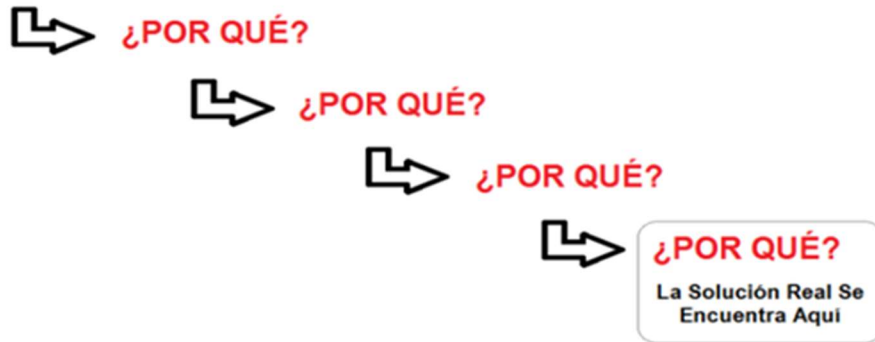


Ilustración 19. 5 ¿Por ques?.

### ¿Cómo se utiliza?

Al intentar identificarlas causas principalmente más probables de un problema.

Esta técnica se utiliza mejor en equipos pequeños (4 a 8 personas). El facilitador deberá conocer la dinámica del equipo y las relaciones entre los miembros del equipo.

Ejemplo grafico 1:

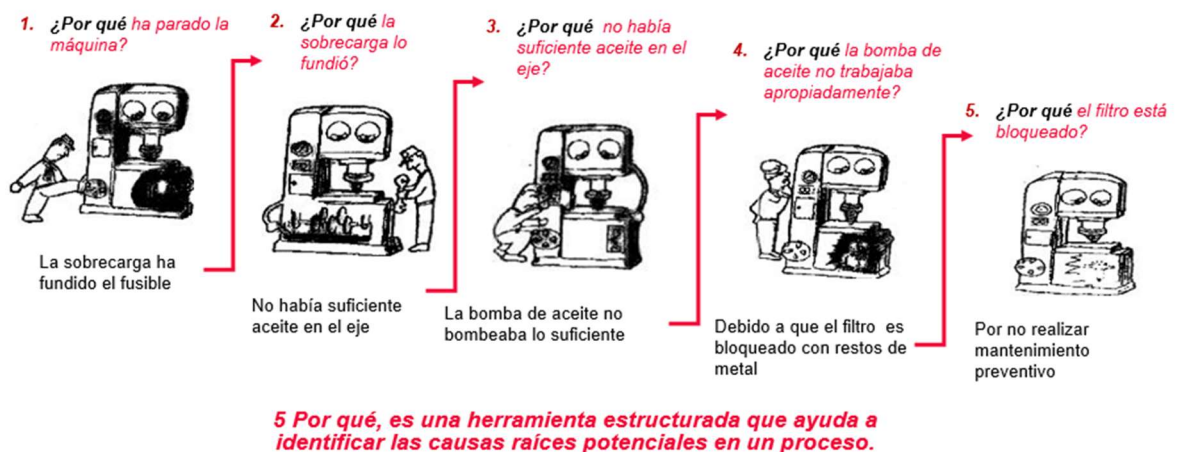


Ilustración 20. Ejemplo grafico 1 de 5 ¿Por ques?.

Ejemplo grafico 2:



Ilustración 21. Ejemplo grafico 2 de 5 ¿Por qué?.

Pasos de elaboración:

- Describir el problema / Situación de riesgo.
  - Identificar la Causa raíz. Preguntar en lo posible 5 veces ¿por qué?
- Recomendaciones especiales:
- Responder a cada ¿Por qué?, con Causas que estén bajo responsabilidad de la misma operación que tiene el problema.
  - Registrar causas validadas, evitando suposiciones.
  - Cuando sea difícil responder a uno de los ¿por qué? es probable que la causa raíz haya sido identificada.
  - Seleccionar solución y definir plan de acción.
  - Documentar el PAC.
  - Evaluar los resultados. Revisar y evaluar los resultados, la efectividad de las acciones tomadas debe ser consistente durante el tiempo establecido en el plan (tiempo recomendado 3 meses).

Tips útiles:

- Tratar el problema tan pronto como sucede. Observar El proceso de trabajo para validar posibles causas.
- Llevar a cabo un equipo funcional en lugar de resolver problemas individualmente.
- Preguntar "por qué" tantas veces como sea necesario; "5" es una pauta general con el fin de obtener los síntomas anteriores a causa de la raíz.
- Empezar por centrarse en el punto donde falló el proceso.
- Ten en cuenta que puede haber múltiples causas de un problema.
- Recuerda, el objetivo es fijar un problema, no sólo identificar la causa raíz.

### Formato de implementación

FORMATO METODOLOGIA 5 POR QUÉ			
CALIFICACIÓN DE FALLOS			
IMPACTO	RECURRENCIA	DIFICULTAD de	NIVEL TOTAL DE
FECHA ELABORACIÓN: _____			
<b>PLANEAR</b>			
<b>DEFINICIÓN DE LA NO CONFORMIDAD / SITUACIÓN DE RIESGO U OPORTUNIDAD</b>			
¿Cuál es el problema/opportunidad (evidencias, características, descripción)? :			
¿Cuándo se presenta el problema o se evidencia la oportunidad?			
¿Qué tanto afecta o podría afectar?, ¿Cual es la magnitud del problema / oportunidad?:			
¿Dónde ocurre el problema o se evidencia la oportunidad?, ¿ Qué procesos pueden estar involucrados?:			
Qué representantes de estos procesos se considera importante que participen en el análisis del caso?:		Personas que participan en el análisis:	
* Realizar el análisis causal de 5 Por qué teniendo en cuenta Personas, Equipos y/o Métodos según se requiera * Responder a cada por qué, con Causas que estén bajo responsabilidad de la misma operación que tiene el problema * Registrar causas validadas, evitando suposiciones * Utilizar 1 columna de respuestas o más en caso de requerirlo.			
¿Por qué _____			
Respuesta:	Respuesta:	Respuesta:	
Por qué?:	Por qué?:	Por qué?:	

Ilustración 22. Anexo formato de implementación análisis de 5 ¿por qué?

### DOCUMENTACION Y PRESENTACIÓN DE SOLUCION MEDIANTE ACR

Inicialmente se presenta un informe de reporte del incidente.

**1. REPORTE DE LA FALLA, AVERÍA O INCIDENTE**

---

<b>Que sucedió (descripción corta del evento)</b>	DAÑO EN LA LAMPARA UV DE LA LLENADORA LINEA 9.
<b>Como sucedió el evento</b>	DURANTE LA PRODUCCIÓN DEL DIA 14 DE FEBRERO SE PRESENTA PARADA A LAS 12:27 POR FALLA EN LA LAMPARA UV, SE PROCEDE A INSPECCIONAR EL SISTEMA Y SE ENCUENTRA FUGA DE AGUA POR LA BASE DE LA LAMPARA UV QUE NO ES NORMAL, SE PROCEDE A DESMONTAR Y SE ENCUENTRA QUE LOS TUBOS CUARZO SE ENCUENTRAN FISURADOS.
<b>Cuando sucedió</b>	14-mar-22
<b>Duraci</b>	200MIN
<b>Donde sucedió: Planta</b>	TOCANCIPÁ
<b>Proceso</b>	ENVASADO ASEPTICO TETRAPAK
<b>Linea</b>	LINEA 009
<b>Equipo</b>	LLENADORA A3 SPEED
<b>Lugar</b>	LAMPARA UV
<b>Afectación a personas</b>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si
<b>Afectación económica</b>	<input type="checkbox"/> Si <input type="checkbox"/> No
<b>Afectación al medio ambiente</b>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si
<b>Afectación a la reputación</b>	<input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Si

Ilustración 23. Reporte de falla de incidente

En segunda instancia se presenta el documento de antecedentes de falla, con anexos fotográficos.

Antecedentes del equipo, sistema o proceso:

SIN ANTECEDENTES

Registro Fotográfico



Ilustración 24. Antecedentes de falla, evidencia fotografica

Después se debe presentar un reporte preliminar donde se hace una descripción breve del evento y se determina el tipo de investigación a realizar, 5 ¿Por qué? O Diagrama de Ishikawa.

Nombre del Evento:		<b>DAÑO EN LA LAMPARA UV DE LA LLENADORA LINEA 9</b>			
Responsable del Reporte:		<b>LUIS DIAZ</b>			
Planta	<b>TOCANCIPA</b>	Sistema	<b>LAMPARA UV</b>		
Equipo	<b>LLENADORA L9</b>	Componente	<b>LAMPARA UV</b>		
Fecha de Evento	<b>14/03/2023</b>	Hora de Evento	<b>12:27:00 a.m</b>	Horómetro Equipo	<b>12.046</b>
Fecha Restablecimiento	<b>16/03/2023</b>	Hora Restablecimiento	<b>5:30</b>		

**2. CLASIFICACIÓN SEVERIDAD DE EVENTOS (WHITE BOOK MANTENIMIENTO E INGENIERIA)**

CRITICIDAD BAJA - ELABORAR REPORTE EN SAP-PM (AVISO DE AVERIA Y ORDEN DE MANTENIMIENTO)  
 CRITICIDAD MEDIA - ELABORAR REPORTE PRELIMINAR DE FALLA  
 CRITICIDAD ALTA-ELABORAR ANALISIS DE CAUSA RAZ 5 POR QUE?

**3. MODO DE FALLA ( Característica física o química como se presenta la falla en el componente )**

ROTURA TUBOS Y ELECTRODOS DE LAMPARA UV.

**4. BREVE DESCRIPCIÓN DEL EVENTO (Listar la secuencia cronológica desde el inicio identificado de la falla hasta la normalización o acciones en curso actual)**

Sobre el medio día se presenta alarma en el sistema de agua destilada de la lampara UV, los tecnólogos Oscar Pinilla y Miguel Soriano reportan revision del sistema y desconexión de mangueras para revisión de flujo. 12:27:00 p. m. Parada por lamparaa UV fallo del sistema. 12:30 se observa drenaje de agua por los costados de la lampara UV, lo que lleva a suponer que se quebró el cuarzo. 12:50 Se desmonta lampara UV, se observa tubo exterior roto. 14:17 Se desarma lampara UV, se observan electrodos exterior e interior quemados, pareciera ser que hubo contacto entre ellos. Se observa soporte de tubo interior quemado.16:00 SE CUENTA CON LAS REFACCIONES PARA CAMBIAR EN PLANTA PERO SE DECIDE SOLICITAR SERVICIO A TETRA PAK PARA QUE SE PUEDA DETERMINAR LA CAUSA RAZ. 18:00 SE CAMBIA RECETA A 16 K Y MANTENIMIENTO REALIZA MODIFICACIONES EN EL PROGRAMA PARA PODER PRODUCIR SIN LAMPARA UV. 05:20 día 15 febrero. Se reinicia producción a 16 K.

Ilustración 25. Reporte preliminar

En última instancia se realiza el documento de investigación 5 ¿por qué? El cual identifica las causas del evento y las acciones correctivas a tomar por parte de los encargados del proceso estableciendo fechas de inicio, cierre y seguimiento.



Tabla 7. Formato de solución 5 ¿Por qué?

FECHA  
ELABORACIÓN  
N: 15/03/2023

<b>PLA NEA R</b>		
<b>DEFINICIÓN DE LA NO CONFORMIDAD / SITUACIÓN DE RIESGO U OPORTUNIDAD</b>		
<i>¿Cuál es el problema/oportunidad (evidencias, características, descripción)? :</i>	DAÑO EN LA LAMPARA UV DE LINEA 009.	
<i>¿Cuándo se presenta el problema o se evidencia la oportunidad?</i>	PRODUCCION 10-02-2023	
<i>¿Qué tanto afecta o podría afectar?, ¿Cual es la magnitud del problema / oportunidad?:</i>	AFECTO LA PRODUCCION EN TURNO, LA DE LOS DOS DIAS SIGUIENTES	
<i>¿Dónde ocurre el problema o se evidencia la oportunidad?, ¿ Qué procesos pueden estar involucrados?:</i>		
<i>Qué representantes de estos procesos se considera importante que participen en el análisis del caso?:</i>	<i>Personas que participan en el análisis:</i> <b>LUIS DIAZ, DANIEL GUACANEME.</b>	
<p>* Realizar el análisis causal de 5 Por qué teniendo en cuenta Personas, Equipos y/o Métodos según se requiera</p> <p>* Responder a cada por qué, con Causas que estén bajo responsabilidad de la misma operación que tiene el problema</p> <p>* Registrar causas validadas, evitando suposiciones</p> <p>* Utilizar 1 columna de respuestas o más en caso de requerirlo.</p>		
<i>¿Por qué se presenta rotura de cuarzo y electrodos lampara UV?:</i>		
Resp uesta:  <b>FALTA DE FLUJO DE AGUA EN LAMPARA UV.</b>	Resp uesta:  <b>SOBRE PRESION DE AGUA EN LAPAMARA UV</b>	Resp uesta:  <b>BAJO NIVEL EN EL DEPOSITO DE AGUA DESTILADA</b>
<i>¿Por qué?:</i>	<i>¿Por qué?:</i> <b>EL SENSOR DE FLUJO ESTA AL RETORNO</b>	<i>¿Por qué?:</i>



	¿FALTA DE FLUJO DE AGUA EN LAMPARA UV?		DEL SISTEMA DE AGUA		¿BAJO NIVEL EN EL DEPOSITO DE AGUA DESTILADA?
Resp uesta:	FALLA DEL GENERADOR DE AGUA DESTILADA	Resp uesta:	<b>ES NECESARIO INSTALAR UN SENSOR DE FLUJO ANTES DE LA LAMPARA UV PARA EVITAR SOBREPRESION Y ROTURA DE LOS CUARZOS</b>	Resp uesta:	SENSOR DE NIVEL NO DA EL AVISO NI DETIENE LA MAQUINA
¿Por qué?:	¿FALLA DEL GENERADOR DE AGUA DESTILADA?	¿Por qué?:		¿Por qué?:	¿SENSOR DE NIVEL NO DA EL AVISO NI DETIENE LA MAQUINA?
Resp uesta:	DAÑO EN FILTROS DE MODULO PRINCIPAL DE GENERACIÓN	Resp uesta:		Resp uesta:	EL SENSOR QUE EXISTE SOLO EMITE ALARMA DE ADVERTENCIA
¿Por qué?:	¿DAÑO EN FILTROS DE MODULO PRINCIPAL DE GENERACIÓN?	¿Por qué?:		¿Por qué?:	¿EL SENSOR QUE EXISTE SOLO EMITE ALARMA DE ADVERTENCIA?
Resp uesta:	CICLO DE VIDA TERMINADO Y SIN STOCK EN PLANTA	Resp uesta:		Resp uesta:	<b>HACE FALTA INSTALAR SENSOR PARA EVITAR QUE EL SISTEMA SE QUEDE SIN AGUA</b>
¿Por qué?:	¿CICLO DE VIDA TERMINADO Y SIN STOCK EN PLANTA?	¿Por qué?:		¿Por qué?:	
Resp uesta:	<b>NO SE TUVO EN CUENTA EN EL PLAN DE MANTENIMIENTO PARA SU COMPRA</b>	Resp uesta:		Resp uesta:	
	<b>CAUSA RAIZ</b>		<b>ACCIONES CORRECTIVAS O PREVENTIVAS</b>		



	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>FECHA INICIO</b>	<b>FECHA FIN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>ESTADO</b>
	<b>INCLUIR REPUESTOS DE LAMPARA UV EN PLAN DE MANTENIMIENTO POR CICLOS HORA</b>	<b>15/03/2023</b>	<b>30/03/2023</b>	<b>ESPECIALISTA DE LINEA</b>	<b>INICIADO</b>
	<b>INSTALAR SENSOR DE FLUJO AL INICIO DEL CIRCUITO DE AGUA</b>	<b>15/03/2023</b>	<b>30/03/2023</b>	<b>ESPECIALISTA DE LINEA</b>	<b>INICIADO</b>
	<b>INSTALAR SENSOR DE NIVEL CON CONDICION DE DETENER EL EQUIPO</b>	<b>15/03/2023</b>	<b>30/03/2023</b>	<b>ESPECIALISTA DE LINEA</b>	<b>INICIADO</b>
	<b>SEGUIMIENTO A ACCIONES CORRECTIVAS PROPUESTAS</b>	<b>30/04/2023</b>	<b>10/05/2023</b>	<b>ESPECIALISTA DE LINEA</b>	<b>NO INICIADO</b>
<b>HACER, VERIFICAR, ACTUAR</b>					

De esta manera se cumple con la realización, explicación y documentación de la metodología RCA.

**OBJETIVO 3: Proponer una metodología visual para la conformación de una base de datos que permita la identificación del estado actual de la producción y su calidad para una embotelladora.**

**Aplicación de gestion visual:**

De acuerdo a la metodología lean manufacturing una herramienta de uso, aplicación y apoyo es la gestion visual, en la cual se permite la muestra de datos de manera grafica que permite su interpretación y toma de decisiones de manera mas precisa, esto sirviendo como apoyo a los procesos de producción. Esta implementación es generada en el software Power BI, partiendo de lo impartido durante el desarrollo del diplomado de gestión de proyectos.

Se realizo un dashboard generado con la base de datos inicalmente propuesta con el fin de obtener una plantilla que permita una comunicacion visual efectiva. Se pretende mostrar las estadisticas o indicadores actuales del proceso de produccion en graficas de barras, circular, matriz, medidores.

**Transformacion de datos:**

La transformacion de datos realizada parte de indicadores recolectados de una planta de produccion (Ilustracion 10. Base de datos de linea de producción) donde se suponen cifras aleatorias con el fin de generar una variacion logica para el analisis de los datos.

Luego de realizar la tabulacion de datos recolectados se transcriben a la herramienta Power Bi, donde se escogen las representaciones graficas y las variables mas adecuadas para hacer mas entendible y comunicativo el proceso de producción descrito.

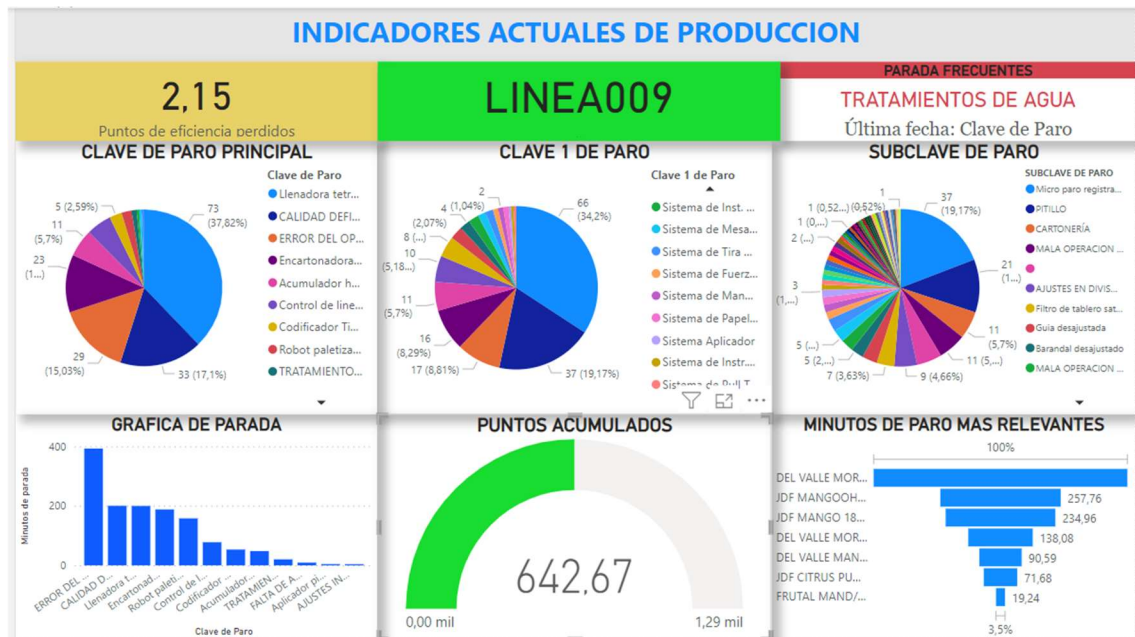


Ilustración 26. Grafica final de visualización de indicadores.



Anteriormente se puede observar la transformación gráfica donde se indica inicialmente el proceso productivo de la línea 009; en la parte superior izquierda se definen los puntos de eficiencia perdidos, en la parte superior derecha se observa en modo de advertencia la parada más frecuentes en el último día.

Luego, la clasificación de paradas no planeadas representadas en gráficos circulares descritas en tres fases ya definidas: *clave de paro principal*, *clave de paro 1* y *subclave de paro*.

**Clave de paro principal:** Hace referencia a la clave de paro principal con la cual se reportó el tiempo perdido, esta clave de paro puede variar entre paro de equipos, paro operativo, paro auxiliar y paro ajeno.

**Clave de paro 1:** Esta hace referencia al siguiente subsistema que se desprende de la clave de paro principal, por ejemplo;

Paro de equipo – Equipo LLenadora.

Paro operativo – Error del operador.

Paro Auxiliar – Planta de aguas.

**Subclave de paro:** En esta clave de paro se reportan y muestran los paros de manera más definida ya que permite realizar comentario cuando se notifican los tiempos perdidos, por ejemplo:

Paro de equipo – Equipo LLenadora – Falla en el sistema de lámpara UV.

Paro operativo – Error del operador – Operador no surtió envases.

Paro Auxiliar – Planta de aguas – Tratamiento de agua baja presión.

Y por último en la parte inferior izquierda se refleja una representación de gráfico de barras de minutos de parada versus clave de paro ordenada descendientemente. En la siguiente gráfica se ilustra un medidor de eficiencia acumulada donde se observa en modo (verde) de cumplimiento de producción y en la parte inferior derecha se representa un gráfico embudo la cual representa de manera descendente los minutos de paro más relevantes en los diferentes formatos de productos envasados.

## 12. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al complementar el uso de las herramientas de Lean Manufacturing con herramientas digitales como Power BI, se genera valor agregado a los procesos ya que permite visualizar de manera grafica las diferentes variables, su comportamiento y desviaciones para la toma de decisiones y aumento de productividad.

- Las variables más relevantes del proceso con oportunidad de mejora para su inclusión y análisis en la gestión visual por medio de Power BI son: eficiencia de líneas y/o por equipos; tiempos improductivos o tiempos de paradas; disponibilidad; costos operacionales, tiempo y rechazos.
- Con la aplicación de la herramienta metodológica RCA se detectan soluciones adecuadas para prevenir y corregir las fallas.
- Algunas metodologías que son de afinidad con los procesos de producción de bebidas y que se pueden implementar para mantener la mejora continua de los procesos son: SMED, KPIs, KANBAN, DMAIC, MCI(4DX). En esta misma línea, teniendo en cuenta el conocimiento previo y lo investigado para el desarrollo de este estudio se escogieron dos herramientas de la metodología Lean Manufacturing que son de inmenso valor agregado para las empresas del sector: la Gestión visual y el Análisis de causa raíz (Diagrama de Ishikawa, 5 ¿por ques?).

Adicional, a partir de la revisión realizada en este estudio, se puede concluir que en los procesos de producción de bebidas cuando no se tiene una metodología de mejora continua implementada se dificulta el seguimiento a los resultados de la operación/producción, y se imposibilita identificar oportunamente las posibles desviaciones en tiempo real para presentar planes de acción a corto y mediano plazo.

Se recomienda

Luego de haber realizado la transformación y grafica de datos en la herramienta Power Bi se puede destacar varios factores importantes uno de ellos es que la limitación que se tiene en la versión de escritorio, aun así, se realizaron varias graficas en las cuales se puede transmitir información facilitando el entendimiento.

Esta herramienta visual en la industria de manufactura especialmente en la de alimentos es de gran ayuda ya que la comunicación es más efectiva y se pueden evitar perdida de tiempos; las aplicaciones que se hicieron tras la realización de la monografía fueron las gráficas de barras, graficas circulares, grafica de embudo, mapas, matrices, etc.

### 13. BIBLIOGRAFÍA

1. Gomez Cardenas, M. F., & De la Cruz Felipe, C. P. (2021). Propuesta de implementación de herramientas de Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de proyectos tecnológicos y sistemas de automatización, Trujillo, 2020.
2. Arrieta, J. G., Domínguez, J., Echeverri, A., & Gutiérrez, S. (2011). Aplicación lean manufacturing en la industria colombiana. Revisión de literatura en tesis y proyectos de grado. *Revista Virtual Pro*, 132(9), 1-11.
3. Alarcón, C. (2021). Mejoramiento de la productividad empleando Manufactura Esbelta en la línea de fabricación de carrocerías. Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/33227>
4. Fortuño, M. (2017). La automatización de la economía ¿un peligro o una oportunidad? Retrieved from <https://www.weforum.org/es/agenda/2017/06/la-automatizacion-de-la-economia-un-peligro-o-una-oportunidad>
5. Medina, G. & Rodríguez, H. (2021). Propuesta para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa Tejidos Lany sede Bogotá. Universitaria Agustiniana. Retrieved from <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/123456789/1671>
6. Chilón Aguilar, X. M., Esquivel Paredes, L., & Estela Tamay, W. (2017). Implementación de las 5s para incrementar la productividad en una planta embotelladora de agua . Implementation of the 5s to increase productivity in a water bottling plant . Implementação do 5s para aumentar a produtividade em uma fábrica engarrafadora d. *INGnosis*, 3(1), 130–139.
7. López, K. (2020). Aplicación del lean management para mejorar la productividad del taller de carrocería y pintura en la empresa Autonort Trujillo S.A.C. Universidad Nacional de Trujillo. Retrieved from <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/16067>
8. Morillo, D. (2022, mayo 20). LA GESTIÓN VISUAL EN LAS LINEAS DE PRODUCCIÓN. *LeanInn*. <https://www.lean-inn.com/blogs/news/la-gestion-visual-en-las-lineas-de-produccion>
9. Llontop Jesús, J., Viacava Campos, G. E., & Málaga Lasanta, M. I. (2021). Propuesta de mejora del proceso de producción en una planta embotelladora de productos de consumo masivo mediante técnicas Lean.
10. Hernández Sampieri, Roberto, Fernández Collado, Carlos y Baptista Lucio, Pilar, "Capítulo 1. Definiciones de los enfoques cuantitativo y cualitativo, sus similitudes y diferencias" en *Metodología de la investigación*, sexta edición, McGraw Hill Education, México, 2014, pp.2-21.
11. Socconini, L. V. (2019). *Lean Manufacturing. Paso a paso*. Marge Books.
12. Lopez Herrera, J. (2012). *Productividad*. Palibrio.
13. Fernández Heredia, M. (2007). Aplicación de la mejora continua en un sistema productivo por medio del Visual Lean (visual management+ lean manufacturing).



14. RODRIGO MANCILLA, JUAN PABLO SANCHEZ MOTATO JULIO 2021. Propuesta de implementación de la metodología lean manufacturing en las líneas de producción del proceso fabricación y ensamble de neveras industriales de la empresa IMBERA Colombia.
15. Delgado Hernández, F. (s.f.). Empresas esbeltas y su sistema contable. Recuperado el 7 de Noviembre de 2011, de Expansion.mx: [http://expansion.mx/manufactura/2011/11/07/empresas-esbeltas-y-su-sistema-contable?utm\\_source=expansion&utm\\_campaign=InternalTraffic&utm\\_medium=PLAYLIST](http://expansion.mx/manufactura/2011/11/07/empresas-esbeltas-y-su-sistema-contable?utm_source=expansion&utm_campaign=InternalTraffic&utm_medium=PLAYLIST)
16. Grisales, N. M., Gaitán, H. H. G., & León, G. E. (2016). Caracterización de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing: Estudio de caso en algunas empresas colombianas. *Poliantea*, 12(22), 39-62.
17. Fiabilidad RCM, RAM & RCA. (s. f.). España. <https://www.bureauveritas.es/descubre-nuestras-actividades/tus-necesidades/gestion-integral-de-activos-y-riesgos-industriales/fiabilidad-rcm-ram-rca>
18. Betancourt, D. F. (18 de abril de 2018). Los 5 Por qué: Análisis de causa raíz basado en preguntas. Recuperado el 20 de febrero de 2023, de Ingenio Empresa: [www.ingenioempresa.com/los-5-por-que](http://www.ingenioempresa.com/los-5-por-que).
19. Tutoriales, G. (2017, 3 marzo). Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto. Gestión de Operaciones. <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
20. Cómo decirles adiós a los paros no programados en la industria. (s. f.). Cluster Industrial. <https://www.clusterindustrial.com.mx/noticia/2705/como-decirle-adios-a-los-paros-no-programados-en-la-industria>