



UNIVERSIDAD DEL AZUAY
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
ESCUELA DE PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

**Título: Propuesta para la solución de problemas mediante la
aplicación de la metodología TRIZ en el proceso de
abastecimiento de materiales. Caso de estudio: Indurama.**

Trabajo de graduación previo a la obtención del título de:

INGENIERO DE LA PRODUCCIÓN Y OPERACIONES

Autora:

GABRIELA ESTEFANÍA POZO RIVADENEIRA

Director:

INGENIERO EDMUNDO REINALDO CÁRDENAS HERRERA

CUENCA, ECUADOR

2018

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por bendecirme y permitir que culmine una meta más en mi vida, al Director del Trabajo de Titulación, el Ingeniero Edmundo Cárdenas por su orientación y conocimientos, a mis padres, promotores de mis sueños, por su apoyo incondicional, gracias por haberme impulsado a cumplir mis metas y por la confianza en mí depositada.

Gracias también a mi pareja Luis Adrián Serrano, mi compañero de ideales, quién me motivó a cumplir las metas para construir nuestro futuro.

TABLA DE CONTENIDO

AGRADECIMIENTO	2
ÍNDICE DE CUADROS.....	5
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	6
Resumen.....	8
Abstract.....	9
Introducción:.....	10
CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO.....	12
1.1 La organización.....	12
1.2 Lista de materiales	18
1.3 Metodología de la invención.....	23
1.4 Diagrama de flujo	27
1.5 Conclusiones	30
CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE TRIZ Y SU MATRIZ DE CONTRADICCIONES	31
2.1 Análisis de la situación actual.....	31
2.2 Construcción de un modelo de trueques	36
2.3 Intensificando la contradicción	40
2.4 Aplicando los recursos	41
2.5 Planteamiento de resultado ideal final	44
2.6 Planteamiento de principios innovadores.....	47
2.7 Conclusiones	54

CAPÍTULO 3: INTERACCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE TRIZ CON OTRAS HERRAMIENTAS	55
3.1 Interacción de los resultados de la aplicación de TRIZ con otras herramientas	55
3.2 Modelo de diagrama de flujo reestructurado	64
3.3 Propuesta integral de solución de problemas	66
3.4 Conclusiones	69
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	72

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1: Lista de materiales de parrilla legumbrera.....	22
Tabla 2: Número de proyectos	32
Tabla 3: Las nueve ventanas	37
Tabla 4: Características de la herramienta y objeto	39
Tabla 5: Clasificación de recursos	43
Tabla 6: Criterios de evaluación	46
Tabla 7: Resultados aplicando la matriz de contradicción.....	51
Tabla 8: Análisis de causas y posibles soluciones	57
Tabla 9: Propuesta integral de solución de problemas del primer resultado.....	66
Tabla 10: Propuesta integral de solución de problemas del segundo resultado	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Estrategia de Induglob S.A.	13
Ilustración 2: Cualidades para ser un líder de excelencia en Induglob S.A.	14
Ilustración 3: Valores empresariales	15
Ilustración 4: Estructura organizacional	16
Ilustración 5: Estructura de proceso de Abastecimiento y Distribución	17
Ilustración 6: Sub-proceso de Desarrollo de materiales y proyectos	18
Ilustración 7: Materiales sin movimiento 2018.....	20
Ilustración 8: Diagrama explosivo puerta refrigerador comercial	21
Ilustración 9: Fórmula de Idealidad	24
Ilustración 10: Perspectiva jerárquica de TRIZ	26
Ilustración 11: Pasos para construir un diagrama de flujo	28
Ilustración 12: Procedimiento Gestionar lista de materiales.....	29
Ilustración 13: Registro informe de estructura.....	33
Ilustración 14: Registro de cambios de Ingeniería directos solicitados por planta	34
Ilustración 15: Paras de planta por Abastecimiento.....	35
Ilustración 16: Carpetas para modificación estructura.....	36
Ilustración 17: Par conflictivo.....	38
Ilustración 18: Matriz de interacción	50
Ilustración 19: Pareto de resultados	52
Ilustración 20: Ishikawa	56
Ilustración 21: Plan de gestión del procedimiento	58

Ilustración 22: Celda de manufactura en "U"	60
Ilustración 23: Celda de manufactura "en línea"	61
Ilustración 24: Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan.....	62
Ilustración 25: Las 5's	62
Ilustración 26: Diagrama de flujo reestructurado.....	65

RESUMEN

La finalidad de este trabajo de titulación es crear una “Propuesta para la solución de problemas mediante la aplicación de la metodología TRIZ y su matriz de contradicciones para el abastecimiento de materiales” en la empresa Indurama, con lo que se contribuyó a que la empresa cuente con listas de materiales confiables y que las mismas no generen gastos indirectos de fabricación por problemas en la productividad y calidad del abastecimiento, así como también se pretende eliminar las soluciones momentáneas que se utilizan y no generan valor agregado.

Palabras clave:

Propuesta, TRIZ, lista de materiales, productividad, calidad, soluciones, valor agregado.



Ing. Ivan Coronel

Coordinador de Escuela



Ing. Edmundo Cárdenas

Director del Trabajo de Titulación



Gabriela Estefanía Pozo Rivadeneira

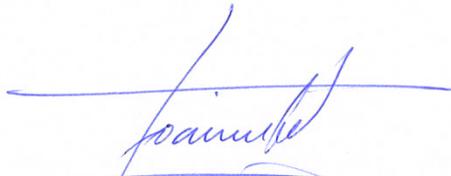
Autora

ABSTRACT

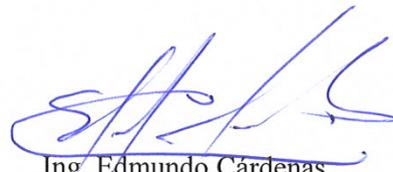
The purpose of this work was to create a proposal for the solution of problems through the application of the TRIZ methodology and its matrix of contradictions for the supply of materials in the Indurama company. This helped the company to have lists of reliable materials that do not generate indirect manufacturing expenses due to problems in productivity and quality of supply. It was also intended to eliminate the momentary solutions that were used and did not generate added value.

Keywords:

Proposal, TRIZ, list of materials, productivity, quality, solutions, added value.



Ing. Ivan Coronel
Faculty Coordinator



Ing. Edmundo Cárdenas
Thesis Director



Gabriela Estefanía Pozo Rivadeneira

Autora



Translated by
Ing. Paul Arpi

Introducción:

La motivación de la investigación para el presente trabajo de titulación se centra en que actualmente existe una deficiencia en el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales” de Indurama, este procedimiento cumple un papel importante dentro del proceso de abastecimiento en la empresa, ya que modifica constantemente la “lista de materiales” de refrigeradoras y cocinas.

La “lista de materiales” es un elemento crítico que se debe manejar con minuciosidad, debido a que en base a la misma, se planifica la compra de materia prima, fabricación de semielaborados y se garantiza un correcto ensamble de los artefactos en las líneas de producción.

Para corregir los problemas que se presentan en el abastecimiento de materiales, se aplican soluciones que no son efectivas y las mismas repercuten en la repetición de errores, y por ende en paros en la planta.

Por ello se tienen como objetivo desarrollar una propuesta para la solución de problemas, mediante la aplicación de la metodología TRIZ en el proceso de abastecimiento de materiales, como caso de estudio en Indurama.

Para poseer un conocimiento profundo sobre la función y correcto uso de cada herramienta que se usará en el trabajo de titulación, en el primer capítulo se expone toda la información relevante sobre Indurama y sobre el procedimiento que maneja la “lista de materiales” dentro de la empresa. También se detallan conceptos e información teórica acerca de la metodología TRIZ y del diagrama de flujo.

En el segundo capítulo se realiza un análisis de la situación actual de Indurama y en base al resultado obtenido, se aplica la metodología de TRIZ, identificando las contradicciones que se encuentren en el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales” y así plantear principios innovadores utilizando la matriz de contradicciones.

En el tercer y último capítulo se identifica cómo los resultados obtenidos en el capítulo dos, interactúan con otras herramientas, para realizar una propuesta de un diagrama de

flujo reestructurado y proponer una solución integral para los problemas que existen en el abastecimiento de materiales.

Para realizar el trabajo de titulación se harán uso de las bases adquiridas a lo largo de la carrera, y se profundizarán los conocimientos mediante el empleo de material bibliográfico. También se recopilará la información basada en fuentes primarias, las cuales serán obtenidas de la empresa, mediante un contacto directo con la misma. Para obtener los datos necesarios se aplicará la técnica de recolección de datos en base al diagrama de flujo actual del procedimiento para “Gestionar la lista de materiales” de Indurama.

CAPÍTULO 1: MARCO TEÓRICO

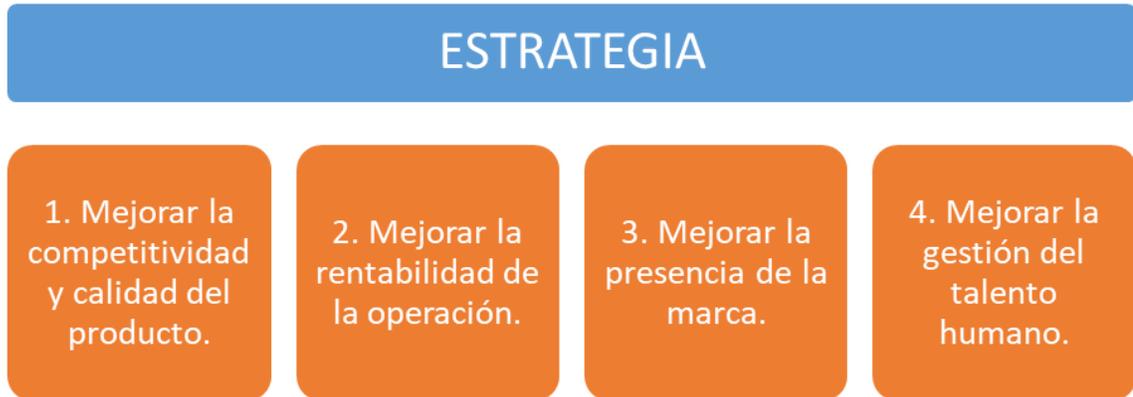
En el presente capítulo se expone información sobre la empresa y el procedimiento en el que se está realizando el presente trabajo de titulación, así como las definiciones de las herramientas que se utilizan en la metodología TRIZ, con la finalidad de comprender a profundidad su función y aplicación.

1.1 La organización

Indurama nace en Cuenca – Ecuador en el año 1972 con el objetivo de producir electrodomésticos que faciliten las labores domésticas y cumplan con altos estándares de diseño y tecnología solicitados por el mercado. En los primeros años de la empresa se ensamblaron refrigeradoras con asesoramiento y licencia de WCI-USA y cocinas de horno con el respaldo de TecnoGas Italia, y en la actualidad la actividad productiva y comercial de Indurama se consolida en una planta de producción que cuenta con 145.000 m^2 con una capacidad de 1.000.000 unidades al año entre cocinas y refrigeradoras, constituyéndose en una de las empresas líderes a nivel nacional. El resultado de ventas para el año 2017 fue de \$160.000.000 que se divide en \$115.000.000 a nivel de ventas nacionales y \$45.000.000 a nivel de ventas para exportación (Induglob S.A., 2018).

Durante 46 años ha tenido un crecimiento sostenido que se refleja en la alta participación de mercado y su presencia en más de 20 países en la región latinoamericana de Centro, Sur América y Caribe, el primer país al que se exportaron electrodomésticos fue a Perú en el año 1985. En Indurama el diseño marca la diferencia y su reto es diseñar electrodomésticos que logren conexiones emocionales con la gente y experiencias placenteras en su uso, trabajando bajo un profundo análisis de gustos, tendencias y preferencias del usuario (Induglob S.A., 2018). También se trabaja en una permanente innovación tecnológica para cumplir los estándares de calidad a nivel internacional, basándose en cuatro puntos clave como estrategia, que se pueden observar a continuación:

Ilustración 1: Estrategia de Induglob S.A.



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

Además de comercializar la marca Indurama a través de las principales cadenas de distribución y mayoristas con mayor cobertura y solvencia en el negocio de electrodomésticos, se comercializa la marca Global, la cual empieza a producirse desde el año 2007, e incluye electrodomésticos menores y línea café (línea de audio y vídeo). También fabrica refrigeradoras con marca Innova y cocinas con marca Whirlpool, Enxuta, Premium y Klimatic. Cabe recalcar que de la fusión de la marca Indurama y Global, nace Induglob S.A. como razón social de la empresa (Induglob S.A., 2018).

En Indurama trabajan alrededor de 1.700 colaboradores, quienes se rigen a la visión de la empresa, la cual se basa en: “ser una marca líder de línea blanca en la región Andina y Centroamérica, mejorando la calidad de vida de sus clientes y colaboradores”; así como a su misión que es: “satisfacer las necesidades de sus clientes, comercializando productos competitivos, de alta calidad y diseño innovador, mediante procesos simples y eficientes, sustentados en una cultura organizacional de valores, liderazgo y excelencia, maximizando así el valor de la empresa” (Induglob S.A., 2018). Además de trabajar bajo esta misión y visión, en la cultura corporativa de Indurama se considera un aspecto fundamental que se podrá observar en la siguiente ilustración:

Ilustración 2: Cualidades para ser un líder de excelencia en Induglob S.A.



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

Esta ilustración expresa las cualidades que debe cumplir cada uno de los colaboradores de la empresa como líderes de excelencia en sus actividades diarias. De igual manera, existen valores empresariales que se deben tener en cuenta y se podrán observar a continuación:

Ilustración 3: Valores empresariales



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

Una vez redactada la información macro de Indurama, es importante conocer información más detallada sobre sus procesos, en especial sobre el proceso de abastecimiento de materiales, el cual se tomará como referencia para efectos de la investigación.

A continuación se expondrá la estructura organizacional de la empresa:

Ilustración 4: Estructura organizacional

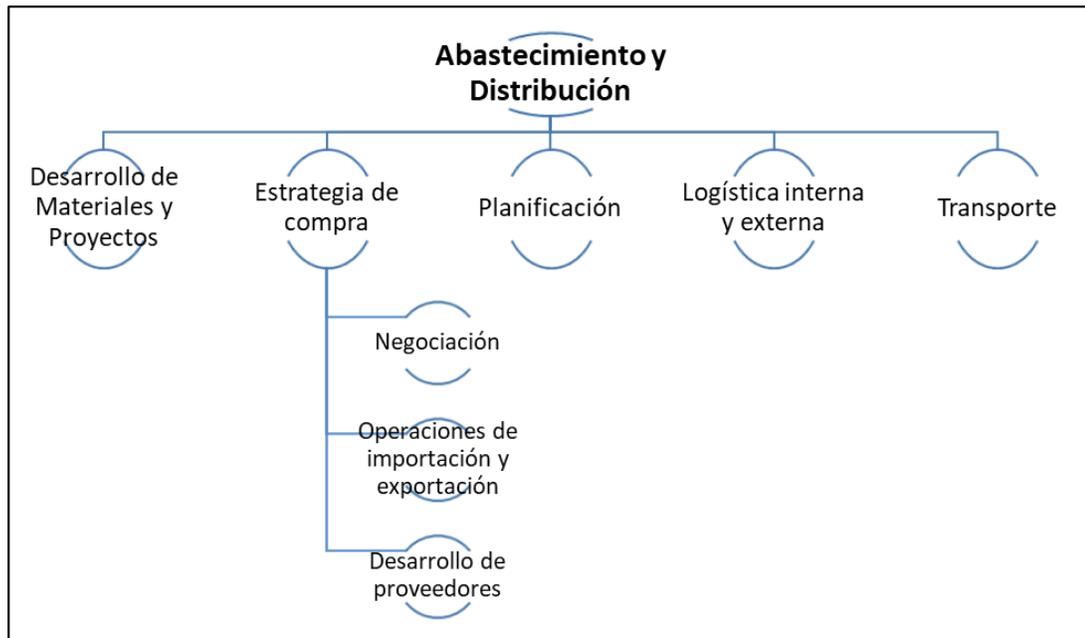


Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

Como se puede observar, la empresa se divide en nueve procesos, de los cuáles nos centraremos en el proceso de Abastecimiento y Distribución, de la misma manera este proceso se divide en varios sub-procesos que se detallan en la siguiente ilustración:

Ilustración 5: Estructura de proceso de Abastecimiento y Distribución



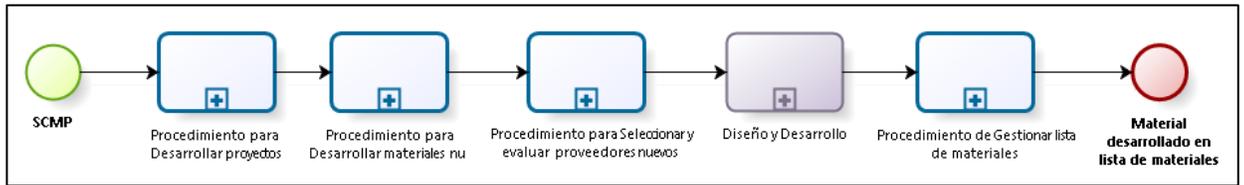
Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

El sub-proceso en el cual nos centraremos es el de Desarrollo de materiales y proyectos que tiene como objetivo garantizar la búsqueda, análisis y aprobación de los materiales nuevos en términos de calidad, costo y productividad, así como verificar que la “lista de materiales” de todos los productos que se fabrican sea confiable y esté actualizada siendo un soporte para todas las áreas en los proyectos, incentivando una buena comunicación y cuidando que la implementación de nuevos materiales (transiciones) no genere sobrantes y faltantes de inventario (Induglob S.A., 2018).

El mismo se divide en los siguientes procedimientos:

Ilustración 6: Sub-proceso de Desarrollo de materiales y proyectos



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

Como se puede observar, el sub-proceso de Desarrollo de materiales y proyectos cuenta con cuatro procedimientos internos:

- Procedimiento para desarrollar proyectos,
- Procedimiento para desarrollar materiales,
- Procedimiento para seleccionar y evaluar proveedores nuevos y
- Procedimiento de gestionar lista de materiales.

Y un procedimiento externo:

- Procedimiento de diseño y desarrollo

Que pertenece al proceso de Investigación y desarrollo, sin embargo, nos enfocaremos en el procedimiento de “Gestionar lista de materiales” para la propuesta de solución de problemas aplicando TRIZ.

1.2 Lista de materiales

Para la fabricación de un producto, se utiliza una “lista de materiales” o también llamada estructura de producto o conocida por sus siglas en inglés: BOM (*bill of materials*). La función de la misma es agrupar en conjuntos o subconjuntos los diferentes tipos de piezas que se necesitan para armar un producto. También sirve para conocer la cantidad de

material que se necesita y su respectiva unidad de medida (ya sea en unidades, kilos, metros, u otros) y de esta manera planificar el abastecimiento de materiales, fabricación de semielaborados y ensamble de artefactos. Es así que el uso de la misma tiene un papel relevante dentro de cada industria manufacturera y se debe manejar con minuciosidad. Según el artículo de Murray es importante crear una “lista de materiales” precisa, ya que es vital que las partes correctas estén disponibles cuando se fabrica el artículo.

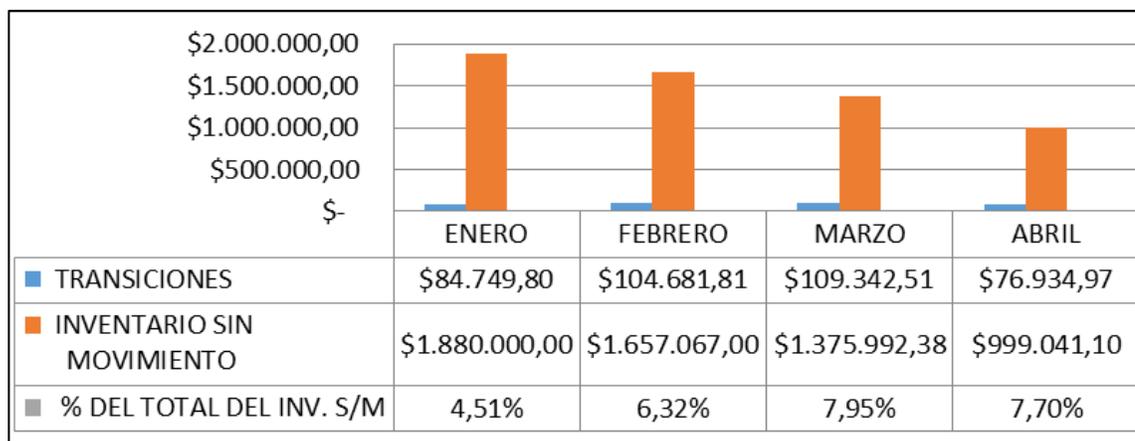
Para asegurarse de que las piezas estén disponibles cuando sea necesario, el departamento de compras necesita información sobre qué proveedores deben utilizar para comprar artículos y los plazos de entrega de cada pieza que se solicita (Murray, 2016). Por lo tanto, la “lista de materiales” es fundamental para la planeación de requerimientos de materiales (MRP) y la administración de la demanda dependiente. Según Soret de los Santos, de la “lista de materiales” corresponde la esquematización jerarquizada de la estructura del producto y especifica todos los componentes, sea cual sea su grado de elaboración, que constituyen un producto (Soret de los Santos, 2009).

Actualmente las “listas de materiales” se administran de forma diferente según el tipo de empresa, pero todas coinciden en que se deben llevar con exactitud, Bragg afirma que: la precisión de la “lista de materiales” es clave para minimizar el inventario, ya que los errores pueden resultar en la acumulación de cantidades excesivas de materia prima. También es necesario vigilar los cambios en los componentes de una “lista de materiales”, para asegurarse de que las piezas viejas no se dejen en stock cuando son reemplazadas por otras nuevas (Bragg, 2010).

Todo material que no lleve una correcta transición en su estructura genera material sin uso o también conocido como material “sin movimiento”, y según Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar citando a Taiichi Ohno: cualquier cosa o actividad que genera costos pero no agrega valor al producto se considera desperdicio o muda y ha identificado siete tipos de desperdicio: sobreproducción, esperas, transportación, sobre procesamiento, inventarios, movimientos y re trabajos (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013).

En Indurama, el promedio mensual de ingreso de materiales al inventario, de “sin movimiento”, por transiciones generadas en el año 2018 es del 6,62% del total del monto que ya se encuentra en este inventario.

Ilustración 7: Materiales sin movimiento 2018



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

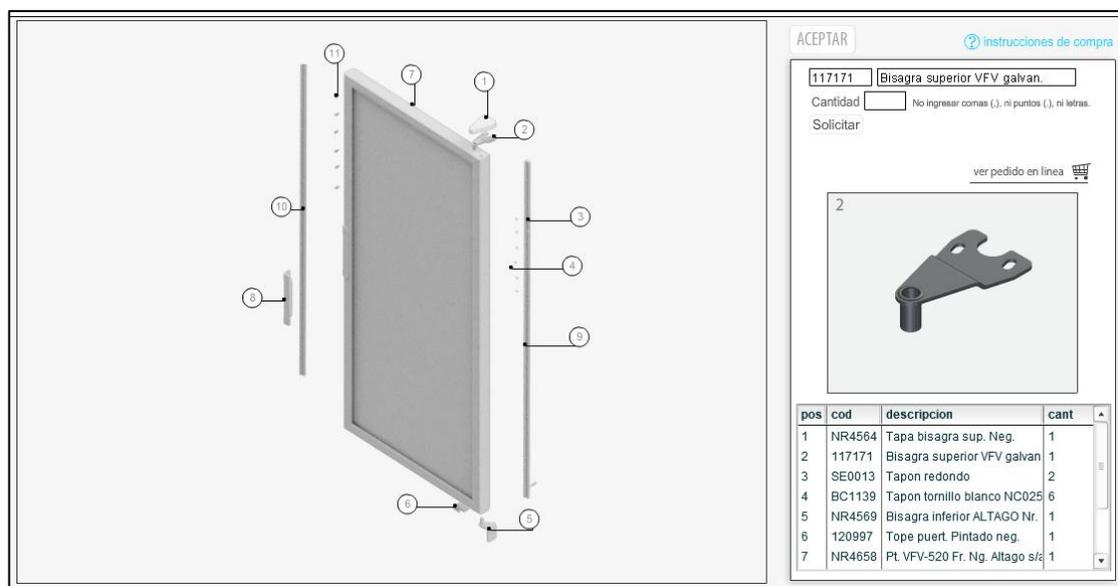
Según la ilustración se puede observar que en el primer cuatrimestre del año 2018 se ha minimizado el inventario de materiales de “sin movimiento” y esto se ha logrado mediante estrategias de venta o procesos de “dada de baja de materiales” (en enero el monto fue de \$1.880.000,00 y en abril bajó notablemente el inventario a un valor de \$999.041,00) (Induglob S.A., 2018). Sin embargo, nuevamente ingresó un total de \$76.934,97 a este inventario por transiciones generadas en este año, siendo un desperdicio importante, lo que genera un impacto económico en el activo de la empresa.

Por otro lado, en una “lista de materiales” existen códigos de materia prima y semielaborados a varios niveles que según Castro Zuluaga aquellos ítems ensamblados o sub ensamblados se denominan padres, mientras que los que lo componen se denominan hijos (Zuluaga, 2014). Por consiguiente, se debe mencionar que en Indurama se cuenta con “listas de materiales” para refrigeradoras que se componen de alrededor de 500

códigos (de los cuales el 80% son códigos de semielaborados y el 20% son códigos de materia prima) y para cocinas que se componen de alrededor de 300 códigos (el 70% son códigos de semielaborados y el 30% son códigos de materia prima) (Induglob S.A., 2018).

En la siguiente ilustración se visualizará un ejemplo de ítems padres e hijos dentro de un diagrama explosivo:

Ilustración 8: Diagrama explosivo puerta refrigerador comercial



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: (Induglob S.A., 2018).

En este ejemplo se puede observar que la “lista de materiales” de la puerta de una refrigeradora comercial se compone del ítem padre que es la puerta, y de los ítems hijos como tapa bisagra, bisagra superior, tapón redondo, entre otros.

Otro ejemplo de una “lista de materiales”, se puede observar en la Tabla 1, en donde se hace referencia a una parrilla legumbrera de la refrigeradora, donde se pueden identificar varios niveles:

- El nivel 1 es el ítem padre,
- Los niveles 2 y 3 son los ítems hijos, con sus respectivas cantidades y unidades de medida.

Tabla 1: Lista de materiales de parrilla legumbrera

Nivel	Nº artículo	Descripción	Cantidad	Unidad
1	121057	Parrilla Leg 480 regul Qz arm	1	UN
.2	NR4586	Cuña legumbrera 480 Qz	1	UN
.2	333385	Marco parrilla legum 585Qz reg	1	UN
..3	NU0202	Styron 478 pol.natural / funda	0,3	KL
..3	BU0063	Master.Blanco SL-600282-14	0,01	KL
.2	333241	Regulador Humedad 480 Qz.	2	UN
..3	NU0160	Poliestiren Styron A-TECH 1115	0,016	KL
..3	BU0063	Master.Blanco SL-600282-14	0,0004	KL
.2	NR4567	Vidrio Leg. Qz impres bi-color	1	UN
.2	NA0081	Cinta tesa fix 4965 tomate ½	0,25	ML

Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

En la actualidad, en la empresa se ha detectado que el procedimiento que maneja la “lista de materiales” no garantiza una lista confiable, ocasionando problemas de productividad y calidad para el abastecimiento de materiales y generando paras en las líneas de producción.

Una para en la línea de ensamble de refrigeradoras, equivale a \$6.890,00/hora y en la línea de ensamble de cocinas equivale a \$7.200,00/hora (Induglob S.A., 2018).

Cabe recalcar que continuamente se han aplicado soluciones momentáneas que al final, no han garantizado la efectividad en la “lista de materiales” y esto ha provocado una repetición de errores a través del tiempo.

1.3 Metodología de la invención

En base a los puntos anteriores se propone el uso de la metodología de la invención (TRIZ) para mitigar los problemas que se generan dentro de Indurama para el procedimiento de “Gestionar la lista de materiales”, debido a que según Rantanen y Domb citado por Andrade y Cárdenas, consideran a TRIZ como un sistema de interpretación que se fundamenta en la identificación de la contradicción que presenta el problema para encontrar los recursos necesarios que se encuentra junto al problema hasta llegar a un resultado ideal final, sin depender de la intuición sino en el conocimiento sistemático del conflicto que presenta el sistema que está mejorando (Andrade y Cárdenas, 2007).

La Metodología TRIZ, se desarrolló en el año de 1946 en la antigua Unión Soviética, cuyas siglas significa *Teoriya Resheniya Izobreatatelskikh Zadatch*, que, traducido al español, quiere decir Teoría de Resolución de Problemas de Inventiva. Es un método de resolución de problemas basado en el estudio de miles de patentes que aprovechan la lógica y los datos, más no en la intuición, lo que acelera la capacidad del equipo del proyecto para resolver estos problemas de forma creativa (Barry, Domb y Slocum, 2018).

TRIZ se está extendiendo al uso corporativo a través de varias rutas paralelas: es cada vez más común en los procesos de Seis Sigma, en los sistemas de administración de proyectos y gestión de riesgos, y en las iniciativas de innovación organizacional (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Además es un método confiable por ser utilizado durante varias décadas y considerando que si bien, al inicio se utilizaba la metodología de la invención para solucionar problemas relacionados a materiales, en la actualidad se ha ampliado su aplicación, ya que según

Mann, TRIZ, inicialmente centrado en las patentes, evolucionó para mirar la excelencia en las ciencias, las artes, los negocios, las redes sociales, ciencia y política (Mann, 2018).

Su aplicación, se basa en cinco pilares: contradicciones, uso de recursos, idealidad, patrones de evolución y los 40 principios de innovación.

La idealidad se define como la suma de los beneficios que un sistema entrega a su usuario dividido por la suma del costo de entregar esos beneficios y cualquier otro efecto secundario negativo que pueda ocurrir (Barry, Domb y Slocum, 2018), por lo tanto al tener una idealidad superior, significa que se debe llegar a un Resultado Final Ideal (RIF) y el mismo se define como ese punto cuando el cliente obtiene todos los beneficios que desea, sin ningún costo o daño (Barry, Domb y Slocum, 2018), sin embargo cualquier sistema individual mejorará hasta un punto en el que sea incapaz de mejorar aún más, entonces, siempre que el cliente esté exigiendo más mejoras, la única manera de avanzar es hacer un salto discontinuo a otro sistema (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Ilustración 9: Fórmula de Idealidad

$$\text{IDEALIDAD} = \frac{\Sigma \text{ BENEFICIOS}}{\Sigma \text{ COSTOS} + \Sigma \text{ DAÑOS}}$$

Fuente: (Phinney, 2014).

Elaborado por: La autora.

Todo problema que requiere de importantes soluciones debe contener una contradicción.

La base, en que se sustenta TRIZ, está en identificar, de forma precisa, esta contradicción.

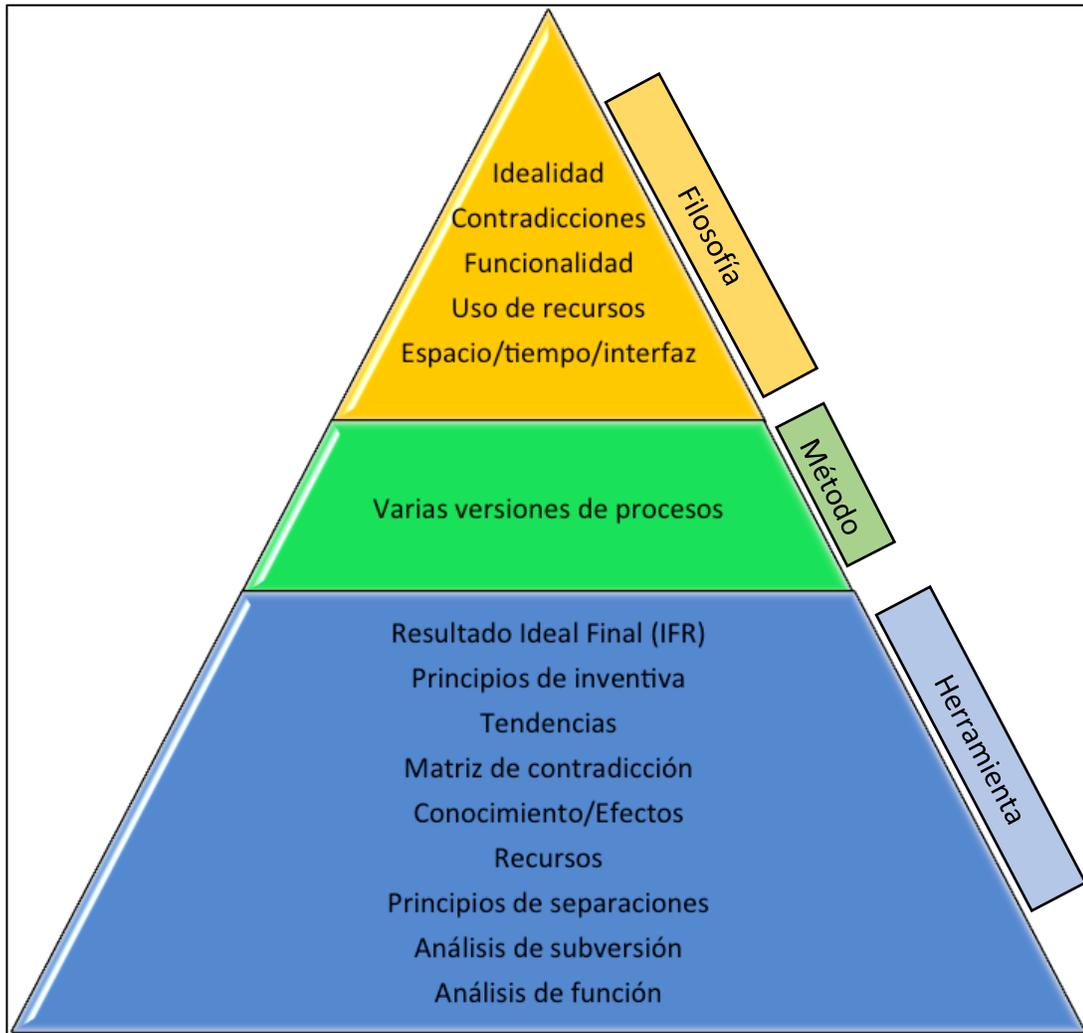
La misma que se descompone en dos componentes: herramientas (H) y objeto (O), y las contradicciones que se generan entre estos componentes genera un conflicto en el sistema (Andrade y Cárdenas, 2007). Por lo tanto, al inicio se debe buscar e identificar estas contracciones para eliminarlas en base a una serie de herramientas que se encuentran en la Matriz de contradicción que contiene más de 40 principios. La eliminación de la contradicción es una de las más poderosas herramientas de solución de problemas de Innovación Sistemática (Barry, Domb y Slocum, 2018).

El uso de recursos es el pilar más simple, y en términos de TRIZ se define que un recurso es cualquier cosa en el sistema que no se esté utilizando a su máximo potencial (Barry, Domb y Slocum, 2018). Los recursos siempre están ahí y parecen invisibles porque no los podemos ver debido a que estamos inmiscuidos en el problema. Los recursos son cosas, información, espacio, dimensiones, propiedades de los materiales, tiempo, etc. lo que permite conocer oportunidades de mejora para un sistema, ya que ningún recurso puede ser usado en su totalidad (Barry, Domb y Slocum, 2018).

El espacio, tiempo e interfaz hace referencia a la perspectiva de los problemas. Nuestra perspectiva sobre una situación juega un papel muy importante en la determinación de las soluciones que derivamos. Por lo tanto, es muy importante poder ver las cosas desde muchos puntos de vista diferentes, no sólo física y temporalmente, sino también las relaciones e interfaces entre las cosas pueden ser tan importantes como las cosas mismas (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Una vez conocidos los pilares fundamentales de TRIZ, es importante conocer también su perspectiva jerárquica que consta de tres niveles:

Ilustración 10: Perspectiva jerárquica de TRIZ



Fuente: (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Elaborado por: La autora.

En el nivel inferior se encuentra varias herramientas y técnicas integrales aplicables a cualquier problema, una vez definida la herramienta se trabaja en el nivel dos, que se basa en encontrar las contradicciones para determinar y aplicar un método, y finalmente se trabaja en el tercer nivel aplicando los cinco pilares de la filosofía TRIZ.

1.4 Diagrama de flujo

Para satisfacer a sus clientes, una empresa debe contar siempre con procesos y sistemas que funcionen como lo requiere el cliente. Un proceso recibe entradas y realiza actividades de valor agregado sobre esas entradas para crear una salida (Summers, 2006). Como entradas de un proceso se puede tener materia prima, componentes, instrucciones, información o criterios, que finalmente se convierten en salidas: productos, servicio o resultados.

En un proceso intervienen tres factores: el cliente, el productor y el proveedor, que deben actuar unidos para obtener todos, un beneficio común: el cliente con un producto o servicio diseñado de acuerdo con sus necesidades y expectativas, el productor entregando mediante un adecuado diseño de actividades productos satisfactorios, y sin reproceso, obtenidos a su vez cuando logra recibir buenos insumos entregados oportunamente por el proveedor (Agudelo Tobón y Escobar Bolívar, 2007).

Como forma de ilustrar mejor un proceso existe el diagrama de flujo que es una herramienta básica para un sistema de calidad que emplea simbología ANSI (Instituto Americano de Estándares Nacionales).

Según Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar un diagrama de flujo es una representación gráfica de la secuencia de los pasos o actividades de un proceso. Por medio de este diagrama es posible ver en qué consiste el proceso y cómo se relacionan las diferentes actividades; asimismo, es de utilidad para analizar y mejorar el proceso (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013).

Para la construcción de un diagrama de flujo se deben seguir ciertos pasos que se describen en la ilustración a continuación:

Ilustración 11: Pasos para construir un diagrama de flujo



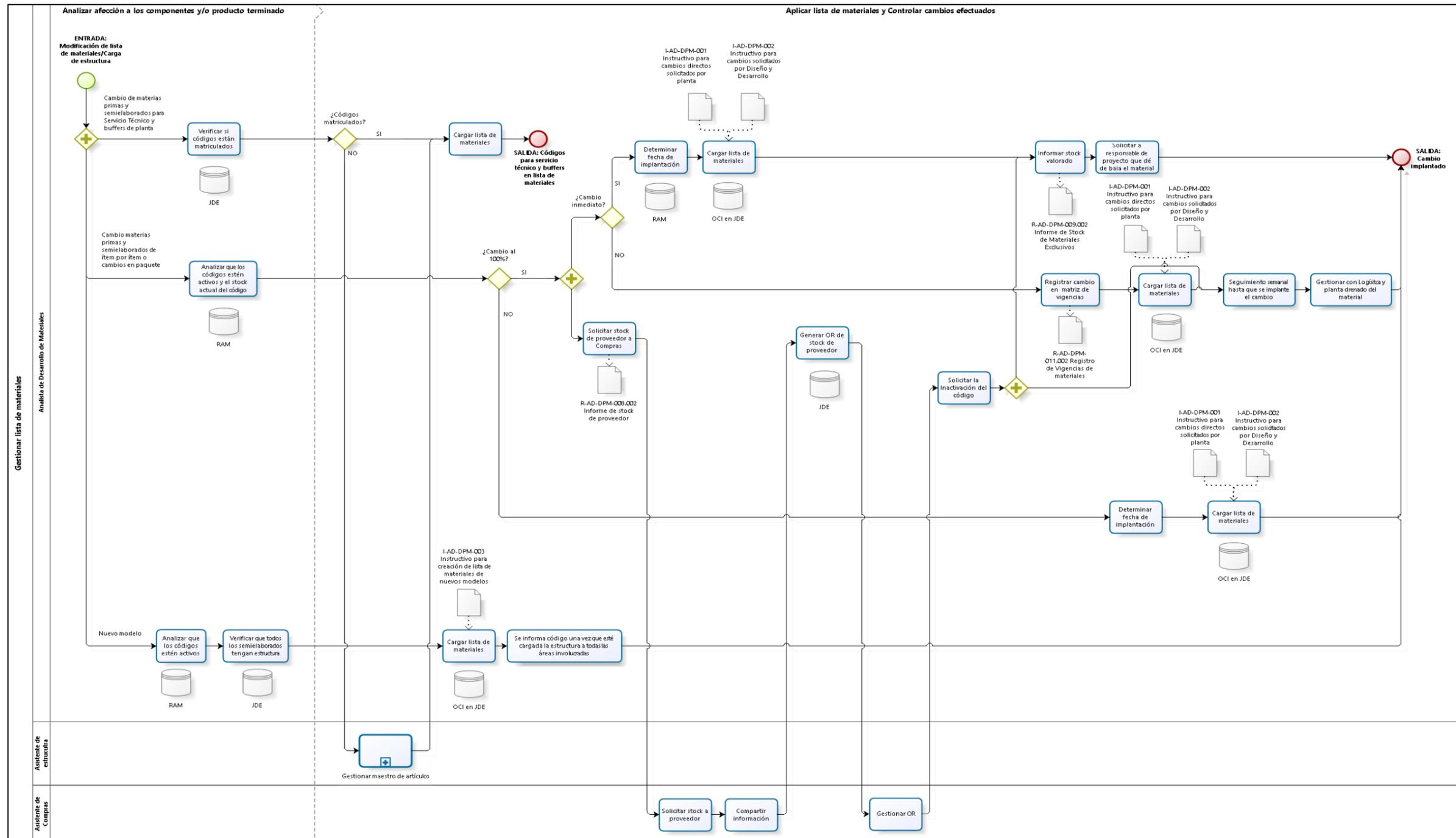
Fuente: (Gutiérrez Pulido y De la Vara Salazar, 2013).

Elaborado por: La autora.

La elaboración de un diagrama de flujo es muy útil en las primeras etapas de la resolución de problemas porque los diagramas permiten a quienes estudian el proceso entender rápidamente lo que implica un proceso desde el principio hasta el final (Summers, 2006).

Para el procedimiento de “Gestionar la lista de materiales” dentro de Indurama, actualmente el diagrama de flujo es el siguiente:

Ilustración 12: Procedimiento Gestionar lista de materiales



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

En este diagrama de flujo se debe tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Para los cambios de servicio técnico se inspecciona si los códigos se encuentran matriculados en JDE (software).
- Cuando los códigos de servicio técnico no se encuentran matriculados en JDE (software), se solicita al Analista de Estructura que matricule los códigos, lo que genera re-procesos.
- Para realizar los cambios de materias primas y semielaborados se debe analizar que los códigos estén activos y los stocks de los materiales nuevos.
- Las fechas de transición se manejan de manera manual.
- Se compra todo el stock a los proveedores.
- Para la creación de nuevos modelos, se analiza que los códigos estén activos y se verifica que los semielaborados tengan su “lista de materiales”.

1.5 Conclusiones

Al estudiar la información relevante de la empresa y su estructura organizacional, se conoce con claridad a qué proceso pertenece el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales”.

Además se logra identificar la función primordial que cumple este procedimiento y el impacto que generan los errores en las “listas de materiales” en otras áreas de la empresa y a nivel financiero.

En cuanto a la información obtenida como marco teórico, permite comprender el correcto uso y las áreas de aplicación de las herramientas que se utilizan en la metodología TRIZ para el desarrollo de los capítulos posteriores.

Finalmente se determina la importancia del diagrama de flujo y se conoce el diagrama de flujo que maneja actualmente la empresa.

CAPÍTULO 2: APLICACIÓN DE TRIZ Y SU MATRIZ DE CONTRADICCIONES

El siguiente capítulo se enfoca en el análisis de la situación actual de la empresa y en la aplicación del modelo de TRIZ, partiendo de identificar las contradicciones que se encuentran en el procedimiento de “Gestionar la lista de materiales” para finalizar planteando principios innovadores.

El resultado que se busca, es proponer soluciones TRIZ a los problemas que actualmente existen en el abastecimiento de materiales.

2.1 Análisis de la situación actual

En la actualidad, las modificaciones a la “lista de materiales” se originan de una necesidad en una sección de la planta o de un proyecto solicitado por otra área de la empresa y que se centralizan a través del área de Investigación y Desarrollo.

Los proyectos se dividen en cuatro categorías:

- Estratégicos
- Documentales
- Mejora continua
- Administrativos

De los cuales, los tres primeros tienen injerencia en las modificaciones de estructura del producto tanto para cocción como para refrigeración (Véase Tabla 2).

Tabla 2: Número de proyectos

Categoría	Cocción	Refrigeración	Administración	Total
Estratégicos (EST)	4	2	0	6
Documentales (DOC)	1	1	0	2
Mejora continua (IPR)	28	40	0	68
Administrativos (ADM)	0	0	8	8
Total	33	43	8	84

Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

En el período de enero a junio 2018, la empresa maneja 84 proyectos, de los cuales, sólo ocho de ellos, no afectan a la estructura del producto por pertenecer a la categoría de administrativos.

Como información adicional, se debe conocer que en la empresa se apertura nuevos proyectos durante el año, manejando un promedio de doce proyectos nuevos que ingresan cada mes (Induglob S.A., 2018).

Por lo tanto, cuando el cambio de estructura se solicita por un proyecto, se maneja con un número de proyecto o SCMP (Solicitud Creación/Modificación Producto) y el técnico de Investigación y Desarrollo es el responsable de llenar un registro denominado “Informe de estructura”, el cual es validado en las etapas de ensamble de prototipo, lote pre piloto y lote piloto antes de incluir el cambio en la producción normal. Para este tipo de cambios, se crean códigos nuevos de materia prima, semielaborados o producto terminado (Induglob S.A., 2018).

En la siguiente ilustración se expone como ejemplo el registro de “Informe de estructura” en el cual, el técnico responsable solicita sustituir una materia prima por otra, según la SCMP #552371:

Ilustración 13: Registro informe de estructura

INFORME DE ESTRUCTURA																				
											ETAPAS: Ideas: <input type="checkbox"/> Anteproyecto: <input type="checkbox"/> Desarrollo: <input checked="" type="checkbox"/>									
Proyecto: Realizar mejoras en los productos Froster para el Cliente Cervecería Nacional. SCMP <input type="text" value="552371"/>											Costos: <input type="checkbox"/> Incorporación: <input checked="" type="checkbox"/>									
Producto a fabricar: VFV-520 Froster C (Nuevo modelo Control CAREL interna)											Nuevo código de producto: <table border="1"> <tr> <td>Si</td> <td>No</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td></td> </tr> </table>		Si	No	X					
Si	No																			
X																				
Técnico Responsable: Luis Carlos Doza																				
DESCRIPCIÓN	Código	Item Padre	Elimina		Incrementa		Modifica		Material	Peso/Medida	Aplica a nuevos ítems	Alección a EA	Proveedor/Fabricante	Observaciones						
			SI	CANT.	SI	CANT.	SI	CANT.												
B.P/G-G-40 0,6x608 neg.08-101	NR4445	121356	X	4,5 KL																
Plancha Mascarilla Froster 520	121420	121356			X	1														
B.P/G-G-40 0,6x608 neg.08-101	NR4445	121420			X	4,5 KL														
OBSERVACIONES: Cambios para el producto VF5057													Aprobado Jefe Dis-Desar./ Coord. Ing. Prod. Fecha: <table border="1"> <tr> <td>dd</td> <td>mm</td> <td>aa</td> </tr> <tr> <td>18</td> <td>05</td> <td>18</td> </tr> </table>		dd	mm	aa	18	05	18
dd	mm	aa																		
18	05	18																		

Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: (Induglob S.A., 2018).

Cuando la necesidad nace en una sección de la planta, en este caso los supervisores son los responsables de llenar otro registro denominado “Cambios de ingeniería directos solicitados por planta”. Cabe recalcar que este registro no es validado en ninguna etapa ni por otra área de la empresa (Induglob S.A., 2018).

En la ilustración que se expone a continuación se puede observar como ejemplo el registro de un “Cambio solicitado por planta” en el cual, el supervisor requiere eliminar dos materiales de un semielaborado (ítem padre) debido a que no se están utilizando en el mismo:

Ilustración 14: Registro de cambios de Ingeniería directos solicitados por planta

Registro de Cambios Directos Solicitados por Planta																
Modelo a los que aplica (Padres)	Ítems a Cambiar		Cam biar	Carg ar	Elimi nar	Sustit uir	Cantidad		Nº. Orden	CÓDIGO CAUSA						
	Código	Descripción	(C)	(N)	(R)	(S)	Actu al	Nuev a	OCD	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
120300	NR1701	Pol.548x37x15mm D20			X		1					X				
120448	NR1701	Pol.548x37x15mm D20			X		1					X				
Observaciones:																
No se está utilizando en estos modelos de contrapuestas.																
Elaborado		Revisado		Revisado		S1 - Auditoría de Estructura		S5 - Agotar Stock por Transición								
Nombre: Juan Durán		Nombre:		Nombre:		S2 - Cambio de Ruta		S6 - Problema por Desarrollo								
Solicitante		Ing Producto / Desarrollo		Estructura		S3 - Problema por Estructura		S7 - Modificación de Planta								
Fecha: 23-may-18		Fecha:		Fecha:		S4 - Ajuste Lote Piloto										

Fuente: (Induglob S.A., 2018).

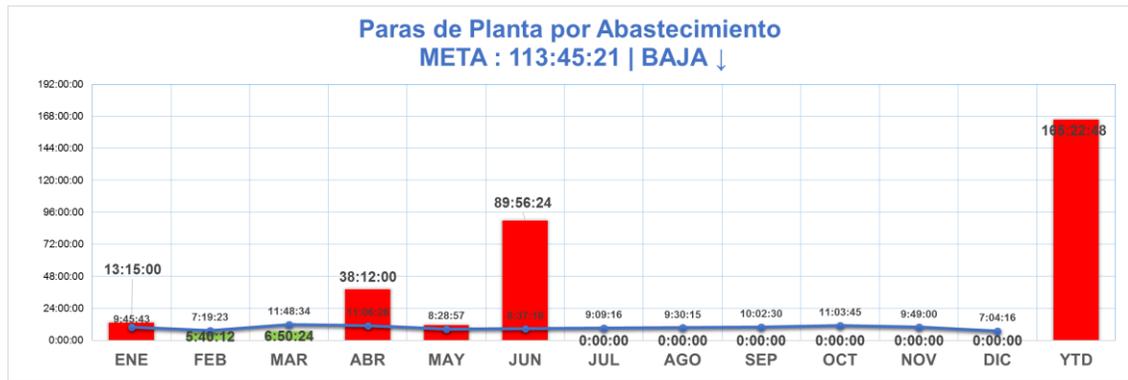
Elaborado por: (Induglob S.A., 2018).

En ambos casos, los registros o también conocidos como “carpetas” son enviados mediante correo electrónico al Analista de desarrollo de materiales (recurso del área autorizada para modificar la lista de materiales), quien ejecuta el procedimiento de “Gestionar la lista de materiales” analizando la información de manera manual, ejecutando el cambio en el sistema JDE (software) e informando la fecha de implantación o transición.

Los cambios solicitados requieren un aumento o disminución en las cantidades de un material según su unidad de medida, eliminación de materiales sobrantes, cambios de ruta en procesos, inclusión de un material faltante o sustitución de un material actual por un material nuevo, y en muchos casos se realizan a materiales de producción normal.

Cabe reiterar que un error o cambio innecesario repercute en parás en la planta ya que generan un desabastecimiento de materiales (Induglob S.A., 2018).

Ilustración 15: Paras de planta por Abastecimiento



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

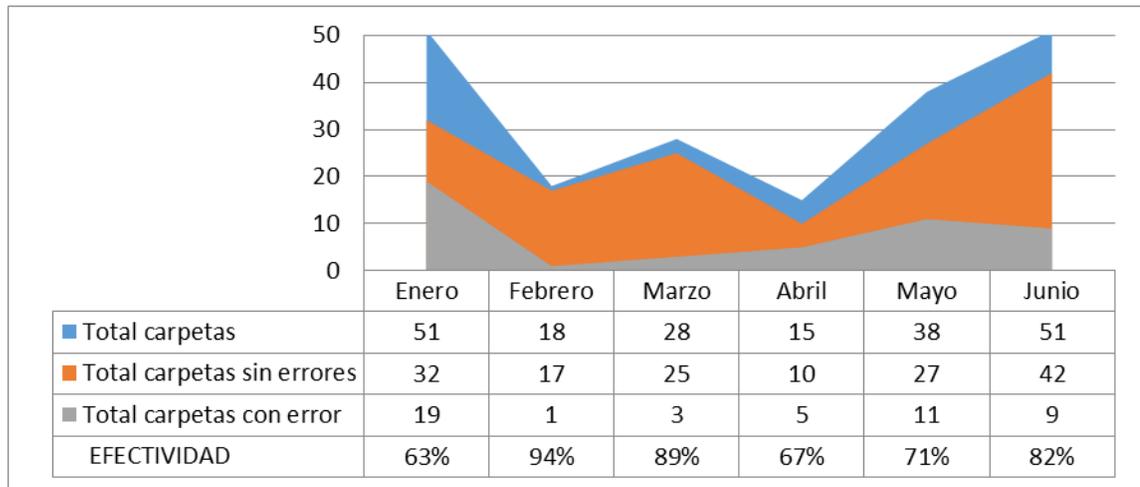
Elaborado por: (Induglob S.A., 2018).

En la empresa se lleva un indicador de paras en la planta por área, en el caso de Abastecimiento, las paras generadas en el período de enero a junio 2018 equivalen a 165:22:48 horas, y la meta planificada para todo el año es de 113:45:21 horas, por lo tanto se prevé que este año no se logre cumplir con el objetivo para este indicador (Induglob S.A., 2018).

También se ha identificado que existen errores en las “carpetas” para ejecución en el sistema JDE (software) que recibe el Analista de desarrollo de materiales.

En la siguiente ilustración se puede visualizar la efectividad de estas “carpetas”:

Ilustración 16: Carpetas para modificación estructura



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

La efectividad promedio por mes equivale a un 78%, es decir que las “carpetas” con errores corresponden a un promedio del 22%, por lo tanto se ha dividido en categorías los errores encontrados, siendo los más comunes: códigos inactivos, cantidades erróneas, ítem padre/código/descripción no aplica o mal digitado (Induglob S.A., 2018).

2.2 Construcción de un modelo de trueques

El trueque es el intercambio de objetos por otros sin referencia al dinero y con la mayor reducción posible de costos de transacciones sociales, culturales, políticos o personales (Appadurai, 2016). Un trueque permite visualizar una posible resolución del problema ya que, según TRIZ, cuando existen problemas, existen contradicciones dentro del mismo, por ello, en este punto estudiaremos el trueque como contradicción técnica y en el siguiente punto la contradicción inherente, conocida también, como contradicción física.

Para facilitar la identificación de las contradicciones, se debe aplicar una nueva herramienta de TRIZ conocida como las “nueve ventanas”, esta técnica utiliza las

dimensiones de tiempo y espacio divididas en nueve segmentos que contienen el pasado, presente y futuro, así como el sistema a nivel macro, actual y micro.

Las “nueve ventanas” ofrecen una manera simple y efectiva de adelantar a los solucionadores del problema a ver su situación problemática desde diferentes perspectivas (Mann, 2001). Por lo tanto, para realizar este ejercicio, se considera que el problema para el abastecimiento de materiales se basa en el procedimiento actual que maneja la “lista de materiales”.

Tabla 3: Las nueve ventanas

	PASADO	PRESENTE	FUTURO
MACRO NIVEL	No existía un sistema para realizar los cambios en la “lista de materiales” y stocks elevados.	Se realizan muchas actividades manuales antes de utilizar el sistema JDE.	Todos los cambios se realizan mediante JDE.
SISTEMA	No existía un procedimiento para gestionar la “lista de materiales”.	El procedimiento para gestionar la “lista de materiales” provoca que existan errores en la misma.	El procedimiento para gestionar la “lista de materiales” funciona óptimamente.
MICRO NIVEL	No existía “lista de materiales”.	La “lista de materiales” es detallada e indispensable.	La “lista de materiales” es POKA YOKE (a prueba de errores).

Fuente: (Andrade y Cárdenas, 2007).

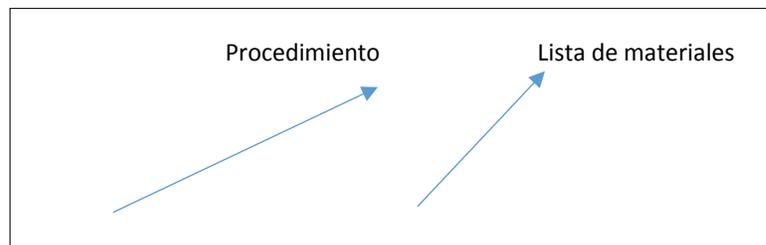
Elaborado por: La autora.

Con esta información de las “nueve ventanas” o también llamadas “pantallas para pensamiento talentoso” que presenta un panorama más holístico, se debe hallar varios pares conflictivos del abastecimiento de materiales. Hay que identificarlos para describir las características de estos pares conflictivos y determinar las contradicciones que nos permiten llegar a la solución del problema.

Según Rantanen y Domb citado por Andrade y Cárdenas consideran que una contracción es un conflicto en el sistema y un sistema se compone de dos componentes: herramienta y objeto (Andrade y Cárdenas, 2007). En este caso se usará como herramienta: el procedimiento y como objeto: la lista de materiales, siendo el par conflictivo para el abastecimiento de materiales.

Conflicto para el abastecimiento de materiales: “Si aumentan los procedimientos, aumentan los errores en la lista de materiales”.

Ilustración 17: Par conflictivo



Fuente: (Andrade y Cárdenas, 2007).

Elaborado por: La autora.

Para mejorar la visualización del conflicto, el siguiente paso es describir las características importantes tanto de la herramienta (procedimiento) como del objeto (lista de materiales) para establecer qué tiene mayor relevancia (procedimiento o lista de materiales) y formar nuevos pares conflictivos basados en las características del primero (véase Tabla 4).

Tabla 4: Características de la herramienta y objeto

Herramienta: PROCEDIMIENTO	Objeto: LISTA DE MATERIALES
Describe los pasos a seguir	Describe los materiales que se necesitan
Serie de actividades	Conjunto y subconjunto de materiales (materia prima y semielaborados)
Puede adaptarse a cambios	Puede sufrir cambios
Manual	Puede tener errores
Tiene responsables de cada área que interactúa en el mismo	Tiene cantidades y unidades de medida
Se necesita capacitación para realizar el procedimiento	Se necesita capacitación para tener éxito en los cambios ejecutados

Fuente: (Andrade y Cárdenas, 2007).

Elaborado por: La autora.

Debido a que “procedimiento” influye sobre “lista de materiales”, se define trabajar con “procedimientos” como herramienta, formando nuevos pares conflictivos tomados del cuadro anterior (cuarta y sexta), que estimamos como la característica que más influye en el conflicto.

1. Mientras más manual sea el procedimiento, aumenta la posibilidad de tener errores en la “lista de materiales”.
2. Mientras más capacitación se tenga para realizar el procedimiento de “Gestionar la lista de materiales”, aumenta la posibilidad de tener éxito en los cambios ejecutados.

La posible solución al primer par conflictivo sería:

- Automatizar el procedimiento para eliminar los errores en la “lista de materiales”.

Una posible solución al segundo par conflictivo sería:

- Capacitar en el “procedimiento” para que los cambios sean ejecutados con calidad en el sistema.

2.3 Intensificando la contradicción

Una contradicción física es una situación en la cual el mismo componente debe satisfacer demandas mutuamente excluyentes a su estado físico, por ejemplo, estar caliente y frío, o eléctricamente conductivo y aislado (Fey, 2007).

Por otro lado, un proceso no tiene propiedades físicas, químicas ni fisiológicas. Sin embargo, pueden exigirse propiedades contradictorias. Las contradicciones inherentes se formulan de forma tal que la propiedad deseada procede de la propiedad no deseada (Buchler, 2015). Para hallar la contradicción inherente se debe partir de los pares conflictivos desarrollados anteriormente.

Al considerar el par conflictivo número uno (mientras más manual sea el procedimiento, aumenta la posibilidad de tener errores en la lista de materiales) se encuentra la siguiente contradicción inherente: Se necesita automatizar el procedimiento para que se cometan menos errores en la “lista de materiales”, pero se necesita manejar de manera manual para que se analice los cambios a realizarse en la “lista de materiales”.

La contradicción inherente intensificada sería: Automatizar sin automatizar, y las posibles soluciones serían:

- Automatizar una parte del procedimiento.
- Uso de tabla de colores en el sistema JDE (software) para identificar los códigos comunes de todos los modelos.
- Abastecerse en base a subconjuntos.
- Usar celdas de manufactura para trabajar en subconjuntos.

Al considerar el par conflictivo número dos (mientras más capacitación se tenga para realizar el procedimiento, aumenta la posibilidad de tener éxito en los cambios ejecutados) se encuentra la siguiente contradicción inherente: Se necesita capacitar al personal en el procedimiento para que se tenga éxito en los cambios ejecutados en la lista de materiales, pero se necesita desarrollar un sistema a prueba de errores que no necesite capacitación para que los cambios se realicen correctamente.

La contradicción inherente intensificada sería: Capacitar sin capacitar y las posibles soluciones serían:

- Plan de capacitación a prueba de errores.
- Uso de personal con experiencia.
- Identificación de soluciones comunes para problemas repetitivos.

2.4 Aplicando los recursos

Otro punto fundamental, es el análisis de recursos que ayudará a resolver la contradicción, siendo los recursos las cosas, información, energía o propiedades de los materiales que están cerca del problema (Andrade y Cárdenas, 2007). En este caso el recurso es el sistema JDE (software), que debe guiar a un resultado ideal final que resuelve la contradicción sin compromiso. Los recursos son usados para ir desde la contradicción a la solución más perfecta posible (Andrade y Cárdenas, 2007).

En términos de TRIZ, un recurso es cualquier cosa en el sistema que no se esté utilizando a su máximo potencial. El descubrimiento de tales recursos revela oportunidades a través de las cuales se puede mejorar el diseño de un sistema (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Los recursos definen la zona de desarrollo próximo deduciendo un resultado ideal final y eliminando la contradicción. El resultado ideal final sería que el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales” no genere problemas en el abastecimiento de materiales, y los recursos necesarios para lograr este resultado sería:

- Proceso manual
- Sistema automatizado
- Actividades innecesarias
- Capacitación
- Personal auto capacitado en el procedimiento
- Cambios
- POKA YOKE
- Estandarización

Para seleccionar los recursos más útiles a nivel de herramientas, objetos, macro nivel, micro nivel y a un nivel adicional que es el medio ambiente, se realizará una clasificación de recursos (véase Tabla 5).

Tabla 5: Clasificación de recursos

Herramienta: PROCEDIMIENTO		Objeto: LISTA DE MATERIALES	
Recursos del sistema:	Solución:	Recursos del sistema:	Solución:
Proceso manual	Mejorar el procedimiento parte manual	Sufre cambios	Lista de materiales con menos cambios
Recursos en el macro nivel:	Solución:	Recursos en el macro nivel:	Solución:
Automatizado	Procedimiento parte automatizado	POKA YOKE	Lista de materiales POKA YOKE
Recursos en el micro nivel:	Solución:	Recursos en el micro nivel:	Solución:
Actividades	Eliminar las actividades que no agreguen valor	Estandarización	Estandarización de materiales a nivel de producto
Recursos en el medio ambiente:	Solución:	Recursos en el medio ambiente:	Solución:
Personal con experiencia	Identificar al mejor personal para “procedimiento”	Personal capacitado	Personal capacitado en el producto (conocer los materiales de cada producto)

Fuente: (Andrade y Cárdenas, 2007).

Elaborado por: La autora.

Una de las mejores soluciones sería que parte del procedimiento sea automatizado, por lo que se propone las siguientes mejoras:

- Para los cambios de servicio técnico se puede solicitar que el Analista de estructura pre-filtre la información y envíe todos los códigos matriculados.
- Automatizar JDE (software) para que permita manejar las transiciones por sistema.
- Solicitar que el Analista de estructura pre-filtre la información y envíe códigos activos y semielaborados con estructura para modelos nuevos.

Una solución más que se debe considerar, es que la “lista de materiales” sea POKA YOKE, por lo que se propone las siguientes mejoras:

- Crear un sistema de alertas en JDE (software) que permita visualizar cuando los códigos estén inactivos.
- Crear un sistema de análisis de impacto que permita visualizar la afección en costos por stocks y por los cambios generados de materiales.

2.5 Planteamiento de resultado ideal final

El resultado final ideal (RIF) es una de las herramientas utilizadas durante la fase de definición de problemas de TRIZ. Describe una solución a un problema libre de cualquier mecanismo o restricción del problema o problema original (Phinney, 2014).

Centrarse en el RIF hace que no sea razonable ni aceptable conformarse con soluciones que no sean óptimas (Phinney, 2014). Para obtener el RIF es importante conocer el concepto de idealidad, que se resume en la sumatoria de todos los beneficios dividida por la suma de todos los costos y todo el daño, y se puede expresar con la siguiente fórmula (Phinney, 2014):

$$\text{Idealidad} = \frac{\Sigma \text{Beneficios}}{(\Sigma \text{Costos} + \Sigma \text{Daños})}$$

Según Rantanen y Domb citado por Andrade y Cárdenas para obtener el resultado ideal final usando los recursos se requiere de tres pasos:

1. Seleccione el recurso primario o más importante, que tenga una contradicción inherente: Se necesita automatizar sin automatizar el procedimiento.
2. Liste los recursos auxiliares o recursos que puedan sustituir al recurso primario: Manual, actividades, personal capacitado en el procedimiento, sufre cambios, estandarización, personal capacitado en la lista de materiales
3. Cambie el recurso principal usando recursos auxiliares de tal manera que la contradicción se evapore: Si el procedimiento se maneja una parte manualmente, se lograría automatizar la otra parte sin tener que automatizar todo el procedimiento.

Los beneficios incrementados sería que el procedimiento de “Gestionar la lista de materiales” no genere problemas en el abastecimiento de materiales, los costos reducidos sería el costo por paras en la planta y el daño reducido sería que disminuyan las paras en la planta. Finalmente para conocer si se obtuvo el resultado esperado, se aplican los siguientes criterios de evaluación (véase Tabla 6).

Tabla 6: Criterios de evaluación

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RESPUESTA ESPERADA	RESPUESTA REAL
¿Desaparecen las características negativas?	SI	SI. Las paras en planta se disminuirán.
¿Se mantienen las características útiles? ¿Asoman nuevos beneficios?	SI	SI. Al tener un procedimiento parte manual, parte automatizado permite analizar los cambios y menos probabilidades de errores.
¿Aparecen nuevas características negativas?	NO	NO
¿El sistema se torna más complejo?	NO	NO. Se vuelve más simple.
¿Ha sido resulta la contradicción inherente primaria?	SI	SI
¿Siguen sin usarse los recursos que no fueron utilizados y que están disponibles con facilidad?	SI	SI
¿Hay facilidad de implementación?	SI	SI

Fuente: (Andrade y Cárdenas, 2007).

Elaborado por: La autora.

La respuesta real es igual a la respuesta esperada, por lo tanto se cumple el objetivo de este punto. El resultado final ideal fomenta el uso del pensamiento innovador al permitirle visualizar una solución ideal que aproveche las ventajas del sistema actual sin tener en

cuenta las deficiencias. Centrarse en la RIF hace que no sea razonable ni aceptable conformarse con soluciones que no sean óptimas (Phinney, 2014).

2.6 Planteamiento de principios innovadores

Los 40 Principios de la invención brindan a los innovadores medios sistemáticos y potentes para salir de los paradigmas actuales y convertirlos en nuevos y emocionantes beneficios (Mann y Domb, 2018).

A continuación se enumerarán los 40 principios aplicables a los negocios que Mann y Domb también detallan en su artículo:

1. Segmentación, Fragmentación
2. Separación, Sacar, Extraer
3. Calidad local
4. Cambio de simetría, Asimetría
5. Combinación, Fusión, Consolidación
6. Multifuncionalidad, Universalidad
7. Muñeca anidada
8. Compensación de peso, Anti-peso
9. Acción opuesta preliminar, Acción contraria
10. Acción preliminar
11. Compensación de antemano, Amortiguación previa
12. Equipotencialidad
13. Al revés, Hacerlo en reversa, Hacerlo al revés

14. Incremento de curvatura, Curvatura
15. Partes dinámicas, Dinámica
16. Acciones parciales o excesivas
17. Cambio dimensional, Otra dimensión
18. Vibración mecánica
19. Acción periódica
20. Continuidad de acción útil
21. Apresurando o pasando por alto, Saltarse
22. Bendición disfrazada, Bendición oculta
23. Retroalimentación
24. Intermediario
25. Auto-servicio
26. Copiar
27. Desechables baratos, Disponibles baratos
28. Sustitución de interacción mecánica
29. Neumática e hidráulica
30. Cáscaras flexibles y películas finas, Cubiertas flexibles y películas delgadas
31. Materiales porosos
32. Cambios en propiedades ópticas
33. Homogeneidad
34. Descartando y recuperando

35. Cambios de parámetros, Transformación de propiedades
36. Transiciones de fase
37. Expansión térmica
38. Oxidantes fuertes
39. Atmósfera inerte
40. Materiales compuestos

Para determinar cuál de estos principios será la solución al problema de abastecimiento de materiales, se utilizará la matriz de contradicción, en la cual se debe definir que característica se está mejorando, y a partir de esta característica definir cuál empeora, la interacción entre estas dos, da las soluciones buscadas.

Como concepto, la matriz de contradicción muestra cuál de los 40 principios inventivos se debe utilizar cuando se busca una solución (Domb, 2018). En la siguiente ilustración se puede observar la matriz de contradicción:

Tabla 7: Resultados aplicando la matriz de contradicción

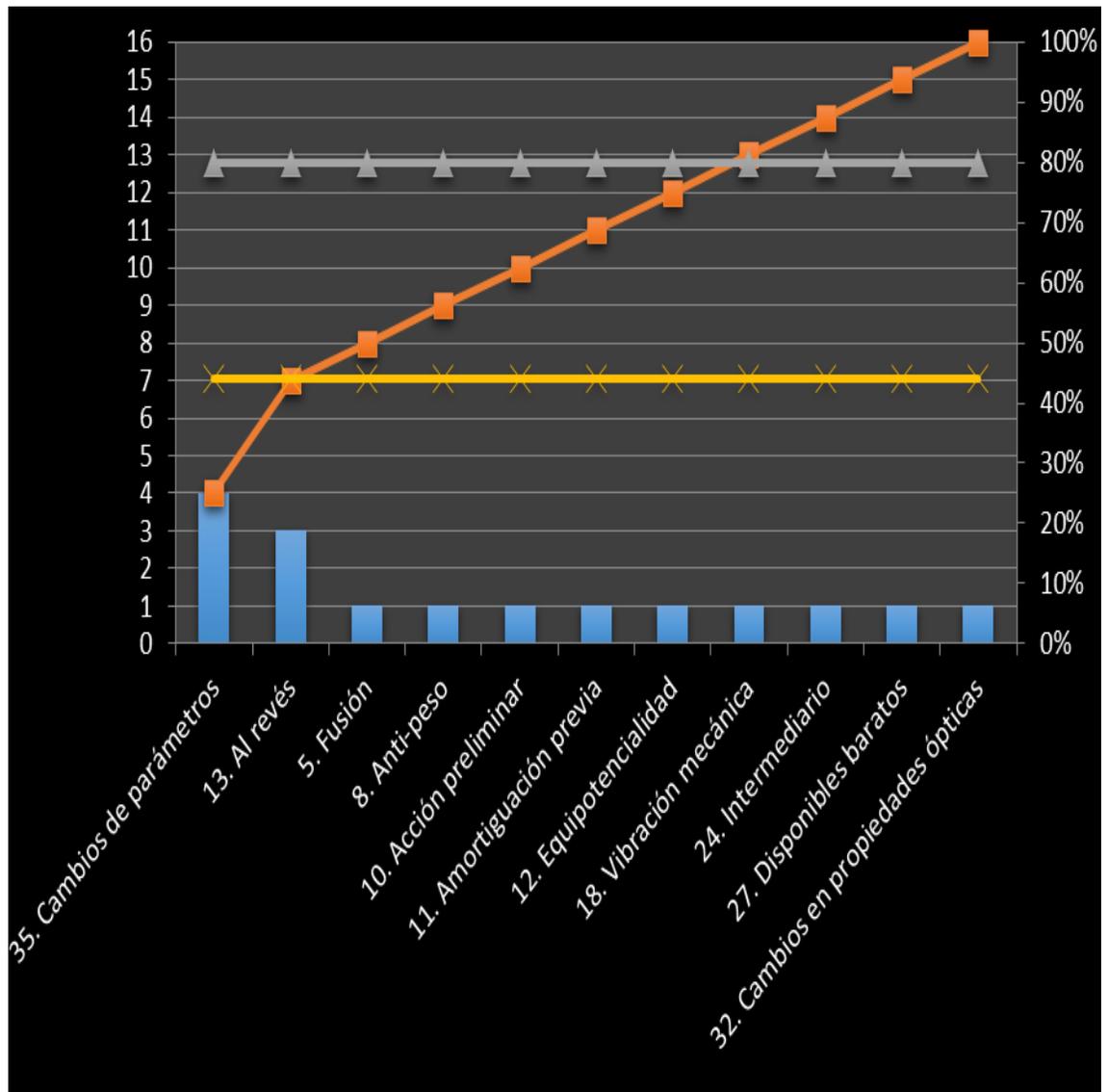
Característica mejorada	Característica que empeora	Resultados
Pérdida de información	Límite o alcance de automatización	35. Cambios de parámetros
Pérdida de tiempo	Pérdida de energía	5. Fusión 10. Acción preliminar 18. Vibración mecánica 32. Cambios en propiedades ópticas
Fiabilidad	Límite o alcance de automatización	11. Amortiguación previa 13. Al revés 27. Disponibles baratos
Facilidad de operación	Cantidad de sustancia/de materia	12. Equipotencialidad 35. Cambios de parámetros
Adaptabilidad o versatilidad	Fiabilidad	8. Anti-peso 13. Al revés 24. Intermediario 35. Cambios de parámetros
Límite o alcance de automatización	Cantidad de sustancia/de materia	13. Al revés 35. Cambios de parámetros

Fuente: (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Elaborado por: La autora.

Para centrarnos en los resultados más óptimos, se aplica el diagrama de Pareto (véase ilustración 18), en cual si aplicamos el 80-20, el rango de resultados sigue siendo amplio y por ello se define trabajar con otro porcentaje, ya que los vitales con número de repeticiones mayor, se encuentra en el 44%.

Ilustración 19: Pareto de resultados



Fuente: (Barry, Domb y Slocum, 2018).

Elaborado por: La autora.

En base a esta información, se define trabajar con el resultado 13 (Al revés) y 35 (Cambio de parámetros).

El principio 13 dice: “Al revés, Hacerlo en reversa, Hacerlo al revés” y las posibles soluciones serían:

- Se culpe al proceso, no a la persona.
- Utilizar subconjuntos en lugar de utilizar piezas.
- Hacer celdas de manufactura para subconjuntos.
- Comprar productos prefabricados.

Mientras que el principio 35 dice: “Cambios de parámetros, Transformación de propiedades” y las posibles soluciones serían:

- Utilizar un software con opciones para el uso de principiantes a experto (potencializar el JDE).
- Abastecimiento en subconjuntos (realizado en otra planta).
- Tener un diseño de refrigeradores y cocinas más simples.
- Tener un diseño de refrigeradores y cocinas en base a materiales de línea de los proveedores.
- Hacer celdas de manufactura para subconjuntos.
- No se solicite el cambio a través de Ingeniería y Desarrollo, sino a través de Manufactura.

Lo que indica que el análisis realizado al inicio del capítulo dos concuerda con los resultados finales y se debe trabajar en automatizar sin automatizar (automatizar una parte del procedimiento), y al mismo tiempo en capacitar sin capacitar (basándose en un sistema a prueba de errores).

2.7 Conclusiones

El análisis de la situación actual de Indurama permite conocer cómo se gestiona la “lista de materiales” con las diferentes áreas de la empresa y que la afección actual en cuanto a parás en la planta por problemas en el abastecimiento de materiales es alta.

Al aplicar la metodología TRIZ en el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales” se determina las contradicciones del sistema, se establece el par conflictivo principal y se hallan las contradicciones inherentes, que al aplicar los recursos permite definir el resultado ideal final.

Finalmente, se eligen dos principios innovadores de la matriz de contradicciones que se pueden aplicar al procedimiento que maneja la “lista de materiales” y que da como resultado acciones para automatizaciones y sistemas a pruebas de errores.

CAPÍTULO 3: INTERACCIÓN DE LOS RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE TRIZ CON OTRAS HERRAMIENTAS

El siguiente capítulo permite identificar la interacción de otras herramientas con los resultados obtenidos al aplicar TRIZ, para plantear principios aplicables al procedimiento de “Gestión de lista de materiales” y realizar una propuesta de un diagrama de flujo reestructurado. El resultado que se espera es proponer soluciones integrales a los problemas que existen en el abastecimiento de materiales.

3.1 Interacción de los resultados de la aplicación de TRIZ con otras herramientas

De los resultados obtenidos al aplicar los principios 13 (Al revés) y 35 (Cambio de parámetros), se puede complementar estos resultados con otras herramientas, y así obtener soluciones integrales para los problemas existentes en el abastecimiento de materiales. A continuación se detallan las herramientas aplicables a cada posible solución:

Culpe al proceso, no a la persona:

La documentación de un proceso es importante porque conserva el conocimiento de la organización y asegura que no se cambie o se pierda (Agudelo Tobón y Escobar Bolívar, 2007). Por ello, es importante registrar diariamente los procesos de una organización, de tal manera que las personas nuevas puedan realizar sus funciones con toda la información disponible y sus decisiones sean acertadas.

Si se aplica el círculo de Deming en este punto, cada que se verifique un proceso, puede estar en el punto de actuar sobre el proceso, esto quiere decir que el proceso se puede ejecutar de una mejor forma a partir de la observación de las causas que originaron alguna falla durante su ejecución (Agudelo Tobón y Escobar Bolívar, 2007).

El círculo de Deming se divide en cuatro etapas: “planear”, “hacer”, “verificar” y “actuar”.

En la etapa de planear se realiza un análisis de las fortalezas y debilidades existentes para establecer los puntos en los que se debe tomar acción y mejorar el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales”.

Fortalezas:

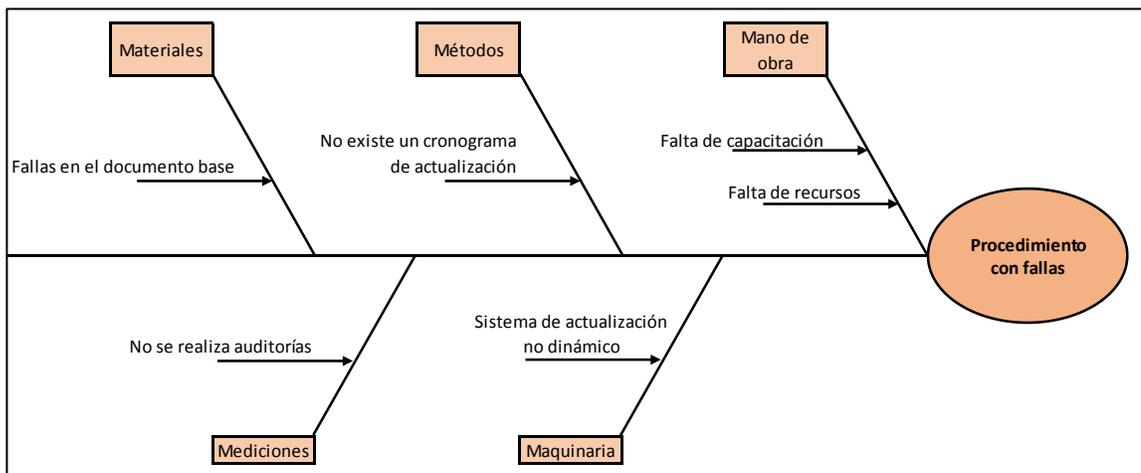
- El procedimiento está bien definido y documentado.

Debilidades:

- No se han realizado cambios en el procedimiento desde el inicio.
- Los clientes externos emiten quejas, puntualizando que el procedimiento permite cometer errores en la “lista de materiales”.

También se elabora un diagrama de Ishikawa, para definir las causas por las cuales el procedimiento tiene fallas.

Ilustración 20: Ishikawa



Fuente: (Agudelo Tobón y Escobar Bolívar, 2007).

Elaborado por: La autora.

Debido a que no se cuenta con un historial de causas, no se puede elaborar una hoja de verificación, estratificación y diagrama de Pareto, sin embargo se consideran todas las causas existentes y se definen soluciones.

Tabla 8: Análisis de causas y posibles soluciones

CAUSAS	SOLUCIONES
Fallas en el documento base	Realizar una auditoría al procedimiento actual
No existe un cronograma de actualización	Elaborar un cronograma de actualización del subproceso y procedimientos
Falta de capacitación	Capacitar sobre normalización y auditorías al equipo
Falta de recursos	Designar un normalizador secundario
No se realiza auditorías	Elaborar un plan de auditoría del procedimiento
Sistema de actualización no dinámico	Gestionar con TI un sistema dinámico que permita realizar las actualizaciones de forma ágil

Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

A partir de las debilidades y de las herramientas de apoyo que se utilizaron, se define un plan de gestión, el cual se presenta a continuación:

Ilustración 21: Plan de gestión del procedimiento

ACCIONES DE MEJORA	CRONOGRAMA (SEMANAS)												RECURSOS		PRESUPUESTO	RESPONSABLES		EVIDENCIAS
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	HUMANOS	FÍSICOS		PRIMARIO	APOYO	
Realizar una auditoría al procedimiento actual	■												Asesores	Computador Excel	-	Normalizador		Hoja de resultados de auditoría
Elaborar un cronograma de actualización del subproceso y procedimientos	■	■	■										Asesores	Computador Excel	-	Normalizador		Cronograma de actualización
Capacitar sobre normalización y auditorías al equipo				■	■	■							Asesores	-	\$ 600,00	Normalizador		Hoja de asistencia
Designar un normalizador secundario							■						Asesores	-	\$ 400,00	Jefe de Normalización	Normalizador	Hoja de nombramiento
Elaborar un plan de auditoría del procedimiento								■					Asesores	Computador Excel	-	Normalizador		Plan de auditoría
Gestionar con TI un sistema dinámico que permita realizar las actualizaciones de forma ágil									■	■	■	■	Asesores	-	\$ 2.000,00	Jefe de Normalización	Normalizador	Sistema dinámico

Fuente: (Induglob, 2018).

Elaborado por: La autora.

En la etapa de hacer, se debe ejecutar el plan de gestión del procedimiento y posteriormente realizar la etapa de verificación, en la cual se utilizará el método del semáforo que mide el cumplimiento de la siguiente manera:

Rojo: Incumplimiento ■

Amarillo: Seguimiento ■

Verde: Cumplimiento ■

También se puede utilizar una hoja de verificación para comparar si las causas que generan fallas en el procedimiento para “Gestionar la lista de materiales”, se mantienen o se eliminan a través del tiempo.

Finalmente para la etapa de actuar, se debe analizar las causas de las desviaciones del plan de gestión en base a los resultados obtenidos, al aplicar los 40 principios de TRIZ y así, implementar medidas correctivas y preventivas.

Utilizar subconjuntos en lugar de utilizar piezas, abastecimiento en subconjuntos (realizado en otra planta), comprar productos prefabricados y tener un diseño de refrigeradores y cocinas en base a materiales de línea de los proveedores:

El trabajar con subconjuntos, productos prefabricados o utilizar materiales de línea de los proveedores, permite estandarizar y automatizar los procesos de ensamble y sub-ensamble de refrigeración y cocinas. Por ello podemos aplicar en este punto la herramienta Jidoka.

Jidoka significa verificación en el proceso o automatización con un toque humano, y pretende la máxima eficiencia en todos los aspectos, con el mínimo consumo de recursos. (Cuatrecasas y González, 2017).

Los sistemas que comúnmente se utilizan en Jidoka son los sistemas ANDON y POKA YOKE.

ANDON que en español significa “señal”, permite controlar de una manera visual los problemas, e implica el desarrollo de dispositivos y sistemas que permitan controlar la marcha de los procesos observando directamente (Cuatrecasas y González, 2017). Un ejemplo para hacer los problemas visibles, son los tableros ANDON que emiten alarmas de luces o sonidos para alertar a los operadores.

Mientras que POKA YOKE en español significa “a prueba de errores”, y consiste en sistemas físicos, que pueden ser de naturaleza diversa (electrónicos, mecánicos, informáticos, etc.) con la finalidad de evitar o reducir al máximo las posibilidades de error (Montoliu y González, 2013). Por ejemplo, un utillaje para colocación de adhesivos, debe ser diseñado de tal manera que permita poner el adhesivo en la misma dirección y en la misma posición para todos los productos.

Las ventajas de aplicar estos sistemas, son las siguientes:

- Líneas de producción que alerten y paren sus actividades cuando exista un problema (paro automático de máquinas).
- Personas nuevas podrán ejecutar las tareas de manera correcta utilizando los dispositivos POKA YOKE.

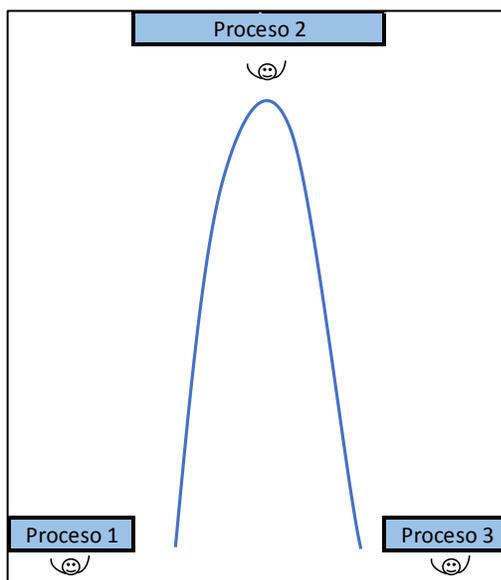
- Control visual.
- Eficiencia en las líneas de producción.
- Trabajo estandarizado.

Hacer celdas de manufactura para subconjuntos

Las celdas de manufactura corresponden a una agrupación de máquinas distintas, con el objetivo de lograr un flujo de producción ordenado y secuencial (Platas y Cervantes, 2014).

Actualmente en Indurama se trabaja con celdas de manufactura en “U” y “en línea”. Las celdas en “U” hacen referencia a que las maquinarias se encuentran localizadas según un flujo de procesos en “U” y generalmente se encuentran en los sub-ensambles.

Ilustración 22: Celda de manufactura en "U"

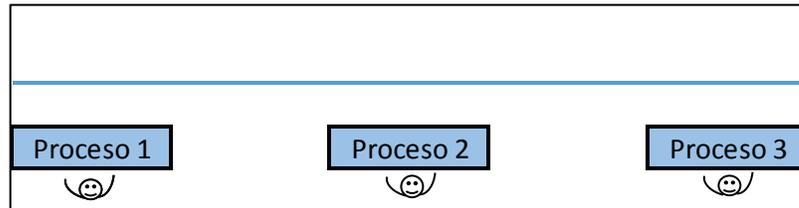


Fuente: (Platas y Cervantes, 2014).

Elaborado por: La autora.

Las celdas “en línea”, hacen referencia a que las maquinarias se encuentra localizadas “en línea”, según su flujo de proceso lineal y generalmente se encuentran en los ensambles.

Ilustración 23: Celda de manufactura "en línea"



Fuente: (Platas y Cervantes, 2014).

Elaborado por: La autora.

Por lo tanto en este punto se plantea utilizar herramientas que permitan tener un flujo de materiales adecuado y se describen a continuación:

- Herramienta SMED:

En español significa intercambio de dados en un solo minuto, y se refiere al intercambio rápido de herramientas y arreglos en los talleres, de modo que se puedan manejar varios productos en lotes pequeños con el mismo equipo (Evans y Lindsay, 2008).

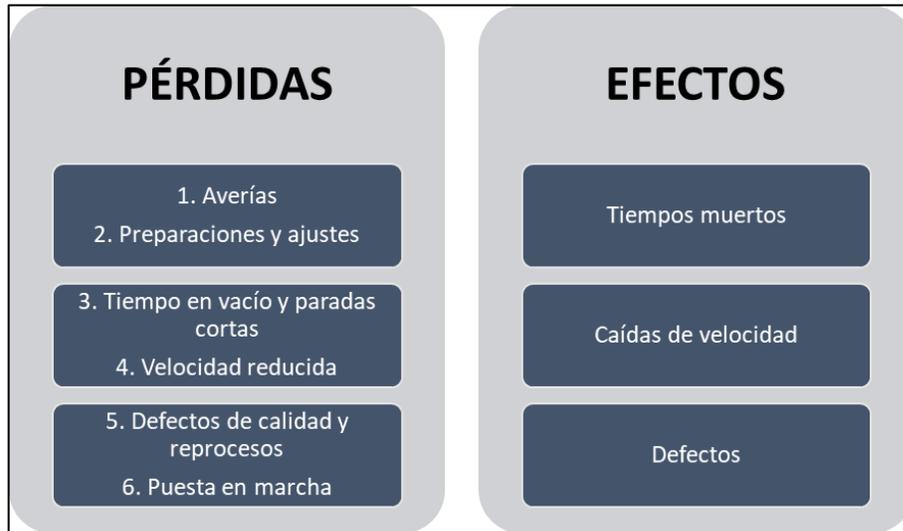
Es decir SMED permite que se disminuyan los tiempos en los cambios de moldes y matrices, garantizando la disponibilidad de las maquinarias para los lotes de producción.

- Herramienta TPM:

En español significa mantenimiento productivo total, y está diseñado para garantizar que el equipo se encuentre en condiciones de funcionar y disponible cuando se le necesita (Evans y Lindsay, 2008).

El TPM permite establecer un sistema de mantenimiento preventivo y maximizar la efectividad, reduciendo las seis grandes pérdidas:

Ilustración 24: Agrupación de las pérdidas en función de los efectos que provocan



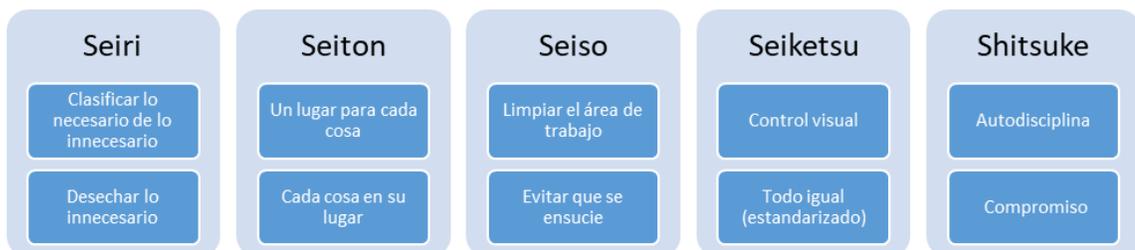
Fuente: (Cuatrecasas y Torrell, 2010).

Elaborado por: La autora.

- Herramienta 5's:

Se derivan de los términos japoneses: seiri (clasificar), seiton (ordenar), seiso (limpiar), seiketsu (estandarizar) y shitsuke (mantener), y definen un sistema para la organización y estandarización del lugar de trabajo (Evans y Lindsay, 2008).

Ilustración 25: Las 5's



Fuente: (Evans y Lindsay, 2008).

Elaborado por: La autora.

Las 5's se pueden aplicar en todas las secciones de Indurama, sobre todo en las celdas de manufactura para obtener un resultado integral, fusionándose con SMED y TPM.

Tener un diseño de refrigeradores y cocinas más simples, utilizar un software con opciones para el uso de principiantes a experto, y no se solicite el cambio a través de ingeniería y desarrollo, sino a través de manufactura:

Para mejorar el proceso de desarrollo de productos todas las áreas deben trabajar en conjunto, es decir se debe aplicar la ingeniería concurrente.

La ingeniería concurrente implica equipos multifuncionales que casi siempre constan de 4 a 20 miembros e incluyen todas las especialidades de la empresa y es un proceso en el cual todas las funciones principales para llevar un producto al mercado participan de manera continua en su desarrollo, desde la concepción hasta su venta (Evans y Lindsay, 2008).

Al mejorar el diseño del producto, se tendrán “listas de materiales” esbeltas, y también puede ser posible mediante la aplicación de la TI (Tecnología de la Información), la cual permite que los empleados trabajen simultáneamente en una interacción continua por medio de la comunicación electrónica (Hill y Jones, 2009).

Es decir, se puede aplicar también la ingeniería concurrente en el software que usa Indurama: JDE, y se debe fusionar con los sistemas ANDON y POKA YOKE que se describieron anteriormente, con la finalidad de que un principiante pueda usar el software sin cometer equivocaciones a nivel de un experto.

Otra metodología aplicable en este punto, es el QFD (Quality Function Deployment) que en español significa el “despliegue de la función de calidad” o también se le conoce como la “casa de la calidad”.

El QFD es un sistema que establece y asigna prioridades a las oportunidades para mejorar un producto, servicio y proceso, que producen una mayor satisfacción del cliente y

aseguran la incorporación exacta de la “voz del cliente” a través de la organización, desde la planeación del producto hasta el servicio en campo (Besterfield, 2009).

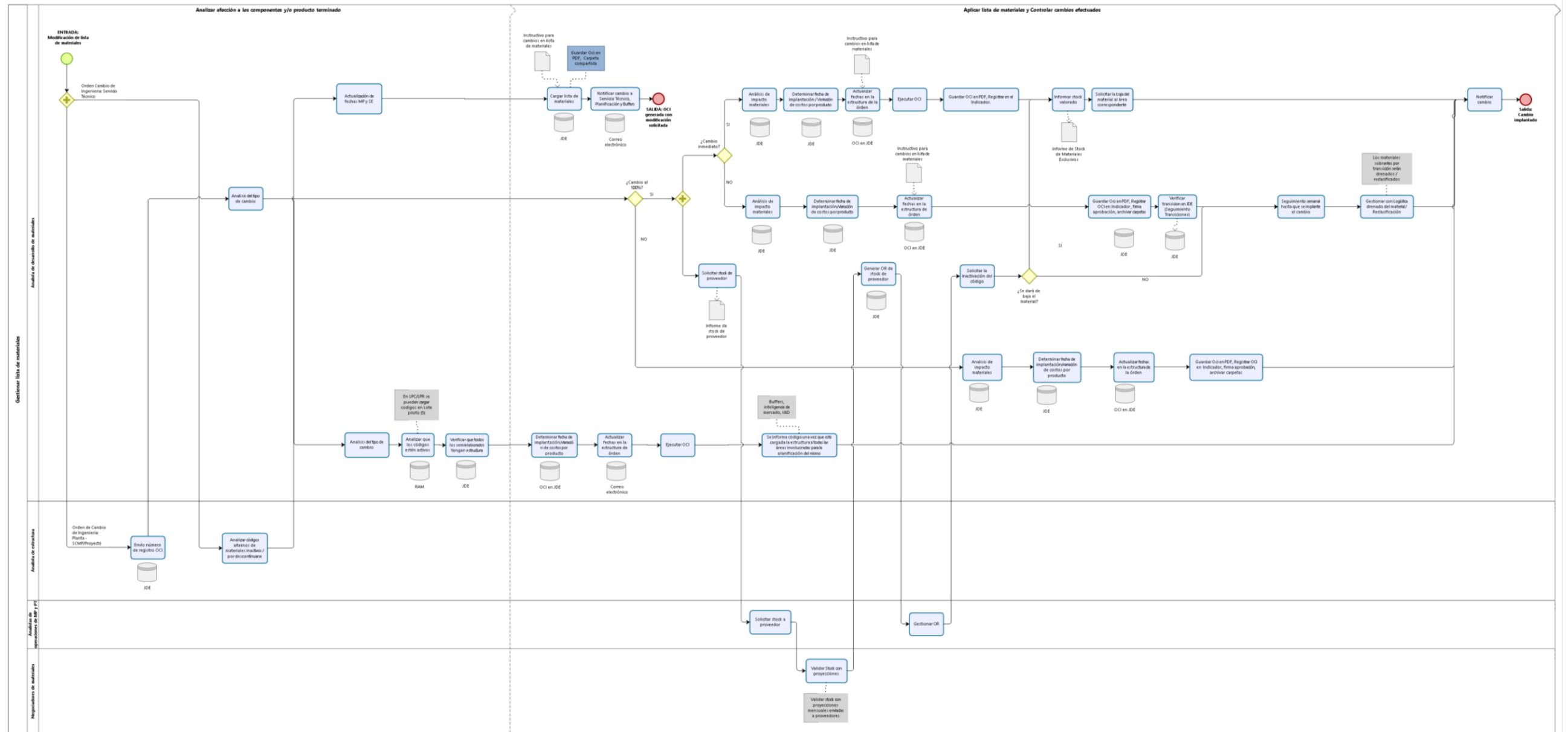
A través del QFD, todas las decisiones de diseño, manufactura y control se toman de modo que satisfagan las necesidades expresadas del cliente y las empresas se benefician a través de una mejor comunicación y un mejor trabajo en equipo entre todos los participantes de la cadena de valor (Evans y Lindsay, 2008).

También se pueden obtener beneficios adicionales al aplicar nuevamente TRIZ en el QFD para crear nuevos conceptos del producto y resolver las contradicciones (Andrade y Cárdenas, 2007).

3.2 Modelo de diagrama de flujo reestructurado

Con base en los resultados obtenidos en la aplicación de TRIZ y su matriz de contradicciones, se establece un diagrama de flujo reestructurado, en el cual se aplican las posibles soluciones que se determinaron en el capítulo dos.

Ilustración 26: Diagrama de flujo reestructurado



Fuente: (Induglob S.A., 2018).

Elaborado por: La autora.

3.3 Propuesta integral de solución de problemas

Con base en todo el estudio realizado en los capítulos dos y tres, se elabora una propuesta integral para la solución de problemas en el abastecimiento de materiales, que se puede visualizar a continuación:

Tabla 9: Propuesta integral de solución de problemas del primer resultado

Resultado	Posibles soluciones	Herramientas	Herramientas de apoyo
Principio 13: “Al revés, Hacerlo en reversa, Hacerlo al revés”	Se culpe al proceso, no a la persona	Planear	Diagrama de Ishikawa
			Plan de gestión del procedimiento
		Hacer	
		Verificar	Método del semáforo
			Hoja de verificación
		Actuar	Medidas correctivas y preventivas
	Utilizar subconjuntos en lugar de utilizar piezas	Jidoka	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE

	Hacer celdas de manufactura para subconjuntos	SMED	
		TPM	
		5'S	
	Comprar productos prefabricados	Jidoka	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: La autora.

En la Tabla 9, se puede visualizar la propuesta integral de solución de problemas basada en el primer resultado encontrado, y la Tabla 10 se basa en el segundo resultado como se puede observar a continuación:

Tabla 10: Propuesta integral de solución de problemas del segundo resultado

Principio 35: “Cambios de parámetros, Transformación de propiedades”	Utilizar un software con opciones para el uso de principiantes a experto	Ingeniería concurrente	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE
	Abastecimiento en subconjuntos (realizado en otra planta)	Jidoka	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE

	Tener un diseño de refrigeradoras y cocinas más simples	Ingeniería concurrente	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE
		QFD	
	Tener un diseño de refrigeradoras y cocinas en base a materiales de línea de los proveedores	Jidoka	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE
	Hacer celdas de manufactura para subconjuntos	SMED	
		TPM	
		5'S	
	No se solicite el cambio a través de Ingeniería y Desarrollo, sino a través de Manufactura	Ingeniería concurrente	Sistema ANDON
			Sistema POKA YOKE
		QFD	

Fuente: Elaboración propia.

Elaborado por: La autora.

3.4 Conclusiones

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología TRIZ, se pueden combinar con varias herramientas para obtener mejores resultados en el abastecimiento de materiales.

Si es posible elaborar un diagrama de flujo reestructurado y una propuesta integral de solución de problemas, a partir de todo el estudio realizado en los capítulos dos y tres.

CONCLUSIONES

Es importante conocer sobre el tipo de organización en la que se pueden aplicar los conceptos y bases teóricas adquiridas a lo largo de la carrera, entre los cuales se han utilizado: TRIZ, PHVA, JIDOKA, SMED, TPM, Ingeniería concurrente, QFD; herramientas que permitieron elaborar la propuesta integral final para solucionar los problemas en el abastecimiento de materiales en Indurama.

Utilizando la metodología de la invención (TRIZ) se presentó una propuesta inicial de solución de problemas fundamentados en las contradicciones que tiene el problema, siguiendo los pasos establecidos en el modelo de TRIZ simplificado y complementando las soluciones encontradas aplicando la matriz de contradicción y sus 40 principios innovadores, hasta determinar la idealidad del sistema, en el cual se incrementan los beneficios y se minimizan los costos y daños por paras de producción en la planta.

Para no generar problemas en el abastecimiento de materiales, se concluye que se debe automatizar una parte del procedimiento que maneja la “lista de materiales” y utilizar dispositivos POKA YOKE, y aplicando la matriz de contradicciones se encuentran los principios que llevan a las posibles soluciones, las mismas que permiten realizar una reestructuración al diagrama de flujo actual del procedimiento para “Gestionar la lista de materiales”.

Una vez concluida la aplicación de TRIZ, se integraron herramientas que permiten complementar las soluciones iniciales y se determinó una solución integral final que permitirá solucionar los problemas en el abastecimiento de materiales.

Finalmente se ha podido concluir que la “Propuesta para la solución de problemas mediante la aplicación de la metodología TRIZ en el proceso de abastecimiento de materiales en Indurama” es aplicable no sólo a materiales, sino también a procesos y procedimientos.

RECOMENDACIONES

En el caso de aplicar la propuesta de solución de problemas que se elaboró, se sugiere realizar una capacitación sobre la metodología de la invención (TRIZ) y sobre la aplicación de las herramientas descritas en el tercer capítulo, así como de las herramientas de apoyo que complementan la propuesta, con la finalidad de comprender a profundidad la aplicación de cada concepto y así tener resultados más favorables.

Es importante que las empresas conozcan sobre la metodología TRIZ, ya que es una herramienta que permite solucionar los problemas desde la raíz y garantizan que la idealidad de los sistemas.

Finalmente para continuidad del estudio, en el futuro se sugiere aplicar todos los 40 principios de la matriz de contradicciones, aumentando de esta manera el rango de soluciones, lo que permite tener varias opciones adicionales para tomar la decisión más acertada y solucionar los problemas en el abastecimiento de materiales.

BIBLIOGRAFÍA

Induglob S.A. (2018). <http://induramaaldia/>

Murray, M. (2016, Agosto). Bill of materials. *The Balance* 1(1). Recuperado de <https://www.thebalance.com/bill-of-materials-2221363>

Soret de los Santos, I. (2009). *Logística y operaciones en la empresa*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=KubmRuDdV6IC&pg=PA121&dq=importancia+de+la+lista+de+materiales&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwic3u7-ooPYAhXRI-AKHSvTDP4Q6AEIPDAE#v=onepage&q=importancia%20de%20la%20lista%20de%20materiales&f=false>

Bragg, S. (2010). *Cost reduction analysis: tools and strategies*. Recuperado de <https://books.google.com.ec/books?id=Pn6LgamH3vAC&pg=PT243&dq=bill+of+mater+ials&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjI88nmnefWAhUF0iYKHf5FAykQ6AEINzAD#v=onepage&q&f=false>

Castro Zuluaga, C. A. (2014). *Planeación de la producción*. Medellín, Colombia: Fondo Editorial Universidad EAFIT.

Gutiérrez Pulido, H. & De la Vara Salazar, R. (2013). *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. México D.F.: McGRAW-HILL.

Mann, D. (2018). Who will use TRIZ?. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://www.triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/will-learn-use-triz/>

Andrade, I.G. & Cárdenas, E. (2007). *TRIZ simplificado*. Cuenca, Ecuador: Ninguna.

Barry, K., Domb, E., y Slocum, M.S. (2018). Who is TRIZ?. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/triz-what-is-triz/>

Barry, K., Domb, E., y Slocum, M.S. (2018). Who is TRIZ?. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/will-learn-use-triz/>

Summers, D. (2006). *Administración de la calidad*. México: Pearson Educación de México, S.A. de C.V.

Agudelo Tobón, L.F. & Escobar Bolívar J. (2007). *Gestión por procesos*. Medellín, Colombia: ICONTEC.

Appadurai, A. (2016). *El futuro como hecho cultural*. México: Fondo de Cultura Económica de Argentina, S.A.

Mann, D. (2001). System operator tutorial 9 Windows on the world. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de

<https://triz-journal.com/system-operator-tutorial-1-9-windows-world/>

Fey, V. (2007). Physical Contradiction. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/dictionary/physical-contradiction/>

Buchler, L. (2015). Applying TRIZ on a Biz Model. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/applying-triz-on-a-biz-model/>

Phinney, S. (2014). Find the Ideal Final Result. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/find-ideal-final-result/>

Slocum, M. & Lundberg C. (2014). Case Study: Using TRIZ to Forecast Technology. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/innovation-methods/innovation-triz-theory-inventive-problem-solving/case-study-using-triz-forecast-technology/>

Mann, D. & Domb, E. (2018). 40 Inventive Principles for Business. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/40-inventive-business-principles-examples/>

Domb, E. (2018). Resolving Contradictions with 40 Inventive Principles. *THE TRIZ JOURNAL*, 1(1). Recuperado de <https://triz-journal.com/innovation-tools-tactics/breakthroughdisruptive-innovation-tools/resolving-contradictions-40-inventive-principles/>

Evans, J. & Lindsay, W. (2008). *Administración y control de la calidad*. México: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.

Hill, C. & Jones, G. (2009). *Administración estratégica*. México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. de C.V.

Besterfield, D. (2009). *Control de calidad*. México: Pearson Education, Inc.

Cuatrecasas, L. & González, J. (2017). *Gestión integral de la calidad*. Barcelona: Profit Editorial I., S.L.

Montoliu, J. & González, J. (2013). *Conseguir la excelencia en las operaciones*. Barcelona: Profit Editorial I., S.L.

Platas, J. & Cervantes, M. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. México: GRUPO EDITORIAL PATRIA, S.A. de C.V.

Cuatrecasas, L. & Torrell, F. (2010). *TPM en un entorno Lean Managment: Estrategia competitiva*. Barcelona: Profit Editorial I., S.L.