



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA  
(INGENIERÍA DE SISTEMAS- PLANEACIÓN)

**UNA PROPUESTA PARA LA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS  
DE MANUFACTURA ESBELTA Y SU APLICACIÓN EN CADENA DE SUMINISTROS**

(MODALIDAD DE GRADUACIÓN: TESIS.)  
QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:  
**ING. ARMANDO GALICIA RIVERA**

TUTOR (ES) PRINCIPAL(ES)  
**DR. BENITO SÁNCHEZ LARA**  
COMITÉ TUTOR (DE EXISTIR)  
NOMBRE, APELLIDO, APELLIDO, ADSCRIPCIÓN  
NOMBRE, APELLIDO, APELLIDO, ADSCRIPCIÓN

MÉXICO, D. F. (AGOSTO) 2016

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: DR. MARIANO GARCÍA MARTÍNEZ

Secretario: DR. TOMÁS BAUTISTA GODÍNEZ

Vocal: DR. BENITO SÁNCHEZ LARA

1er. Suplente: M. C. MANUEL DEL MORAL DÁVILA

2do. Suplente: DR. ALFREDO BUENO SOLANO

Lugar o lugares donde se realizó la tesis: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE INGENIERÍA

TUTOR DE TESIS:  
DR. BENITO SÁNCHEZ LARA

-----

FIRMA

## CONTENIDO

<b>Contenido</b>	
CONTENIDO .....	3
AGRADECIMIENTOS .....	7
RESUMEN.....	8
INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES .....	10
1.1 CADENA DE SUMINISTROS.....	10
1.2 TIPOS DE CADENA DE SUMINISTROS .....	13
1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CADENA DE SUMINISTROS ESBELTA.....	14
1.4 LEAN MANUFACTURING.....	15
1.5 LOS DESPERDICIOS DE LEAN MANUFACTURING .....	17
1.6 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING .....	19
1.7 EMPRESAS QUE APLICAN HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING QUE ENFRENTAN DIFERENTES TIPOS DE PROBLEMAS.....	21
1.8 PROBLEMÁTICA.....	24
1.9 OBJETIVO GENERAL.....	25
1.10 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	25
1.11 ALCANCE .....	25
CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS: TIPOLOGÍA DE PROBLEMAS Y SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA SU RESOLUCIÓN. .....	26
2.1 SISTEMA SOCIOTÉCNICO .....	26
2.2 PROBLEMAS ORGANIZACIONALES QUE PRESENTAN LOS SISTEMAS SOCIO TÉCNICOS.....	28
2.3 HERRAMIENTAS DE LM ASOCIADOS A LOS PROBLEMAS SOCIOTÉCNICOS .....	32
2.4 LA TIPOLOGÍA DE PROBLEMAS DENTRO DE UN PROCESO DE PLANEACIÓN ABORDADOS EN UN CONTEXTO SOCIOTÉCNICO .....	40
2.5 ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.....	41
2.6 MULTIMETODOLOGÍAS.....	44
2.7 MULTIMETODOLOGÍA COMO SISTEMA .....	47
CAPÍTULO 3. INSTRUMENTO DE DECISIÓN .....	51
3.1 TÉCNICA DE ANÁLISIS MORFOLÓGICO PARA LA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING.....	51

3.4 INSTRUMENTO DE SELECCIÓN.....	57
CAPÍTULO 4. CASO DE ESTUDIO.....	63
4.1 PROCESO DE INTERVENCIÓN .....	63
4.2 PROCEDIMIENTO .....	65
4.3 PASO 1. CARACTERIZAR LA CADENA DE SUMINISTROS EN LA EMPRESA. ....	70
4.4 IDENTIFICAR EL ÁREA CRÍTICA EN LA CADENA DE SUMINISTROS .....	80
4.5 PASO 2. DETECTAR LOS DESPERDICIOS EN LA CADENA DE SUMINISTROS ....	82
4.6 PASO 3. CATEGORIZAR LOS PROBLEMAS DE ACUERDO CON LA TIPOLOGÍA....	87
4.7 PASO 4. SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	89
4.8 EFICACIA DE LA HERRAMIENTA EN EL CASO DE ESTUDIO .....	94
CONCLUSIÓN .....	99
ANEXO 1 ASOCIACIÓN DE DESPERDICIOS CON LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS..	100
ANEXO 2 INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA GRUPO TENSA S.A. DE C.V. ....	104
REFERENCIAS.....	120
Tabla 1 Categorías de los Grupos de problemas.....	312
Tabla 2 Vinculación del tipo de empresa con el grupo de problema.....	323
Tabla 3 Construcción de la matriz Herramientas y desperdicios .....	534
Tabla 4 Identificación de combinaciones.....	545
Tabla 5 Ampliación de la matriz .....	567
Tabla 6 Selección de proveedores en Grupo Tensa.....	734
Tabla 7 Distribuidores de Grupo Tensa .....	778
Tabla 8 Lista de clientes del Grupo Tensa.....	799
Tabla 9 Material de producto entregado al día por metro cuadrado .....	867
Tabla 10 Grupo de Problemas.....	878
Tabla 11 Asociación de Grupos de problemas- Desperdicios – Cadena de Suministros .....	899
Tabla 12 Nombre, horas de paro y porcentaje que le corresponde.....	96
Tabla 13 Causas de paro - Tiempo en minutos - Porcentaje.....	96

Figura 1. Ciclos del proceso en una cadena de suministros .....	101
Figura 2 . Ciclos del proceso en una cadena de suministros.....	112
Figura 3 Modelo de cadena de suministros.....	134
Figura 4 Clasificación de las técnicas y herramientas.....	40
Figura 5 Modelo de Diamante.....	434
Figura 6 Multimetodologías.....	456
Figura 7 Estructura de jerarquización.....	478
Figura 8 Sistema Multimetodológico.....	50
Figura 9 Matriz morfológico.....	512
Figura 10 Instrumento de selección.....	589
Figura 11 Instrumento de selección.....	623
Figura 12 Proceso de Intervención.....	645
Figura 13 Cadena de Suministros del Grupo Tensa .....	71
Figura 14 Clasificación de los bienes.....	76
Figura 15 Proceso de fabricación .....	756
Figura 16 Clasificación de Productos.....	81
Figura 17 Modelo de Cadena de suministros del Grupo Tensa.....	82
Figura 18 Proceso de Caja Negra.....	812
Figura 19 Causas de paro por la corrugadora.....	845
Figura 20 Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas Grupo 1.....	92
Figura 21 Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas Grupo 2.....	93
Figura 22 Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas Grupo 3.....	93
Figura 23 Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas Grupo 4.....	94
Figura 24 Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas Grupo 5.....	95
Figura 25 Parte del instrumento de selección y matriz de técnicas y herramientas....	97
Figura 26 Parte del instrumento de selección y matriz de técnicas y herramientas....	98

Matriz 1 Asociación: Proveedores- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas.....	60
Matriz 2 Asociación: Asociación: Fabricantes- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas .....	60
Matriz 3 Asociación: Asociación: Distribuidores- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas .....	61
Matriz 4 Asociación: Asociación: Minoristas- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas .....	61
Matriz 5 Asociación: Asociación: Clientes- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas .....	62

## AGRADECIMIENTOS

*“Nuestra recompensa se encuentra en el esfuerzo y no en el resultado. Un esfuerzo total es una victoria completa”.*

*Mahatma Gandhi  
(1869-1930)*

Se dice que la vida no es más que un viaje en tren, a lo largo del trayecto hay estaciones que representan diversas etapas de la vida y la maestría es una de ellas. Durante el camino hubo personas que ascendieron y descendieron del tren, dejando un gran aprendizaje para mi desarrollo humano y profesional, entre ellos familiares, profesores, amigos y compañeros que contribuyeron a mi crecimiento de manera significativa, es por ello que agradezco principalmente a mi familia, que representan mi motivo y mi fuerza para seguir adelante; también a mis profesores por los conocimientos, la paciencia y perseverancia que contribuyeron a mi formación como estudiante, amigos y compañeros que fue un gusto compartir grandes momentos y CONACYT por el apoyo económico recibido durante los dos años. Juntos logramos una gran victoria llena de esfuerzo y dedicación.

## RESUMEN

¿Cómo elegir la herramienta de Lean Manufacturing más adecuada al problema de tal manera que su implementación sea efectiva? es la pregunta de investigación a la que se da respuesta en este proyecto. Para responderla se hizo una investigación que se desarrolla durante el proyecto se describen diferentes conceptos que algunos autores han dado respecto de la cadena de suministros y se toma en cuenta un modelo que propone Huang (2005); el cual sirve como base para describir el funcionamiento de una empresa manufacturera, posteriormente la descripción de Lean Manufacturing, sus desperdicios, técnicas y herramientas. En el capítulo 2 se menciona acerca de los diversos tipos de problemas que enfrentan las organizaciones junto con la clasificación entre técnicas y herramientas, y por último la ubicación de los sistemas sociotécnicos dentro de un proceso de planeación. En el capítulo 3 se da la propuesta de instrumento de selección cuya estructura está basada en el término de multimetodología propuesto por Midgley (2000) que tiene como objetivo la unificación de tres diferentes enfoques como son: la cadena de suministros, la tipología de problemas y las técnicas junto con herramientas mediante de los diferentes tipos de desperdicio. El complemento de esos tres enfoques es parte de la respuesta de la pregunta de investigación descrita al principio de este párrafo, para validar la propuesta, es decir, el instrumento de selección se realizó un proceso de intervención durante la estancia en una empresa manufacturera, en este caso, del Grupo Tensa, descrito en el capítulo 4 del proyecto. Se obtuvieron resultados satisfactorio, aplicando herramientas con el propósito de reducir desperdicios y dar una solución al problema; para ello se hizo un diagnóstico de la organización que permita conocer su estructura y el funcionamiento de cada departamento, de esa manera se detectaron los desperdicios que se presentan en cada área y se eligieron dos para darles una solución y de esa manera validar el instrumento logrando que la herramienta seleccionada fuera la más adecuada y efectiva en su implantación.



## INTRODUCCIÓN

Todas las compañías, de una u otra forma, tratan de mejorar sus procesos. El concepto de Lean Manufacturing es adoptar la idea de Mejora Continua, mediante la reducción de costos, mejora de procesos y eliminación de desperdicios, con el objetivo de aumentar la satisfacción al cliente e incrementar el margen de utilidad. (Melton, 2005). Una manera de lograr la mejora continua es mediante la implantación de herramientas y técnicas como son: Justo a Tiempo, Kaizen, 5'S, Diagrama causa efecto, Fabrica Visual, SMED, Benchmarking, etc. Las técnicas junto con las herramientas tienen como objetivo eliminar los desperdicios y según García, et. al., (2014) existen siete tipos los cuales son: producto defectuoso, sobreproducción, sobreprocesamiento, transporte, movimientos, inventarios y esperas. Esos surgen en cualquier parte de una organización, un modo de localizarlos es a través de su Cadena de Suministros y Huang (2005) establece un modelo que está conformado por cinco elementos que son: proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y clientes. Estos elementos forman la estructura y funcionamiento de una organización. Una forma de identificar los desperdicios es a través de un grupo de problemas. Con relación al caso mexicano, Bautista (2008) establece que existen cinco tipos de problemáticas dominantes que están asociadas a la planeación de producción, a la operación técnica, dirección y dominio del proceso, seguridad y mantenimiento u otros.

La pregunta de investigación que condujo al desarrollo del proyecto es ¿cómo elegir la herramienta más adecuada al problema de tal manera que su implantación sea efectiva? Para dar una respuesta a la pregunta de investigación se propone un instrumento de selección de herramientas de Lean Manufacturing a partir de la categorización de los problemas que se presentan en la Cadena de Suministros, mediante la disminución de desperdicios con la finalidad de que sea la más adecuada al problema y su implementación sea efectiva. El instrumento de selección se basa en el término de multimetodología propuesta por Midgley (2000), toma en cuenta tres elementos que son: los elementos de la cadena de suministros, que Morrissey (1996) en el concepto de planeación táctica lo define como áreas críticas, los grupos de problemas asociados con los desperdicios, que Morrissey (1996) lo llama análisis de cuestiones críticas y las herramientas de LM que tienen como finalidad eliminar o disminuir los desperdicios, formando una matriz que permite asociar esos tres términos para seleccionar la mejor herramienta en su implantación, se recurrió de una técnica llamada análisis morfológico que permitió asociar las herramientas, los desperdicios, los grupos de problemas en relación a su propósito y seleccionarlas en cada elemento de la Cadena de Suministros.

Para validar el instrumento se conformó un caso de estudio mediante un proceso de intervención que se llevó a cabo en Grupo Tensa, esta empresa se dedica a la fabricación de cajas de cartón que al aplicar alguna herramienta permitió mejorar el proceso de fabricación, se tuvo como resultados la mejora en las áreas de trabajo y un mejor desempeño en cuanto a la disminución de tiempo de paros en la máquina. El implantar una herramienta adecuada implica que esté acorde al tipo de proceso dando como resultado que su desempeño sea eficaz, debido a que hay un análisis previo sobre el funcionamiento y estructura de los procesos, dando como resultado mejoras en su desempeño y su área de trabajo.

## CAPÍTULO 1 ANTECEDENTES

### 1.1 CADENA DE SUMINISTROS.

Cada empresa opera de manera singular; dispone implícita o explícitamente de proceso, proceso de producción; y tiene establecida actividades que posibilitan la entrega de sus productos con el fin de satisfacer a sus clientes. En la literatura se mencionan a tres autores como son: Chopra y Meindl (2008) y Huang (2005), han definido el modelo de Cadena de Suministros que implica el comportamiento de empresas. Las actividades previas que se realizan antes de que el producto llegue al cliente se le dio el término de Cadena de Suministros y algunos autores lo han definido de la siguiente manera, por ejemplo:

Para Chopra y Meindl (2008), una cadena de suministros es una secuencia de procesos y flujos que toman lugar dentro y entre diferentes etapas y se combinan para satisfacer una necesidad del cliente a través de un producto. Hay dos maneras diferentes de ver un proceso en la cadena de suministros:

✚ **Vista de manera cíclica.** El proceso de una cadena de suministros es dividida en ciclos de serie, cada uno se realiza en la interfaz de dos aspectos de una cadena.

De acuerdo con la Figura 1 el modelo que propone Chopra y Meindl (2008) se observa que tiene cinco ciclos que se producen en la interface de dos etapas de la cadena de suministros, este modelo es un estándar, de cómo se presenta en las empresas, ya que se deben hacer sus respectivas modificaciones de acuerdo con las condiciones de la empresa, habrá empresas que no tengan alguna etapa de la cadena, como por ejemplo minoristas, recuerde que cada industria opera de manera diferente y un ejemplo de ello es la empresa Dell, que se encarga de ofrecer un trato directo con el cliente, evitando a los minoristas y al distribuidor, por otra parte habrá empresas que incluya los cuatro ciclos de la cadena. Depende del funcionamiento que realicen los subprocesos pueden ser aplicados al ciclo apropiado.



Figura 1. Ciclos del proceso en una cadena de suministros

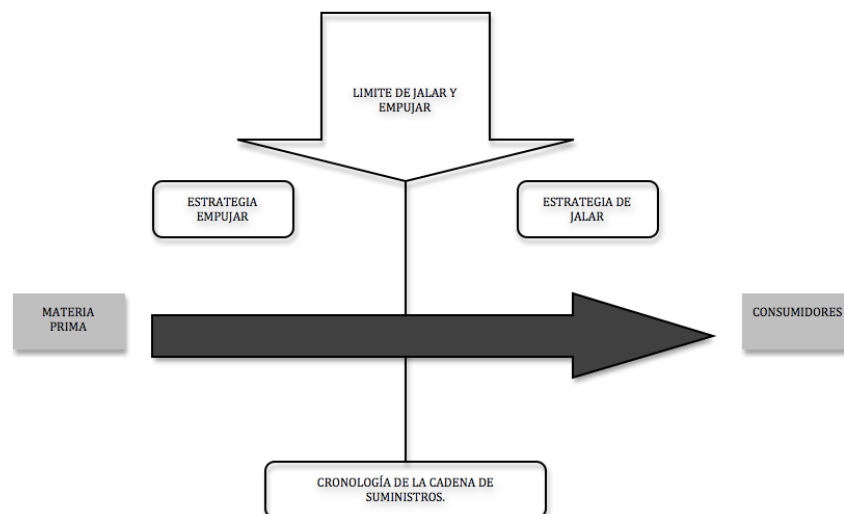
Fuente: Chopra y Meindl (2008)

Otra manera de ver el ciclo de la cadena de suministro consiste en definir sus procesos implicados junto con los propietarios, por ejemplo:

✚ **Vista como jalar/empujar (Push/Pull).** El proceso en una cadena de suministros es dividida en dos categorías, dependiendo si se ejecuta en respuesta a un pedido del cliente o en previsión de pedidos a los clientes. El proceso jalar se inicia con la orden del cliente, mientras el proceso empujar se lleva a cabo en la previsión de pedidos de los clientes. La diferencia cabe en el tiempo en que se realiza la operación se observa la Figura 2.

Todos los procesos en una cadena de suministros caen en dos categorías, dependiendo del momento de su ejecución con el fin de satisfacer la demanda del cliente. Con el proceso de Pull, la ejecución se inicia con la respuesta de un pedido del cliente; y con el proceso Push, empujarse inicia con la previsión del pedido del cliente. Por lo tanto, en el momento de ejecutar proceso Pull, la demanda del cliente se conoce con certeza y en el momento de ejecutar un proceso de Push no se conoce y debe ser pronosticada.

El proceso Pull también puede referirse a los procesos como reactivos, ya que reaccionan a la demanda del cliente; y en el proceso Push pueden ser referidos a los procesos como especulativos por que responden o especulan de acuerdo con la demanda real.



**Figura 2 . Ciclos del proceso en una cadena de suministros.**

**Fuente: Chopra y Meindl (2008)**

Vista de manera Push / Pull a la cadena de suministro clasifica los procesos en función de si se inician en respuesta a un pedido del cliente (Pull) o en previsión de un pedido de cliente (Push)

Por otra parte Huang (2005) menciona que una cadena de suministros es una red de instalaciones que adquiere materia prima, transformándolo en bienes intermedios y, posteriormente, dando como resultado un producto final, que se entregará al cliente a través de un sistema de distribución. Dentro de esa red se manejan flujos de información, aspectos financieros y flujos físicos que abarcan desde los proveedores hasta el cliente. El mismo autor pone de ejemplo a una empresa automotriz que, para fabricar un carro, primero se requiere de la extracción de materia prima y continúa a través de un diseño, fabricación y ensamble, en el que termina con un ajuste y acabado, dando como producto final un carro que es exhibido en un salón de muestras del distribuidor con la finalidad de que el cliente compre el producto, al adquirirlo el cliente paga a todos los participantes que estuvieron involucrados durante el proceso.

Una cadena de suministros está compuesta por cinco elementos (Huang, 2005) que son:

- ❖ *Proveedores*, los que proporcionan la materia prima.
- ❖ *Fabricantes*, cuentan con un equipo en el que transforman la materia prima.
- ❖ *Distribuidores*, reparten el producto a ciertos puntos.
- ❖ *Minoristas*, ofrecen el producto.
- ❖ *Clientes*, adquiere el producto final.

Cada elemento está conectado a través de un flujo de material, información y fondos. Entre dos etapas sucesivas surge un ciclo de proceso, dando como resultado cuatro ciclos, los cuales son:

- ❖ *Ciclo del proceso de la orden del cliente*. Éste ciclo ocurre entre el cliente y el minorista.
- ❖ *Ciclo del proceso de reposición*. Éste ocurre entre el minorista y el distribuidor.
- ❖ *Ciclo del proceso de fabricación*. Ocurre entre los distribuidores y fabricantes.
- ❖ *Ciclo del proceso de adquisición*. Éste sucede entre el fabricante y el proveedor.

Huang (2005) menciona que estos ciclos van en dirección contraria al proceso de la cadena de suministros, para ello pone un ejemplo que permite comprender su funcionamiento, menciona que cuando un cliente va a una tienda para comprar un teléfono celular, la tienda procesa dicha información y cumple la orden del cliente, satisfaciendo sus deseos mediante el producto que ofrece, una vez que se compra, los fondos son transferidos del cliente a la tienda, esto es lo que se conoce como ciclo del proceso de la orden del cliente. Debido a la venta de productos el inventario de la tienda va disminuyendo, por lo que genera una orden de reposición con la finalidad de reponer el producto vendido, esta orden es entregada al distribuidor para reponer su inventario y los fondos son transferidos del minorista al distribuidor, terminando el proceso de reposición. El distribuidor para reemplazar su inventario genera una orden enviada al fabricante, el cual programa su producción con base en la orden de información, y envía el producto al

distribuidor para reemplazar su inventario y los fondos son nuevamente transferidos del distribuidor al fabricante, terminando la orden de fabricación. Finalmente el fabricante genera una orden al proveedor para suministrarle materia prima y pueda seguir produciendo, de esta manera los fondos son transferidos del fabricante al proveedor.

Para comprender un poco más sobre el proceso de la cadena de suministros y sus ciclos, Huang (2005) propone un modelo como se muestra en la Figura 3, que contiene los elementos que la componen junto con los ciclos antes mencionados. El modelo parte de su definición de Cadena de Suministros, que se toma como base para la estructura de una organización.

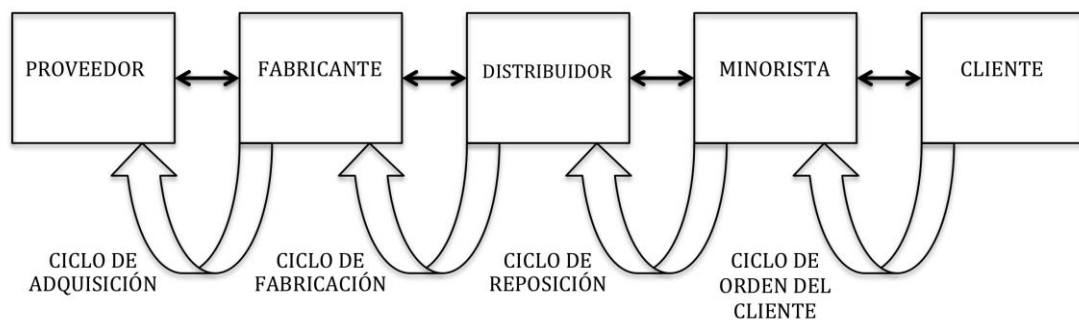


Figura 3 Modelo de cadena de suministros.

Fuente: Huang (2005)

## 1.2 TIPOS DE CADENA DE SUMINISTROS

Debido a los diversos productos que se elaboran en empresas manufactureras se requiere de ciertas operaciones para su fabricación, pero su cadena de suministros es similar, es decir, el proceso que se lleva a cabo dentro de una organización desde los proveedores hasta el cliente, tiene ciertas similitudes, lo que varía son los subprocesos que se llevan a cabo dentro de la cadena de suministros, es por eso que se toma como definición lo que propone Huang (2005), para ello se deben definir diversos tipos de cadena de suministros desde una perspectiva de Lean Manufacturing; Vonderembse et al. (2006) hace una revisión de la literatura y establece tres tipos de cadenas de suministros, que son:

- ❖ **Cadena de suministros esbelta (lean)** emplea esfuerzos de mejora continua que se centran en la eliminación de residuos o actividades que no agregan valor a la cadena, de esa manera busca la eficiencia interna y la reducción de tiempos de instalación, lo cual permite que tenga una producción económica a través de pequeñas cantidades, mejorando la reducción de costos, rentabilidad y flexibilidad en su proceso de fabricación. A medida que la tasa de cambio de mercado aumenta, el enfoque de esta

cadena se ha convertido en la competencia nicho múltiple, que es la producción de cualquier volumen, incluso una sola unidad, combinado con la capacidad de satisfacer segmentos del mercado.

❖ **Cadena de suministros ágil (agile)** tiene una perspectiva externa en la flexibilidad, se encuentra en la interfaz entre empresas y el mercado. Se centra en dar una respuesta a los cambios impredecibles y la fragmentación continua de los mercados a través de la entrega rápida y flexibilidad del tiempo de entrega. Ocupa de nuevas tecnologías métodos, herramientas y técnicas para resolver problemas inesperados. Utiliza los sistemas y tecnologías de la información, así como las capacidades de intercambio electrónico de datos para mover información más rápido y tomar mejores decisiones.

❖ **Cadena de suministros híbrida (hybrid)**. Es una cadena que mezcla a la esbelta y la ágil, es decir, implica montar una orden de productos cuya demanda pueda ser pronosticada con una precisión relativa. Ocupa una cadena de suministros agile que le permite establecer una interfaz entre el mercado y la empresa, y una cadena de suministros esbelta para satisfacer la necesidad del cliente, siendo su producción sensible, adaptable e innovadora.

De acuerdo con los tipos de cadena de suministros que propone Vonderembse et al. (2006), La esbelta tiene una perspectiva intrínseca de la organización, que se centra en la mejora continua de los procesos, en cuanto a la ágil, trata de sobrellevar la variabilidad del mercado mediante su capacidad de respuesta rápida y flexibilidad en las entregas y por último la híbrida, que es una combinación de las dos anteriores.

El tipo de cadena de suministros en el que se orienta este trabajo es la esbelta (lean), ya que se analizan los diversos tipos de problemas que surgen dentro de una organización, es decir, considerando aspectos que puedan ocurrir en el interior, sin tomar en cuenta factores externos tales como demanda o la variabilidad del mercado, limitándose exclusivamente a factores internos. Teniendo un enfoque hacia las operaciones dentro de la Cadena de suministros, esto es, su funcionamiento de cada proceso. De esta manera se toman en cuenta todas aquellas actividades que se lleven a cabo dentro de la organización.

### 1.3 CARACTERÍSTICAS DE LA CADENA DE SUMINISTROS ESBELTA.

De acuerdo con Vonderembse et al. (2006), el producto es el alma de la cadena de suministros, se adopta este tipo de cadena para ajustar a las necesidades del producto y del cliente. A continuación se muestran sus características que lo identifican como una cadena de suministros esbelta:

- ✚ *Enfoque hacia la fabricación:* Se auxilia de técnicas y herramientas de Lean Manufacturing.
- ✚ *Integración:* Integra la fabricación, compras, calidad y proveedores.
- ✚ *Planeación de la producción:* Trabajo sobre pedidos confirmados y una predicción fiable.
- ✚ *Duración del ciclo de vida del producto:* Sus productos estándares son relativamente largos tiempos de ciclo de vida (menor a 2 años)
- ✚ *Alianzas:* Podrán participar en las alianzas tradicionales, como las asociaciones y las empresas conjuntas a nivel operativo.
- ✚ *Mercados:* Sirve sólo para segmentos del mercado actuales.
- ✚ *Estructura organizacional:* Usa una estructura organizacional estática con pocos niveles jerárquicos.
- ✚ *Enfoque a la elección de los proveedores:* Los atributos de los proveedores implica bajo costo y alta calidad.
- ✚ *Patrones de la demanda:* La demanda puede ser con precisión prevista y el margen promedio de predicción tiende a ser baja, aproximadamente del 10%.
- ✚ *Estrategia de inventario:* Genera altas visitas y minimiza el inventario en toda la cadena.
- ✚ *Plazo de ejecución:* acorta los tiempos de entrega siempre y cuando no aumente costo.
- ✚ *Atención a la producción.* Mantiene un promedio alto en la tasa de utilización.
- ✚ *Diseño de estrategia del producto:* Maximiza el rendimiento y minimiza el costo.
- ✚ *Recursos humanos:* Personal que trabaja en los equipos o en el proceso de fabricación.

Las características antes descritas están enfocadas hacia la mejora de los procesos, para ello, se apoyan de técnicas y herramientas de lean manufacturing, que le permitan mejorar su calidad en el producto, disminuir costos, maximizar su rendimiento, minimizar inventarios, ya que sus procesos son relativamente largos, en donde su estructura organizacional es corta debido a que se enfoca sólo en los sistemas operativos.

#### 1.4 LEAN MANUFACTURING.

El término Lean Manufacturing se ha traducida de múltiples maneras como producción o fabricación delgada, ajustada, esbelta, ágil o incluso sin grasa, en este proyecto de investigación se utilizará la denominación “Lean Manufacturing”. En este término no se tiene una fecha exacta de cuando surgió, pero se dice que después de la Primera Guerra Mundial Henry Ford y Alfred Sloan

de la empresa de General Motors hicieron un cambio de lo que antes se conocía como manufactura artesanal a lo que era manufactura en masa. Luego de la Segunda Guerra Mundial, Eiji Toyoda y Taiichi Ohno, de la fábrica de Toyota concluyeron que la producción en masa no iba a funcionar, por lo que decidieron crear un nuevo concepto que se conoce como Lean Manufacturing, En 1950 Eiji Toyoda visitó por tres meses la planta de Rouge de Ford en Detroit. Después de estudiar la planta Rouge cuidadosamente que en aquel entonces era la planta más grande y eficiente del mundo indicó que había encontrado algunas posibilidades para mejorar su sistema de producción. Se dio cuenta que copiar y mejorar lo que había visto en Rouge iba a ser muy difícil, por lo que concluyeron que la producción en masa no iba a funcionar en Japón y decidieron hacer un nuevo concepto llamado “Sistema de Producción Toyota” (Hernández y Vizán, 2013)

Posteriormente Lean fue acuñado por John Krafcik, un graduado del MIT (Massachusetts Institute of Technology) en un libro que publicó en 1988. “The machine that Changed the World” se publicó en 1991. El libro muestra como los administradores, los trabajadores y los proveedores pueden trabajar conjuntamente en las plantas manufactureras, de esa manera mejorar la eficiencia operacional a través de la calidad y entregas a tiempo, reducción de costos, velocidad de entrega, tiempos de ciclo, incremento de la productividad por empleado y mejora de la capacidad de planta sin incremento de personal que puede tener un impacto positivo en los resultados financieros. Es por ello que el término lean se enfoca hacia una búsqueda de mejora, para ello requiere de nuevos hábitos y habilidades que deben adquirir en el desempeño operacional. El tener un mejor desempeño operacional trae ventajas como por ejemplo: calidad en el producto, reducción de costos e incremento de la productividad.

Lean Manufacturing está enfocada a una producción ajustada del sistema Toyota, su principal propósito es la reducción de costos al optimizar el personal y las existencias innecesarias, esto es disminuir todos aquellos elementos que son considerados dentro de una organización como inútiles, o innecesarios a fin de mejorar. Su idea básica radica en la obtención del tipo requerido de unidades en el tiempo y en la cantidad que se requiera (Monden, 1981).

La puesta en práctica de esta idea consigue aminorar las existencias innecesarias de productos en curso de fabricación y de productos terminados. Aunque el principal objetivo es la reducción de costos, permite además conseguir otros objetivos orientados al logro del principal objetivo los cuales son:

- ✚ *Control cuantitativo.* Al permitir la adaptación en cantidad y en variedad, a las fluctuaciones diarias y mensuales de la demanda.
- ✚ *Calidad asegurada.* Al tener la certeza de que cada proceso únicamente proporcionará al proceso siguiente unidades aceptables.
- ✚ *Respeto por las dimensiones humanas,* el sistema requiere de recursos humanos para alcanzar sus objetivos.

Cabe mencionar que los tres subobjetivos antes mencionados no pueden conseguirse de manera independiente, sino que cada uno de ellos incide en los demás y en el objetivo primario de la reducción de costos. Lean Manufacturing adopta la idea de la mejora continua, la cual está enfocada al mismo objetivo del sistema de producción Toyota, la reducción de costos, mejorar los



procesos y optimización de desperdicios para aumentar la satisfacción de los clientes e incrementar el margen de utilidad. El pensamiento de Lean nos ayuda a entender sus principios los cuales son:

- ✚ La identificación de valor.
- ✚ Eliminación de los residuos.
- ✚ La generación de flujo.

Lo que se pretende no es adoptar el término de Lean Manufacturing, como una filosofía, sino más bien, como un paradigma o modelo digno a seguir, puede ser aplicable a empresas manufactureras, es decir, no verlo más allá de un modelo. Los beneficios que las empresas obtienen son:

- ✚ Disminución de plazos de entrega para los clientes.
- ✚ Reducción de los inventarios en los fabricantes.
- ✚ Mejora en la gestión de la empresa.
- ✚ Proceso robusto (medido por menos errores y por lo tanto menos reprocesos).

La producción de Lean Manufacturing se ha expandido y se ha aplicado a todos los aspectos de la cadena de suministros y las empresas han obtenido grandes beneficios como son:

- ✚ Un proceso de negocio es más rápido, por ejemplo la velocidad de respuesta a una solicitud será más rápida y como la mayoría de los procesos de negocio están vinculados a las cadenas de suministro de organización; entonces, esto puede ofrecer importantes beneficios económicos a una empresa.
- ✚ El pensamiento de Lean Manufacturing, obliga a revisar toda la cadena de suministros en que el proceso de negocio se encuentre y esto revela, con frecuencia, algunos cuellos de botella y focos de ineficiencia.

## 1.5 LOS DESPERDICIOS DE LEAN MANUFACTURING

El pensamiento Lean comienza con el cliente y la definición de valor, según Abdullah (2003), define que el término valor es equivalente a todo lo que el cliente está dispuesto a pagar por un producto o servicio. Por otra parte, Brophy (2015) compara el término valor con producto final o servicio que se le brinda a un cliente que paga por adquirirlo. Se dice que más del 95% del trabajo que se efectúa en los procesos no agregan valor al usuario final. Si las compañías aceptan este 95% de actividad, sin valor agregado, obtendrán enormes ganancias en productividad, calidad, tiempo de entrega, satisfacción del personal y de los clientes. Por otra parte, Mantilla y Sánchez (2012) mencionan que sólo el 5% de las actividades agregan valor, asimismo, el 35% son actividades necesarias pero no agregan valor y el 60% no agregan valor del todo, también afirman que las empresas de manufactura desperdician alrededor del 70% de los recursos. Por lo tanto no hay duda que la eliminación de los residuos representa un enorme potencial en términos de mejoras en la fabricación. La clave es:

- ✚ Identificar tanto los residuos y el valor.
- ✚ Desarrollar una base de gestión del conocimiento.

- ✚ Darse cuenta que la mejora requiere de la disposición de las personas que operan los procesos y la gestión de la empresa; por lo tanto, de una cultura de mejora continua.

Cualquier actividad en un proceso que no añade valor al cliente se le llama "desperdicio". (Melton, 2005). Dichos residuos no añaden valor al producto, como inventarios, configuración de la máquina, máquina de tiempo de inactividad, el movimiento innecesario de las piezas y chatarra. (Vienazindiene y Ciarniene, 2013).

Existen siete tipos de desperdicios que identifican en LM, (García, et. al., 2014) como:

1. *Producto defectuoso*. Partes o productos que no cumplen con los requerimientos y las especificaciones del cliente.
2. *Sobreproducción*. Producir más de lo que el cliente requiere, o producir antes de que el cliente lo necesite, o producir más rápido que el consumo del cliente.
3. *Sobreprocesamiento*. Añadiendo actividades de procesamiento para el proceso de producción que no son necesarias y que el cliente no está dispuesto a pagar, que es tener a alguien a eliminar el exceso de material en una pieza moldeada, se suponía que era perfecta de salir de la máquina de moldeo.
4. *Transporte*. Movimiento innecesario de los materiales, ya sea durante el proceso de producción o productos alrededor.
5. *Movimientos*. Personal que se mueve innecesariamente alrededor durante el proceso de producción.
6. *Inventarios*. Mantener inventarios elevados, hace que no haya flujo en el proceso continuamente.
7. *Esperas*. Tiempo de una operación que en el proceso de producción está en espera de los insumos (materiales, máquinas, personal y orden de pedido).

Identificar esos desperdicios dentro de la organización es con la finalidad de crear flujo de valor. Un flujo de valor es una colección de todas las acciones de valor añadido, como las de no valor añadido que se requieren para llevar un producto o un grupo de productos que utilizan el mismo recurso a través de los principales flujos, desde la materia prima hasta el cliente, para ello es una serie de actividades que se requieren para producir una familia de bienes o servicios (Abdullah, 2003). Para comprenderlo aún mejor es necesario definir el término de cadena de valor que es la vinculación de eventos o actividades que finalmente ofrecen valor al cliente, lo cual permite describir el desarrollo de dichas actividades en una organización. La cadena de valor muestra sólo las principales etapas del valor agregado y los equipos multifuncionales claves involucrados (Melton, 2005). Aunque el objetivo de Lean Manufacturing es eliminar los residuos, como mencionan los autores Melton (2005), García, et. al., (2014) y Monden (1981). En este proyecto de investigación lo que se pretende es optimizar los residuos con el objetivo de mejorar el flujo de valor, haciendo que disminuyan aquellas actividades que no agregan valor a la cadena de suministros, ya que es importante tomar en cuenta que un proceso siempre va a tener residuos debido a su misma naturaleza; es difícil llegar al punto de eliminarlos, más bien es mejorar dichos procesos al minimizar al máximo los residuos dentro de una organización.

## 1.6 TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING

En el siglo XX surgieron técnicas de organización en el que se establecieron las bases en la producción a partir de la aplicación de métodos científicos a procesos, personas, equipos y movimientos, esto se debe a F.W. Taylor que se le conoce como el padre de la administración científica. Realizó un análisis del trabajo, esto es, organizar tareas de tal manera que se redujera el mínimo de tiempos muertos por desplazamiento del trabajador o por cambio de actividades o de herramienta. Posteriormente Henry Ford introduce las primeras cadenas de fabricación de automóviles lo cual permitió un uso intensivo en la utilización de máquinas para realizar determinadas tareas, normalización de productos, simplificación y secuencia de tareas, sincronización entre procesos y especialización en el trabajo, pero ambos personajes tenían el mismo enfoque, es decir, la producción en masa, para ello requerían de un conjunto de técnicas y acciones que buscaran una nueva forma de organización, sin embargo, la ruptura con esas técnicas se produce en Japón, en el que Sakichi Toyoda inventó un dispositivo que detenía el telar cuando se rompía el hilo e indicaba con una señal visual al operador lo que ocurría en la máquina. Ese sistema que se conoce como “automatización con un toque humano” permitió separar al hombre de la máquina. Gracias a ese dispositivo un operador podía controlar a varias máquinas, esto tuvo grandes beneficios, ya que mejoró la productividad que dio paso a mejorar los métodos de trabajo.

Después de la segunda Guerra Mundial los japoneses se enfrentaron al reto de construir una industria competitiva en un escenario de post guerra, donde no contaban con mucha materia prima, sólo contaban con ellos mismos para sobrevivir y desarrollarse, para ello tenían que lograr beneficios de productividad sin recurrir a economías de escala. Comenzaron a estudiar métodos de producción de Estados Unidos, con especial atención a las prácticas productivas de Ford, técnicas de calidad como Deming y Juran, control estadístico de procesos por W. Shewart y las técnicas desarrolladas en Japón por Ishikawa.

En especial, la compañía Toyota se abocó hacia la búsqueda de nuevas alternativas, que le ayudaran para sobrevivir debido a la crisis. Se dice que a finales de 1949 sufrió un colapso en las ventas que tuvo que recurrir a despedir personal. Por su parte, las empresas automotrices americanas fabricaban un número ilimitado de modelos, pero en grandes cantidades, debido a que era un costo elevado fabricar diferentes modelos en grandes cantidades. En su momento, Taiicho Ohno, considerado como el padre de la manufactura esbelta, estableció bases para un Sistema de Gestión, lo que se conoce como Just in Time (JIT) , también conocido como Toyota Manufacturing System (TPS), consistía en fabricar solamente la demanda que se requería y cuando el cliente lo solicitara, por lo cual surgió la necesidad de transformar las operaciones productivas en flujos continuos, sin interrupciones con el objetivo de dar al cliente solamente lo que requería, centrándose en la reducción de tiempos de reparación.

Sus primeras aplicaciones comenzaron con lo que se conoce como SMED, que es el cambio rápido de herramienta, posteriormente fueron desarrollando nuevas técnicas y herramientas tales como: Kanban, Jidoka, Poka-yoke. De esa manera es como empiezan a surgir las herramientas que se conocen hoy en día como Lean Manufacturing, estas herramientas y técnicas fueron





fortaleciendo el sistema Toyota, hasta el punto de destacar por encima de las demás compañías. A partir de ese entonces comenzaron a tener una ventaja competitiva las empresas japonesas.

Taicho Ohno reconoce que la técnica JIT surgió en una época de crisis, en el cual, las ideas surgen con mayor fuerza, surgió ante la necesidad de la superación, la mejora de la productividad y la obligación de reducir costos. (Hernández y Vizán, 2013).

Se dice que las empresas que desean competir en el mercado deben plantearse ciertos objetivos tales como: reducir los tiempos de preparación de máquinas para incrementar la flexibilidad y disminuir plazos de ejecución, usar tecnología para disminuir la variabilidad en el proceso, producir productos sin errores, incrementar la frecuencia de entregas de los productos y un sin fin de objetivos, en lo que se necesita de técnicas o herramientas de Lean, se dice que son claves para la competitividad en el mercado, ya que puede mejorar sus procesos de fabricación.

Lean Manufacturing implanta técnicas, métodos y herramientas con la finalidad de obtener una mejora continua, a continuación se mencionan a algunas de las herramientas y técnicas:

- ✚ Las 5 S
- ✚ Control Total de Calidad
- ✚ Círculos de Control de Calidad
- ✚ Sistemas de sugerencias
- ✚ SMED
- ✚ Disciplina en el lugar de trabajo
- ✚ Mantenimiento Productivo Total
- ✚ Kanban
- ✚ Nivelación y equilibrado
- ✚ Just in Time
- ✚ Cero Defectos
- ✚ Actividades en grupos pequeños
- ✚ Mejoramiento de la Productividad
- ✚ Jidoka
- ✚ Técnicas de gestión de calidad
- ✚ Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios
- ✚ Orientación al cliente
- ✚ Control Estadístico de Procesos
- ✚ Benchmarking
- ✚ Análisis e ingeniería de valor
- ✚ Coste Basado en Actividades
- ✚ Seis Sigma
- ✚ Mejoramiento de la calidad
- ✚ Sistema Matricial de Control Interno
- ✚ Cuadro de Mando Integral
- ✚ Presupuesto Base Cero

-  Organización de Rápido Aprendizaje
-  Despliegue de la Función de Calidad
-  AMFE
-  Ciclo de Deming

Hay un gran número de herramientas de Lean Manufacturing que están diseñadas para eliminar cierto tipo de desperdicio, tan sólo por mencionar unos ejemplos el Layout se ocupa del diseño de instalaciones de una planta; esto es, que la distribución permita minimizar el costo de manipulación de los materiales, por el contrario el AMEF es una herramienta preventiva para identificar y minimizar el potencial de una falla, asimismo, describe un conjunto de actividades independientes para organizar y evaluar la falla potencial de un producto o proceso, ya sea de la herramienta de fábrica visual en el que se requiere que se establezca un lugar físico, que respete y estimule el conocimiento y experiencia de los empleados o Pokayoke, que es un dispositivo que impide el error o defecto que ocurre o tiene algún defecto evidente a simple vista. Así se puede decir de las demás herramientas, considerarlas como especializadas, ya que están enfocadas a resolver un determinado desperdicio o problema, inclusive hay herramientas que requieren de otras para su implementación, esto hace que su proceso de aplicación sea diferente. Debido a lo extenso que puede ser el número de herramientas es necesario definir cuáles son consideradas para determinado tipos de problemas o desperdicios con el objetivo de abarcar los diferentes enfoques de producción, limitándose exclusivamente a lo que se mencionó como una cadena de suministros esbelta, que está enfocada a procesos de mejora y eliminación de residuos o actividades que no agregan valor.

### **1.7 EMPRESAS QUE APLICAN HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING QUE ENFRENTAN DIFERENTES TIPOS DE PROBLEMAS.**

Las herramientas de Lean Manufacturing se adaptan a los diversos tipos de procesos de manufactura, esto hace que se implanten en diversas industrias, a continuación se muestra diversos tipos de empresas manufactureras que han implementado herramientas para su mejora.

Packowski y Francas (2013) mencionan que muchas empresas han adoptado principios de Lean manufacturing debido a que sus procesos de producción se enfrentan a desafío de problemas y desconocidos, por ejemplo los procesos de producción en una industria química, por lo regular son muy largos, enfrentando desafíos en los cuales toma meses elaborar sus productos, su proceso de cadena de suministros no puede responder rápidamente a las fluctuaciones, por lo general los cuellos de botella llegan a ser una amenaza en muchas industrias transformadoras, por tomar un ejemplo, en una industria farmacéutica la fiabilidad del suministro es el principio más elevado; es simplemente inaceptable que un problema que surge en su proceso de fabricación amenace el suministro de los medicamentos esenciales. Para asegurar la capacidad de respuesta y la eficiencia óptima en la cadena de suministros es necesario mejorar sus procesos, para ello requieren de una cadena de suministros, el cual, su enfoque es mejorar sus procesos y reducir los problemas que surjan dentro de ella. Las empresas farmacéuticas y químicas que han

implementado la cadena de suministros esbelta han tenido mejoras en la gestión de sus recursos, en el servicio y plazos de entrega, es decir, han tenido una capacidad de respuesta más rápida.

Chauhan y Singh (2012) documentan un caso de estudio en una empresa de fabricación de componentes de automóviles en la cual implementan Lean Manufacturing, mediante técnicas y herramientas a través de la flexibilidad de sus procesos y demostrar las diversas áreas de futuro en los cuales se puede implementar alguna mejora. El estudio de caso se ha realizado utilizando un marco de metodología de sistema flexible, para la medición de los recursos, esto es, mano de obra y máquinas, dando mayor flexibilidad y eficiencia en la fabricación, sólo incluye el trabajo y las máquinas como elementos flexibles de los recursos, las técnicas que utilizan es el proceso de jerarquización analítica y se vale de herramientas como: six sigma, TQM, y TPM que permiten llevarlo a la acción. Los resultados que se han obtenido es la disminución de residuos con 35.15%, la capacidad de los trabajadores para laborar en diferentes máquinas impactó a un 35.16% más del que tenían y la capacidad de las máquinas aumentó a un 40.38%, presentándose mejoras en el proceso.

Djekic et al, (2014) documentan un caso de estudio de una empresa de confitería durante un periodo de 24 meses. Es un productor de confitería líder en Serbia, con una producción anual de más 25,000 productos. El enfoque de implementación de Lean Manufacturing se hizo en cinco pasos, los cuales son:

1. Diagnóstico en la fabricación.
2. El análisis de los residuos en su proceso de producción.
3. La elección de las herramientas que se aplicarán en la fabrica
4. La implementación de las herramientas en la producción y mantenimiento
5. Desarrollo del sector de la mejora continua y un mayor despliegue de herramientas magras

Las herramientas que se implementaron en el proceso de producción fueron: control visual y el intercambio de herramientas por minuto (SMED), un proceso de mantenimiento, 5'S, y TPM. Durante el período observado, los resultados de estas herramientas mostraron los siguientes: tablas de control visuales; en el diagnóstico se detectaron un total de 2284 problemas menores habían sido registrados, con más del 95% de los problemas revelados a su debido tiempo; el tiempo de intercambio de herramientas disminuyó el 7,6%; 19 sesiones de resolución de problemas se iniciaron con el 58% de la solución de eficacia, y los restantes convertidos a proyectos en curso. En el mantenimiento 5'S mejoraron 29,9% a 60,3%; eficacia total del equipo (OEE) el indicador aumentó de 87,9% a 92,3%; tiempo medio entre fallos significa un aumento de 16,4%.

Hernández, et al, (2014) documentan un caso de estudio que se llevó a cabo en una empresa pequeña ubicada en Bogotá, con el objetivo de evaluar si la herramienta de 5'S podría considerarse eficaz para mejorar las empresas de fabricación. Se realizó un diagnóstico visual para identificar las áreas que presentan mayor cantidad de desorden y suciedad, posteriormente se

realizaron encuestas, medidas de desempeño y un paisaje de riesgos, con el fin de comprender la situación de la zona. Se llevó a cabo la implementación de las 5'S y se tomaron tres mediciones para monitorear el desempeño. Los resultados que se obtuvieron al utilizar la herramienta fue que hubo aumento de la productividad y calidad, basándose en las medidas de rendimiento, así como en mejoras en el clima organizacional y una disminución de riesgos identificados en el taller, el cual pueden causar algún accidente. Los factores que se tomaron en cuenta fueron:

- ✚ *Productividad humana* son los productos que se producen entre las horas de trabajo y de un 5.71% aumentaron a un 9.48%
- ✚ *Productividad energética* son los productos elaborados entre horas de máquina y de un 7.21% aumento a un 10.44%
- ✚ *Productividad del capital* son los productos producidos sobre insumo de capital y obtuvieron que del 6.8% aumentó a un 12.64%
- ✚ *Porcentaje de desperdicio de material* son el total de piezas dañadas por mes, entre el total de piezas procesadas por mes por cien y se obtuvo que del 1.6% bajo a 0.43%.
- ✚ *Porcentaje de piezas reprocesadas* es el total de reprocesos de piezas por mes, entre el total de piezas producidas por mes por cien y del 2.14% bajo a 0.37%

De esa manera pudieron medir el impacto que tuvo el implementar una herramienta 5'S, se tuvo que hacer un diagnóstico de cómo se encontraba la empresa y ocuparon indicadores de mediciones para estar seguros que se obtuvieron beneficios. Se puede ver que tan sólo con el uso de una herramienta como 5'S se pueden mejorar los procesos y tener un gran impacto, no sólo en las áreas de trabajo, sino también en el trabajador, ya que también utilizan indicadores en los cuales se miden el clima organizacional y hay mejoras al respecto.

Se puede observar en los ejemplos anteriores que a pesar de ser industrias de manufactura diferentes, se obtienen grandes beneficios al implementar una técnica o herramienta, cada empresa tiene problemas específicos pero que en algún momento convergen hacia un grupo de problema, es decir, a pesar de que existen procesos de fabricación únicos, el hecho de implementar la misma herramienta se puede mejorar el proceso, obteniendo resultados satisfactorios, se puede decir que, en algún momento, los problemas que se presentan a pesar de ser particulares para cada organización llegan a ser similares en cuanto al objetivo que se quiere alcanzar: eliminar ciertos desperdicios que se presentan. Se puede hacer referencia al mismo desperdicio, pero connota diferente significado para cada empresa, por ejemplo, el desperdicio de sobreproducción puede presentarse en diferentes partes de una empresa, como en el almacén de materia prima, en el producto en proceso o incluso el producto terminado, de ahí que se debe definir el tipo de desperdicio a cada proceso, de esa manera, seleccionar la herramienta adecuada que vaya acorde con el desperdicio que se piensa optimizar.

## 1.8 PROBLEMÁTICA

Cada organización enfrenta diversos problemas que pueden presentarse en cualquier elemento de su cadena de suministros, desde los proveedores hasta el cliente, esto se asocia generalmente al manejo de sus procesos de producción, como se mencionó anteriormente algunos autores documentan casos de estudio en diferentes tipos de empresas manufactureras que enfrentaron diversos problemas, ya sea, que estén asociados a la planeación de la producción, operación técnica, dominio del proceso, mantenimiento, seguridad, etc. Son problemas que enfrentan cualquier organización que cuente con un proceso de transformación.

El primer caso hace mención sobre industrias químicas que sus procesos de producción son muy largos, haciendo que no puedan responder rápidamente a las fluctuaciones, ya que toma meses elaborar un producto, por lo que han implementado cadena de suministros esbelta, que implica aplicar herramientas para mejorar la gestión de sus recursos, en el servicio y plazos de entrega. (Packowski y Francas, 2013)

El segundo caso de estudio está relacionado con una empresa de fabricación de componentes de automóviles, en el que se quiere mejorar la flexibilidad de la mano de obra y las máquinas, junto con la eficiencia en la fabricación, para ello implementaron herramientas de Lean Manufacturing como: six sigma, TQM y TPM en el que permitieron mejorar sus resultados obteniendo una mejor capacidad en los trabajadores para laborar en diferentes máquinas permitiendo que aumentara su capacidad (Chauhan y Sinh, 2013).

Otro caso de estudio es el de una empresa confitera que se encuentra en Serbia, en la que registraron cerca de 2284 problemas, que implementaron herramientas como SMED, 5`S y TPM, haciendo que disminuyeran dichos problemas y mejorara la eficiencia de los equipos. (Djekic et al, 2014)

Por último, una empresa pequeña ubicada en Bogotá en la que aplicaron la herramienta de 5`S, con el objetivo de mejorar su proceso de fabricación, debido a que había una gran cantidad de desorden y suciedad decidieron realizar encuestas, medidas de desempeño y un paisaje de riesgo, que les permitió comprender la situación en la que se encontraban, una vez que se implementó dicha herramienta hubo un aumento de productividad y calidad, basándose en medidas de rendimiento, así como mejoras en el clima organizacional y una disminución de riesgos identificados (Hernández y Camargo, 2014).

Cada uno de los ejemplos anteriores se puede observar que a pesar de que son empresas con diferentes procesos de producción, enfrentan problemas que están relacionados a lo que Lean Manufacturing se denomina desperdicios, que son actividades que no agregan valor y se pueden encontrar en cualquier proceso dentro de una Cadena de Suministros. Para ello enumera siete tipos de desperdicios que son: Producto defectuoso, sobreproducción, sobreprocesamiento, transporte, movimientos, inventarios y esperas. Es necesario identificarlos con la finalidad de crear un flujo de valor. La manera de mejorar ese flujo de valor es, optimizando los desperdicios a través de un conjunto de herramientas y técnicas que deben implementarse con el objetivo de mejorar la Cadena de Suministros. Como se mencionó anteriormente, cada caso utiliza diferentes tipos de herramientas que están relacionadas al tipo de problema que surge dentro de la organización, se



puede decir que cada herramienta es especializada para cada tipo de desperdicio o problema, sin embargo pueden usarse simultáneamente obteniendo como resultado una mejora en el proceso. Es por ello que surgen preguntas de investigación de los casos, se puede decir exitosos, antes mencionados, ¿cómo se llegó a la conclusión de que esa herramienta era la más adecuada al problema?, o ¿Cómo elegir herramientas de LM de tal manera que su implementación sea efectiva? La efectividad en la implantación depende de la información recolectada, es decir, un diagnóstico, que indique los problemas junto con los desperdicios que se presentan asegurando su implantación, pero cómo llegaron a la determinación de ¿cuál era la herramienta que deberían de usar?, al parecer depende de la capacidad de las personas que ejecutan dicha implantación, dando por hecho que era la más adecuada y lo documentan a través de los resultados obtenidos.

### 1.9 OBJETIVO GENERAL

Diseñar un instrumento de selección que permita elegir la herramienta de LM más adecuada al problema de desperdicio que se presente en la cadena de suministro. A través de un diagnóstico de los problemas relacionados con desperdicios y asociándolos con el conjunto de herramientas de LM, se busca que la implantación de las herramientas seleccionadas sea efectiva minimizando los desperdicios.

### 1.10 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✚ Analizar el propósito y la naturaleza de las herramientas de Lean Manufacturing en la Cadena de Suministros
- ✚ Ubicar la herramienta con el tipo de desperdicio que pueda eliminar dentro de una Cadena de Suministros.
- ✚ Categorizar los desperdicios con los grupos de problemas en cada elemento de la cadena de suministros.
- ✚ Llevar a cabo un caso de estudio tratando de validar la propuesta.

### 1.11 ALCANCE

Este proyecto de investigación consiste en validar la propuesta del instrumento de selección que tiene como finalidad elegir la herramienta de Lean Manufacturing más adecuada al problema y que su implantación sea efectiva, esto es, mediante un caso de estudio que se llevó a cabo en la empresa Grupo Tensa.

## CAPÍTULO 2 ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS: TIPOLOGÍA DE PROBLEMAS Y SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA SU RESOLUCIÓN.

### 2.1 SISTEMA SOCIOTÉCNICO

Se considera a los sistemas sociotécnicos debido a que es donde se encuentran la tipología de problemas y se va implementar alguna herramienta de Lean Manufacturing. Es por ello que los sistemas sociotécnicos constan de dos tipos. A uno de ellos se le conoce como sistema social que según Katz y Rahn (1966) está conformado por personas que realizan diferentes funciones, formando áreas que en su conjunto establecen una organización y un sistema técnico que es el componente tecnológico, definiendo la palabra componente como "pertenencia" a una empresa, éstos son los materiales, máquinas y territorio, el cual haya un proceso de conversión entre las entradas y las salidas.

Trist y Bamforth (1951) mencionan que las organizaciones requieren de soportes físicos para sus actividades, por ejemplo: un lugar de trabajo, materiales, herramientas y máquinas, a su vez, de personas que son capaces y están dispuestas a modificar el caudal de material o prestar servicios necesarios. Una empresa responde a la acción conjunta de material y recursos humanos que representan un entorno interno y utilizan el concepto de socio técnico, incluso mencionan que el término de sistema abierto, refiriéndose a las empresas, debe ser remitido al sistema socio técnico, ya que una empresa es un conjunto de personas y medios materiales que interactúan entre sí, haciendo que desempeñen diversas funciones dentro de ella.

Algunas características de la empresa como un sistema Socio técnico.

Existen dos enfoques de un concepto de sistema socio técnico, el primero es como un marco de referencia, una manera general de ordenar los hechos. Dirige su atención al análisis de los grupos problemas en una empresa, viéndolo en tres aspectos:

- ✚ El primer análisis de sus componentes va a permitir conocer la manera en que cada uno contribuye al desempeño de una organización de manera individual. Los primeros componentes que analizan son: 1) la técnica y 2) la "estructura de la relación de trabajo" y sus roles ocupacionales.
- ✚ El segundo análisis es la interrelación de estos componentes, con especial referencia a los problemas de coordinación y de control interno, así creados.
- ✚ El tercer análisis es la detección y el análisis del entorno externo relevante de la empresa y la forma en que la empresa gestiona su relación con él.

Cabe mencionar que su análisis para los grupos de problemas tiene similitud con un enfoque de sistema, el cual tiene que ver con: analizar los elementos de que está compuesto el sistema, sus relaciones y el ambiente. Esto sirve para el estudio de las partes de una empresa, es decir, analizar su estructura. El segundo enfoque del marco de referencia describe y explica el

comportamiento de la empresa y sus miembros. Esta función está estrictamente derivada de la primera.

Trist y Bamforth (1955) son los primeros en utilizar el término “sistemas socio técnicos”, haciendo la diferencia entre los sistemas tecnológicos y la estructura social que consiste en el papel que ocupan dentro de una organización, por lo general en cuanto al aspecto social se apodera de algunos aspectos del sistema tecnológico, como el trabajo repetitivo, tareas parciales, y relacionar esto al aspecto social en los grupos de trabajo. Características de los sistemas tecnológicos que son relevantes en el sistema social, teniendo la idea que las máquinas no pueden producir sin intervención humana. Por lo que ambos deben de ser tomados en cuenta en una empresa, los ingenieros y los científicos sociales lo llaman “ingeniería humana”, el diseño de máquinas y coordinar tareas para un ajuste óptimo entre ellos, ya que se requiere de ciertas habilidades que el operador debe tener para el funcionamiento de la máquina.

Es útil identificar las principales dimensiones tecnológicas que afectan al sistema social, que puedan guiar el análisis de una tecnología dada y permitir la comparación con los demás. Trist y Bamforth (1955) dan algunas listas de las dimensiones:

- ✚ Características naturales del material que se requieren para trabajar puede ser limitada, lo que genera un problema en la variación incontrolada en cuanto a los requisitos laborales del proceso de producción.

- ✚ El nivel de mecanización (automatización). El grado de mecanización determina las contribuciones de la máquina y el hombre en el proceso de producción, lo que se pretende es reducir la contribución humana.

- ✚ Las unidades de operaciones requieren para completar cambios involucrados en la producción y la agrupación de esas unidades en la fase de producción, por lo que se requiere de un control humano para la coordinación (como la construcción de un diagrama del proceso por los ingenieros de producción)

- ✚ El grado de centralidad de las diferentes operaciones de producción. Esto es, las habilidades especiales o esfuerzos para los diversos procesos de producción que hay. En ocasiones puede ser requerido de operaciones “auxiliares” o “externos” para el desempeño de un sistema productivo.

- ✚ Las operaciones de mantenimiento necesarias para mantener las condiciones para el proceso productivo. Esto incluye las reparaciones y mantenimiento, permitiendo que haya más productividad en las máquinas y evitando diversos problemas en el proceso de producción y de esta manera se encuentren en condiciones necesarias para trabajar. Funciones de producción que incluye las responsabilidades de algunas tareas de mantenimiento que ejecutan.

- ✚ Operaciones de suministro mantiene una tasa de producción planificada a pesar de las variaciones imprevistas que puedan surgir por ambiente externo, como es la importación y exportación de materiales desde y hacia el ambiente externo. Por lo tanto, con frecuencia crean demandas que han de ser manejados a nivel de gestión del sistema social.

✚ La dimensión espacio-temporal del proceso de producción. Las operaciones llevadas a cabo de forma simultánea o secuencial en uno o varios turnos. Esto es la distribución del espacio temporal de las máquinas y los operativos tiende a influir en la facilidad con la que se coordinan las actividades interdependientes, suministrados y mantenidos.

✚ El entorno de trabajo físico. Las condiciones del trabajador como son: temperatura, luz, ruido, polvo y suciedad dependen del nivel de mecanización y la naturaleza del material. Ciertas condiciones de trabajo son consideradas como características de diferentes procesos de producción. Es conveniente considerar entorno físico como una dimensión, esto es adecuar las condiciones dentro de las limitaciones físicas los cuales están relacionados con el sistema social.

Trist y Bamforth (1955) llaman dimensiones a las características que tiene un sistema social y un sistema tecnológico en su conjunto y no se obtendrían por separado, debido a que se complementan, desempeñando ciertas funciones. Estos sistemas sociotécnicos tienen una gran impacto en la organización debido a que, dependiendo de las características del sistema tecnológico, requiere de personal que tenga ciertas habilidades, conocimientos y desempeñe actividades que se requieran para su funcionamiento de toda la organización.

En la interacción de ambos sistemas surge un determinado grupo de problemas, que Trist y Bamforth (1955) lo identifican como dimensiones que se dan a través de aspectos tecnológicos que afectan al sistema social, ya sea el problema de la variación, la automatización, las habilidades de los operadores, operaciones de mantenimiento o de suministros, dimensión del espacio temporal y el entorno físico, cada una de esas dimensiones está relacionado con algún tipo de desperdicio que se da dentro de un proceso de cadena de suministros. Cabe mencionar que el surgimiento de esos desperdicios es por la naturaleza misma de los sistemas sociotécnicos, que se busca optimizarlos a través de la implementación de ciertas herramientas que permitan mejorar el proceso.

## **2.2 PROBLEMAS ORGANIZACIONALES QUE PRESENTAN LOS SISTEMAS SOCIO TÉCNICOS.**

Una de las características que tienen los sistemas socio técnicos son las diferentes grupos de tareas que desempeña el trabajador en relación al uso de la tecnología, esto es, la variabilidad de roles o funciones que realiza el personal dentro de la organización, debido a las diferentes actividades se han identificado problemas situados dentro de una empresa, donde se requiere de la participación de los trabajadores para poderlos resolver. Albino et al (2001) afirman que el comportamiento de las empresas no depende del número de empleados, sino de su capacidad para fortalecer sus procesos de producción y menciona que la capacidad para implementar y controlar los procesos dependen del conocimiento y la experiencia, sugieren una taxonomía del conocimiento de las empresas industriales para operar sus procesos, esto es, el aprendizaje de las organizaciones juegan un papel importante en la mejora del rendimiento de las empresas. La industrialización, por ejemplo, requiere de más codificación del conocimiento, que apoya la

repetitividad y la estandarización de los procesos, así como los sistemas de control más eficientes y eficaces de las actividades de producción, especialmente en términos de calidad y costos. En particular el conocimiento y la experiencia se han relacionado con la capacidad de la organización para implementar y controlar los procesos de producción. El conocimiento que tenga cada empresa refleja en el tipo de problemas que se identifican y resuelven con los recursos que se tienen. De esta manera proponen cinco niveles de empresas las cuales son:

✚ **Nivel I. Empresas Intuitivas.** Son empresas que cuentan con un conocimiento parcial de los factores de entrada y de los procedimientos operativos, esto hace que sea difícil de controlar la salida del proceso, ya que el individuo realiza actividades basadas en la intuición sin tener gran experiencia o conocimiento del proceso. El conjunto de procedimientos que cuenta son principalmente hechas por la intuición o el resultado de la experiencia obtenida por la realización de actividades similares.

✚ **Nivel II. Empresas tácitas.** Los principales factores de entrada son conocidos y es posible definir sus propiedades, así como para medirlos, incluso no siempre con precisión. El conjunto de procedimientos es tácita, es decir, arraigado en las acciones del individuo y son esencialmente el resultado de la experiencia acumulada en el aprendizaje práctico de los procesos. Han desarrollado su capacidad mediante mecanismos de aprendizaje, tales como aprender haciendo, mediante el uso, la observación y la interacción.

✚ **Nivel III. Empresas cualitativas.** En este nivel, se conocen los factores de entrada y sus propiedades características. El conjunto de procedimientos que se conoce en términos de relaciones cualitativas (causa-efecto) entre los factores de entrada y las características de salida, por ejemplo, cuando se quiere evaluar la satisfacción del cliente, por lo general se relaciona con las entregas rápidas al cliente, la calidad del producto y la fiabilidad. La influencia de esas variables con respecto a la satisfacción del cliente es difícil de predecir, por ello se utilizan herramientas como encuestas o análisis de comportamiento de los clientes que se utiliza para inferir las relaciones cualitativas.


✚ **Nivel IV. Empresas cuantitativas.** Cuentan con un control preciso de los factores de entrada del proceso. Los procedimientos son conocidos en términos cualitativos (causa-efecto) y las relaciones cuantitativas (empíricos) entre las variables de entrada y las características de salida. Es posible determinar los efectos cuantitativos que las variaciones en las características de entrada tienen sobre las características de salida. Estas relaciones cuantitativas se basan en modelos cuantitativos que representan el resultado de procesos de experimentación.


✚ **Nivel V. Empresas Científicas.** En este nivel, todas las características de los factores de entrada y salida se conocen con precisión. Los procedimientos se pueden formalizar por un modelo científico que permite describir con precisión el proceso de producción y de prever o simular el efecto de las variaciones de entrada en la salida del proceso. Desde un punto de vista operativo, las personas o la organización por completo puede controlar y gobernar el proceso.


Albino et al (2001) tienen un enfoque que analizan los niveles del conocimiento que caracterizan a los procesos de operación de una organización. En particular, se define un marco que va desde una interfaz intuitiva hasta un conocimiento científico. Los niveles dependen de las características de los componentes de la capacidad asociada con ese conocimiento.


Los niveles que se toman en cuenta en este proyecto de investigación son los primeros tres, la cual son empresas que están orientadas hacia los procesos de producción que aún no están bien definidos, se puede decir que son empresas reactivas, ya que responden basándose en la intuición, en la experiencia o que llevan a cabo un diagnóstico para identificar las deficiencias del proceso, sin embargo en los Niveles IV y V, cuentan con un control preciso de los factores de entrada o que se conoce con precisión el proceso de producción y lo controla. Se presupone que el número de empleados determinan el comportamiento de las organizaciones, sin embargo, este criterio no ofrece certeza de que el tamaño determina el tipo de problemas que enfrenta cada una de ellas, esto es, que una empresa grande o pequeña puede presentar el mismo problema en diferentes dimensiones, la diferencia radica que una empresa grande puede tener un problema a menor escala que una pequeña, o viceversa, no se clasifica de acuerdo al tamaño los diferentes tipos de problema, sino más bien en el comportamiento de su proceso de producción.


Bautista (2008) establece un grupo de problemas que están enfocados hacia los sistemas socio técnicos y asociados a los niveles de empresas que menciona Albino et al (2001). Esta asociación que hace Bautista (2008) es con el apoyo de grupos de expertos, siguiendo las pautas que marca la definición de cada tipo de empresa. La relación que hay con el nivel de empresa que tiene que ver con el tipo de conocimiento con que operan sus procesos de transformación, reflejado a su vez ciertos problemas que son identificados. A continuación se describen cinco grupos de problemas existentes en la organización.

 **Grupo 1. Asociados a la planeación de la producción.** Estos problemas se encuentran vinculados a la organización del proceso productivo, en el que la empresa tiene suficiente control que le permite identificar posibles mejoras.

 **Grupo 2. Asociados a la operación técnica.** Son problemas ocasionados por el desconocimiento de la forma en que operan sus procesos, y de los requerimientos necesarios para su adecuado funcionamiento.

 **Grupo 3. Dirección y dominio del proceso.** Son problemas que aparecen cuando las empresas comienzan a tener conocimiento de la importancia de la documentación de sus procesos para tomar decisiones anticipadas, y del papel relevante que tiene el factor humano en la organización.

 **Grupo 4. Seguridad y mantenimiento.** Son problemas que se presentan cuando se carece de medidas de seguridad, tanto en las instalaciones como en el equipo, y cuando existe una falta de mantenimiento de los mismos.

 **Grupo 5. Otros.** Algunos de estos problemas corresponden a los que se presentan en las relaciones que mantienen las organizaciones con su entorno, como son: rotación de personal, materiales inapropiados, diseño del producto, servicio al cliente

(post venta), e insuficiencia de personal. Otros más están relacionados con la planeación de mediano y largo plazo.

En estos grupos de problemas, hay una clasificación que se muestra a continuación en la Tabla 1, la cual indican ciertas especificaciones que puede tener, explicando más detalladamente su asociación de cada uno de ellos.

<b>Grupo 1. Asociados a la planeación de la producción.</b>	<b>Grupo 2. Asociados a la operación técnica.</b>	<b>Grupo 3. Asociados a la dirección y dominio del proceso.</b>	<b>Grupo 4. Asociados a la seguridad y mantenimiento.</b>	<b>Grupo 5. Otros.</b>
Planeación y control de la producción.	Área de trabajo.	Asignación de funciones y responsabilidades.	Medidas de seguridad en utilizar equipo y herramienta.	Rotación de personal.
Distribución de planta.	Manejo de los materiales.	Definición de políticas internas.	Mantenimiento de instalaciones.	Materiales inapropiados.
Técnicas utilizadas en el proceso.	Uso de equipo y herramienta.	Compromiso del personal.	Respeto a medidas de seguridad.	Diseño del producto.
Balanceo de línea.	Aprovechamiento inadecuado de los materiales.	Controles administrativos y de recursos.		Servicio al cliente (post venta).
Control de calidad.	Mantenimiento de equipo y herramienta.	Trabajo en equipo.		Insuficiencia de personal.
	Seguridad e higiene del lugar de trabajo.	Capacitación.		Documentación del proceso.
	Disponibilidad de equipo y herramienta.	Control de entregas y pedidos.		Mano de obra extra.
	Control de equipo y herramienta.			Pronósticos de producción.
	Equipo y herramienta acorde con el proceso.			Actualización de equipo y herramienta.
	Ergonomía.			Establecimiento de objetivos y metas a corto y mediano plazo.
				Especificaciones del producto.

**Tabla 1 Categorías de los Grupos de problemas.**

**Fuente: Bautista (2008)**

Los grupos de problemas asociados al nivel de empresa descritos anteriormente, con el apoyo de consultores y administradores, Bautista (2008) hace una clasificación, como se muestra en la siguiente Tabla 2.

<p><b>Empresas intuitivas o imitativas – Nivel I</b> Grupo 2 (asociados con la operación técnica)</p>
<p><b>Empresas tácitas – Nivel II</b> Grupo 1 (asociados a la planeación de la producción) Grupo 3 (asociados a la dirección y el dominio del proceso) Grupo 4 (asociados a la seguridad y mantenimiento)</p>
<p><b>Empresas cualitativas – Nivel III</b> Grupo 5 (otros)</p>

**Tabla 2 Vinculación del tipo de empresa con el grupo de problema**

**Fuente: Bautista (2008)**

La asociación de los grupos de problemas con el nivel de empresa que se ha establecido hasta ahora, son problemas que se presentan en los sistemas sociotécnicos. Para identificar estos grupos se necesita del juicio del observador o el tomador de decisiones. Depende de los problemas que se presenten en la operación se asocia a un grupo que tenga alguna relación entre ellos y que a su vez defina el nivel de empresa al que pertenece.

### **2.3 HERRAMIENTAS DE LM ASOCIADOS A LOS PROBLEMAS SOCIOTÉCNICOS**

Hasta el momento se ha mencionado cómo se complementa el sistema social con lo tecnológico, formando un nuevo término llamado sistema sociotécnico, su funcionamiento, características y la manera en que influye el sistema tecnológico en lo social. Al igual se ha mencionado sobre los grupos de problemas que presentan estos sistemas y como se asocian al nivel de desarrollo de una empresa, clasificándolas como: intuitivas, tácitas, cualitativas, cuantitativas y científicas. Ahora cabe preguntarse, ¿qué herramienta es la más adecuada de acuerdo al problema presentado? O ¿cómo elegir las herramientas de LM de tal manera que su implantación sea efectiva?, para ello es necesario conocer la razón por la cual fue diseñada la herramienta, es decir, el propósito que cumple cada una de ellas, de esa manera se va asociar con algún tipo de residuo que permita optimizar y mejorar el flujo del proceso.

Trist y Bamforth (1951) consideran que para la conducción de los procesos y llevar a cabo tareas específicas es proporcionando herramientas operativas. Simón y Canacari (2012)



mencionan que Lean Manufacturing es un sistema integrado con algunas herramientas y técnicas, centradas en la optimización de desperdicios y valor agregado. Numerosas herramientas y técnicas han sido desarrolladas frente a problemas específicos, de aquellas actividades que no agregan valor. Pocos esfuerzos se han comprometido a la selección de herramientas de Lean Manufacturing. Cada una tiene su propio objetivo y se implementa de diferente manera. Primeramente es necesario hacer una selección entre herramientas y técnicas, ya que en la literatura utilizan el mismo término sin haber distinción una de otra, para eso es necesario el concepto de ambos términos para poder clasificarlos.

Es preciso definir ambos términos debido a que existen técnicas que requieren de herramientas para su implementación, para ello hay que saberlas identificar. Antes de todo se define el término de herramienta, para eso Mingers y Brockesby (1997) confirman que una técnica es una actividad específica que tiene un claro y bien definido propósito dentro de un contexto de una metodología. Las técnicas pueden ser complementarias, es decir, que se combinan junto con otras metodologías y la técnica puede descomponerse a sí mismo a diferente nivel de detalle. La relación que existe entre técnica y metodología es entre el qué y el cómo, es decir, la metodología especifica qué tipo de actividades deben llevarse a cabo y las técnicas son una manera particular de realizar esas actividades. Generalmente cada qué tiene un número de posibles cómo. Finalmente la herramienta es un artefacto, que puede ser usado en la realización de una técnica en particular. De acuerdo con Anvari et al (2014), la selección de herramientas es uno de los factores importantes para la aplicación de técnicas y logro de objetivos deseados. Para que la herramienta sea la más adecuada al problema y que su implementación sea efectiva se debe definir si es considerada técnica o herramientas en relación a su propósito, o por el cuál fue diseñada. A continuación se definirán si es herramientas o técnicas según sea el caso, de acuerdo al juicio del autor, esto es hacer un análisis descriptivo sobre cada una de ellas en el que se permita conocer el propósito para el cual fue diseñado y seleccionar qué herramientas se integran con ciertas técnicas para su aplicación.

**JUST IN TIME (JIT)** es una técnica que se ocupa a la adaptación y cambios de la demanda, mediante el cual todos los centros producen los bienes necesarios, en el momento oportuno y en las cantidades precisas. Lo primero que se necesita el método JIT es permitir a todos los procesos conocer con precisión los tiempos y las cantidades requeridas (Monden, 1981). Monden (1981) establece que el Kanban es una herramienta para conseguir la producción “Just In Time”; y Gubata (2014) corrobora que kanban es un sistema de señalización que es de amplio uso de la fabricación JIT para asegurar la entrega justo a tiempo de piezas y materiales.

**KANBAN** es una herramienta para conseguir la producción esbelta. Se trata usualmente de una tarjeta en una funda rectangular de plástico, (Monden, 1981) Se utilizan principalmente dos tipos: el kanban de transporte, especifica el tipo y la cantidad del producto a retirar por el proceso posterior y el kanban de producción indica el tipo y la cantidad a fabricar por el proceso anterior, denominado comúnmente kanban de procesos, para conseguir el propósito de la producción “Just in time”.

**KAIZEN** es una técnica que necesita de herramientas para su implementación. La palabra viene de dos ideogramas japonesas que significan KAI= Cambio y ZEN= Bueno (para mejorar), es decir, mejora continua, por este motivo es visto como un principio o “espíritu individual” de cooperación y mejora. Es la acumulación gradual de muchos pequeños mejoramientos hechos por todos los miembros de la empresa (Suárez y Miguel, 2009). Rivera (2013) menciona que Kaizen se obtiene a través de la aplicación del verdadero “empowerment” (empoderamiento, facultamiento). Da un modelo de implementación de LM, con base a Kaizen “mejoramiento continuo” en donde contiene herramientas tales como: mapas de cadena de valor, sistema de trabajo flexible, 5’s, Jidoka, SMED, TPM, JIT, TQM, Heijunka. Es una técnica que está asociada con varias herramientas con el objetivo de mejorar.

**DISEÑOS DE EXPERIMENTOS** es una herramienta que sirve para la aplicación de una técnica con el fin de generar conocimiento acerca de un sistema o proceso, por medio de pruebas planeadas adecuadamente. Es una herramienta que se puede ocupar en un conjunto de técnicas estadísticas y de ingeniería, que permiten entender mejor la relación causa y efecto. Estas pruebas o experimentos se hacen sobre la marcha, con base en el ensayo y error, aplicando a la experiencia y la intuición, en lugar de seguir un plan experimental adecuado que garantice una buena respuesta a las interrogantes. El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera para obtener datos, que al ser analizados proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas y de esa manera responder las interrogantes resolver un problema o lograr mejoras. (Gutiérrez y Vara 2012)

**TAKT TIME** es una herramienta cuyo objetivo consiste en trabajar en el ritmo preciso de la demanda, el término Takt corresponde a una palabra alemana que traduce una medida de música. En este contexto, el director de orquesta es el cliente que marca el ritmo de la producción lenta o rápida que debe adaptarse a la demanda. El razonamiento a partir del Takt time consiste en producir a un ritmo exacto de la demanda del cliente. En algunos casos, el tiempo está dado por la máquina, en el que ritmo de cuello de botella debe detenerse. (Lasnier, 2007)

**ESTANDARIZACIÓN** es una técnica. De acuerdo con Anvari et al (2013), el trabajo estándar es el establecimiento de procedimientos precisos para el trabajo de cada operador en un proceso de producción, basado en tres elementos: Takt time, la secuencia de trabajo preciso, y el inventario estándar. La estandarización de trabajo es prescrito en la secuencia de producción de pasos o actividades que son asignadas a un solo operador, el cual es balanceado con el Takt time. El propósito de estandarizar es minimizar y controlar la variación de los egresos, calidad, niveles de inventario y costo. El Takt time es un elemento importante de estandarización. Establece que requiere de herramientas como diagrama de espagueti, Layout, control de producción, etc. (Labach, 2010).

**SEIS SIGMA** es una técnica la cual llaman como: “la estrategia usada para mejorar las utilidades del negocio y mejorar la efectividad y eficiencia de todas las operaciones, con el propósito de lograr o exceder las necesidades o expectativas de los clientes”. El objetivo es ofrecer

un mejor producto o servicio, más rápido y rentabilidad, centrándose en la eliminación de defectos y satisfacción del cliente o comprador. Tiene un enfoque estadístico, que pretende un manejo eficiente de los datos para brindar un mejor producto y/o servicio, logrando un nivel de defectos menor o igual a 3.4 defectos por un millón de oportunidades. Seis sigma es útil e importante en la cadena de suministros porque a través del uso intensivo de las herramientas estadísticas se pueden identificar los procesos claves de la organización que requieren mejoras, y que de una u otra manera afectan la satisfacción del consumidor (Mantilla y Sánchez, 2012). Utiliza la metodología de DMAIC cuyas siglas significan: Definir los problemas o situaciones a mejorar; Medir el proceso para determinar su rendimiento; Analizar el funcionamiento del proceso para identificar la raíz de las causas; Mejorar el funcionamiento de los procesos y Controlar las mejoras del proceso. (Mast y Lokkerbol, 2012).

**JIDOKA** es una herramienta la cual da la garantía de la calidad que pretende asegurar que todas las unidades producidas cumplan las especificaciones dadas, porque en un sistema sin despilfarros no se puede tener el lujo de tener piezas defectuosas, ya que no está prevista la producción de piezas adicionales. La calidad total consiste en satisfacer completamente la necesidad de los clientes, tanto internos como externos, al mismo tiempo que la de los empleados y todo con los costos mínimos. Jidoka es el nombre que recibe, en japonés, el sistema de control autónomo de defectos, basado en que un empleado puede para la máquina si algo va mal. Es una palabra que significa dar la responsabilidad a cada operario para aquello que él realiza en su entorno de trabajo, transfiriendo a la maquina esa característica o habilidad que lo hace algo más que una máquina automática. (Mantilla y Sánchez, 2012)

**HEIJUKA** es una herramienta que significa literalmente “trabaje llano y liberado”. Sirve para adaptar la producción a la demanda fluctuante del cliente, conectando toda la cadena de valor, desde los proveedores hasta el cliente. Se debe satisfacer la demanda con las entregas requeridas por el cliente, pero esta demanda es fluctuante. La idea es producir en lotes pequeños de muchos modelos, libres de cualquier defecto, en periodos cortos con cambios rápidos, en lugar de ejecutar lotes grandes de un modelo después de otro. (Mantilla y Sánchez, 2012).

**MAPEO DE LA CADENA DE VALOR (VSM)** es un mapa que sirve como herramienta el cual muestra en cada paso el flujo de información y materiales necesarios desde que el cliente solicita un producto, se pide la materia prima, se transforma y se entrega al cliente final. Tiene como beneficio la relación entre tiempos de valor agregado y tiempos de espera o valor no agregado. Al obtener de una forma visual el mapa de la cadena de valor, permite identificar las actividades que no aportan valor añadido al negocio, con el fin de eliminarlas y poder ser más eficientes. Los beneficios de la aplicación VSM son: ayudar a visualizar más de un simple proceso, vincular el flujo de información y el de materiales en un solo mapa, utilizando un único lenguaje y también obtener un sistema estructurado para implementar mejoras. (Villaseñor y Galindo, 2003).

**TOTAL QUALITY MANAGEMENT (TQM)** es una herramienta que se centra en la mejora permanente, por lo que los procesos son visibles, repetibles y medibles; también, se centra en el análisis y eliminación de los efectos indeseables en los procesos de producción. Es una descripción

de la cultura, la actitud y de la organización de una empresa que se esfuerza por ofrecer a los clientes, productos y servicios que satisfagan las necesidades y expectativas. Esta cultura implica que todos los procesos tengan cero defectos y cero residuos. El TQM se refiere a un enfoque integrado de gestión para enfocar todas las funciones y niveles de una organización en la calidad y mejora continua. (Milosan, 2011)

**MANTENIMIENTO PRODUCTIVO TOTAL (TPM)** es una herramienta que sirve para asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en condiciones y produzca componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado. La idea funcional es que la mejora y buena conservación de los activos productivos es una tarea de todos, desde los directivos hasta los ayudantes del proceso. Se requiere de una máxima disponibilidad de las máquinas esto se hace a través de un sistema de mantenimiento en los equipos para toda la vida útil de los mismos de producción, para conseguir una mayor disponibilidad en las instalaciones, promover actividades autónomas en pequeños grupos para maximizar la eficacia del equipo y eliminando o reduciendo los tiempos muertos debido a las averías, preparaciones y ajustes, (García, et. al., 2014).

**5'S** El objetivo de la herramienta es tener un ambiente de trabajo limpio, ordenado y seguro que facilite el trabajo de las tareas cotidianas, generando productos y servicios a bajo costo, en donde los materiales y útiles innecesarios se han eliminado. El nombre proviene de cinco palabras japonesas que son: Seiri que significa clasificar o separar entre los elementos necesarios de los innecesarios, Seiton que es organizar, esto es organizar todos los elementos esenciales, Seiso es limpieza, mantener en óptimas condiciones de usos de máquinas, equipo, herramienta, etc. Seiketsu estandarizar, tratar de estabilizar el funcionamiento de todas las reglas definidas en las etapas anteriores y Shitsuke es mantenimiento de la disciplina, consiste en cumplir las normas que se establecieron. (Rodríguez, 2011)

**BENCHMARKING.** Es una herramienta que sirve para un proceso de evaluación y las mejores prácticas de aplicación su objetivo es un método de comparar con la mejor y aprender de ello sistemáticamente, detallada y de manera independiente (Kúzmicz, 2014). Kirö (2003) establece que Benchmarking es primero y ante todo una herramienta de mejora, logrado a través de la comparación con otras organizaciones como las mejores dentro de su área.

**DIAGRAMA CAUSA EFECTO** es una herramienta que permite analizar de manera sistémica las relaciones entre los resultados y los diversos factores causales. Es importa conocer cómo se originan los resultados, ver qué pasos se siguen y discutir los mejores criterios para diseñar y operar los procesos que los generan. En la industria, el diagrama causa-efecto de uso más común se conoce como diagrama 5M's. La mayoría de los procesos de producción comprenden una combinación de materia prima (por transformar), medio ambiente, mano de obra, máquinas y equipos, métodos y estándares. Estos factores se representan por sendas flechas oblicuas, que inciden lateralmente sobre una flecha principal figurativa del proceso. (Simonassi, 2009)

**DIAGRAMA DE ESPAGUETI.** Es un diagrama que se ocupa como herramienta que indica los movimientos necesarios que un operador realiza al mover el material entre varias operaciones. Aísla los movimientos del operador que ocurren al completar sus tareas. Por seguir los

movimientos del operador con un lápiz en la hoja del Layout. El diagrama muestra movimientos repetitivos se coloca en el carro y trasladado durante la operación. Los movimientos repetitivos muestran material en movimiento que se transporta. El diagrama de espagueti es tan útil en identificar cómo los cambios del Layout pueden minimizar los movimientos y actividades que no agregan valor. (Labach, 2010)

**LAYOUT** es una herramienta que se utiliza en el diseño de instalación de una planta , el problema de las distribuciones de las instalaciones se ocupa en resolver el rompecabezas de la organización física dentro de un sistema de producción para minimizar los costos de flujo del manejo de materiales entre los departamentos. El objetivo es reducir al mínimo el costo de manipulación de materiales (la suma de las distancias entre cada departamento multiplicado por el flujo o peso entre dichos servicios), dándole soluciones en organizar un número discreto de departamento dentro de los límites de instalación. Con un conjunto de objetivos, el diseño debe satisfacer numerosas limitaciones. (Hathhorn et al., 2013).

**AMEF** es una herramienta preventiva para identificar y minimizar el potencial de una falla, mediante el cual se describe un grupo de actividades sistemáticas independientes para organizar y evaluar la falla potencial de un producto y/o proceso al igual que el efecto de falla. El AMEF identifica acciones que pueden reducir o eliminar la ocurrencia de la falla potencial, por lo tanto es un proceso sistemático para la identificación de las fallas potenciales (antes de que éstas ocurran) ya sea en el diseño de un producto o en el proceso de fabricación de un producto (también lo podría ser en el proceso de elaboración o de operación de un servicio) (Reyes, 2008).

**FABRICA VISUAL** es una herramienta que requiere que se establezca el lugar físico, que respete y estimule el conocimiento y experiencia de todos los empleados, además del contacto físico con la alta dirección sea en los propios puntos de trabajo y el lugar sea común. La fábrica visual es tal que la comunicación esté a la vista del que la contempla. El objetivo es que las técnicas utilizadas atraigan al público hacia el mensaje, ocupando esta herramienta, más que situar datos o reportes ante un grupo selecto de directivos y supervisores. (Villaseñor y Galindo, 2003).

**SINGLE MINUTE EXCHANGE OF DIE (SMED)** lo definen como una herramienta que sirve para el cambio rápido de herramientas, tiene como objetivo la reducción del tiempo de cambio. El tiempo de cambio se define como el tiempo entre la última pieza producida del producto “A” y la primera pieza producida del producto “B”, que cumple con las especificaciones dadas, (García, et. al., 2014).

**POKA YOKE.** Es un dispositivo que se ocupa como herramienta para cualquier mecanismo que impide un error o defecto que ocurre o tiene algún error o efecto evidente a simple vista. Es la concentración en la eliminación de las causas de defectos lo cual importante. Poka Yoke es una manera de ayudar a la gente haciéndolo bien y a la primera. No viola o niega las buenas prácticas de ingeniería. En su lugar, se expande en esas prácticas para incluir formas de ayudar a la gente hacer bien el trabajo, así como rápidamente. No se pueden evitar todos los errores, pero puede

hacer que sea más fácil hacer bien el trabajo, a pesar de que los errores se sigan sucediendo (Shahin y Ghasemaghaei, 2010).

**MANUFACTURA CELULAR** es una herramienta que incrementa la mezcla de productos con el mínimo de desperdicios posibles. Una célula consiste de un equipo y una estación de trabajo que son organizados en un orden que mantiene un flujo continuo de materiales y componentes a través del proceso. Una de las ventajas de las células es el concepto de flujo de una pieza, que establece que cada producto se mueve a través del proceso de una unidad a la vez sin interrupción repentina, a un ritmo determinado por la necesidad del cliente. Se extiende la mezcla de productos es otra ventaja de manufactura celular. Cuando el cliente demanda una alta variedad de productos, así como una entrega más rápida, lo importante es que tengan flexibilidad en los procesos para acomodar sus necesidades. (Abdullah, 2003).

**FLUJO CONTINUO** es una herramienta que sirve para producir y mover un artículo o artículos a la vez, mediante una serie de pasos de procesamiento tan continuos como sea posible, con la fabricación de cada paso sólo lo que sea requerido por el siguiente paso. (Anvari et al, 2013). Aumentar la velocidad en la elaboración de los productos y hacer que el ciclo de producción predecible. La intención es que tenga una buena distribución de la planta. (Feld, 2001)

**SISTEMA PULL (EMPUJAR)** es una técnica de control de producción en la que las actividades posterior señalan sus necesidades a las actividades anteriores (Anvari et al, 2013) El sistema tradicional de empuje (Pull) mantiene a la gente y las máquinas ocupados. Lo que se hace es empujar el producto a lo largo de la línea de producción para la siguiente operación. Se requiere de un “Kanban” que es una señal que ordena a la producción solamente lo que se requiere. (Feld, 2001).

Con base en Mingers y Brockesby (1997) de las técnicas y herramientas antes mencionadas se hizo una clasificación de cada una de ellas, haciendo un análisis y se obtuvieron cinco técnicas que son:

- Kaizen (Mejora continua)
- JIT (Justo a tiempo)
- Seis Sigma
- Estandarización
- Sistema Pull

Cada técnica muestra ciertas actividades específicas que tiene un determinado propósito, es decir, cuando se habla de Kaizen que es mejora continua o estandarización o alguna otra técnica, se requiere de alguna herramienta o un artefacto que se pueda utilizar para la realización de dicha técnica, es decir, se hace valer de una herramienta para que se pueda implementar. Es por ello que se clasificaron a las siguientes herramientas:

- Kanban
- Takt time
- Diseño de experimentos
- Jidoka

- Heijuka
- Mapeo de la cadena de valor
- TQM
- TPM
- 5'S
- Benchmarking
- Diagrama Causa efecto
- Diagrama de espagueti
- Layout
- AMEF
- Fabrica visual
- SMED
- Poka yoke
- Manufactura celular
- Flujo Continuo

Estas herramientas son seleccionadas de acuerdo a la técnica, habiendo una integración entre ellas, cabe mencionar que ciertas herramientas se pueden utilizar en diferentes técnicas, por ejemplo si se habla de la técnica JIT, justo a tiempo, que tiene como objetivo disminuir o hasta eliminar los inventarios para evitar que el producto genere costo por que está parado, se hace valer de herramientas como Kanban o Takt time, su objetivo puede ser el mismo; por otra parte, si se habla de estandarización de procesos, se pueden ocupar esas mismas herramientas; ya que permite especificar qué actividades se deben eliminar por que no son necesarias y las que resultan primordiales para estandarizar. Esto hace que haya una coordinación entre herramientas con referencia a la técnica. Es por ello que se obtuvo la siguiente Figura 4. Clasificación entre técnicas y herramientas.

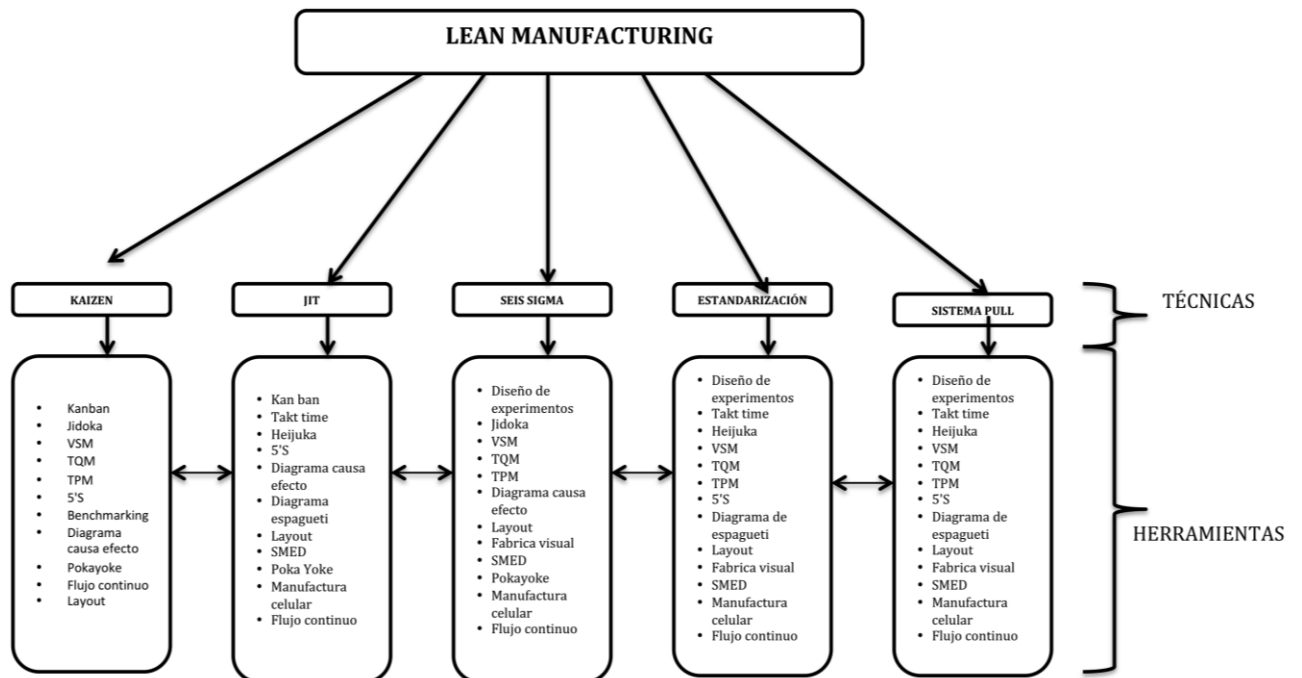


Figura 4 Clasificación de las técnicas y herramientas.

Fuente: Elaboración propia.

## 2.4 LA TIPOLOGÍA DE PROBLEMAS DENTRO DE UN PROCESO DE PLANEACIÓN ABORDADOS EN UN CONTEXTO SOCIOTÉCNICO

Hasta el momento se ha mencionado el funcionamiento y las dimensiones de los sistemas sociotécnicos, también los niveles de empresas, de acuerdo a su nivel de conocimiento y por lo tanto hay una tipología de problemas que presenta cada tipo de empresa, y por último se dio el concepto de técnicas y herramientas y se describió cada una de ellas, pero ¿desde qué enfoque de planeación se podría abordar la tipología de problemas? Si se revisa la definición de sistemas sociotécnicos son los sistemas que están más cerca del proceso de fabricación, colocándolos dentro de una planeación táctica. Según Morrissey (1996) define a la planeación táctica sobre qué desea o qué pretende lograr su institución o empresa, cómo y cuándo se realiza y quién será el encargado, menciona que tiene dos partes independientes: el plan y el proceso.

✚ Plan es un documento que contiene los resultados específicos que se deben lograr, dentro de un tiempo establecido, al igual que acciones y recursos que se necesitan para lograr dichos resultados.

✚ Proceso de planeación táctica la define como la participación continua de los directivos y de los empleados clave en la producción de planes y resultados tangibles para la organización.

En relación con ambas definiciones se puede decir que el proceso es una manera clara para realizar el plan y un medio para garantizar que se entienda y la gente se comprometa, requiere de un esfuerzo disciplinado para producir decisiones y acciones que determinan la naturaleza y dirección de las actividades de una organización. Por lo general los tomadores de decisiones necesitan un proceso razonablemente estructurado para ayudarles a identificar y resolver los problemas más importantes que enfrentan (Bryson, 1988).

El proceso de planeación táctica está compuesto por seis elementos primordiales que corresponden a los elementos del plan táctico los cuales son:

- ✚ **Elemento 1.** Áreas de resultados críticas.
- ✚ **Elemento 2.** Análisis de cuestiones críticas.
- ✚ **Elemento 3.** Indicadores críticos de rendimiento.
- ✚ **Elemento 4.** Objetivos.
- ✚ **Elemento 5.** Planes de acción.
- ✚ **Elemento 6.** Revisión del plan.

Una vez que se han ubicado los sistemas socio técnicos en una planeación táctica es preciso ubicar la tipología de problemas dentro del proceso de planeación, de acuerdo con los elementos que conforma el proceso se encontrarán en el elemento 1 y 2 así mismo se definen a continuación.



✚ **Elemento 1. Áreas de resultados críticos.** Estas son áreas prioritarias dentro de las cuales se tienen que lograr resultados durante el periodo proyectado de planeación. Se consideran las áreas críticas aquellas que son esenciales en los resultados de una organización, están compuestas por más de un departamento o unidad que es aquella que está claramente definida dentro de una institución o empresa, desde una división hasta la operación a cargo de una sola persona. Se enfocan en los rendimientos principales que podrían incluir cosas como el mejoramiento de calidad, productividad, el control de costos y el estado de ánimo de los empleados.

✚ **Elemento 2. Análisis de cuestiones críticas.** En este elemento se evaluará la condición actual del rendimiento de la organización, junto con los problemas específicos que tendrá un impacto. En este punto se debe analizar los factores por las cuales se consideran áreas críticas, problemas claramente identificados. La porción del análisis de este elemento es especialmente útil para centrar su enfoque a la identificación de los problemas correctos., validándolos y examinando maneras alternas de enfrentarlo. El análisis de cuestiones críticas también es valioso como herramienta continua para la solución de problemas y toma de decisiones.

Estos dos elementos antes mencionados son importantes para ubicar la tipología de problemas dentro de un proceso de planeación táctica. En el primer elemento que es el análisis de áreas críticas, es definir qué departamentos o unidades que se encuentran dentro de una organización presenta resultados críticos, para ello se ocupa como base el modelo de la cadena de suministro propuesto por Huang (2005), ya que identifica las áreas dentro de una organización el cual está compuesto por departamentos que desempeñan diferentes funciones, que es el modelo, de ahí se van a localizar aquellas que son esenciales en los resultados de una organización.

Una vez identificada el área que presenta dificultades se procede al segundo elemento que es el análisis de cuestiones críticas en donde es preciso definir qué problemas tipo se presentan en esa área, de ahí que el segundo elemento esté relacionado con los diversos grupos de problemas antes presentados.

## 2.5 ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN.

La estrategia de investigación está basada en la propuesta de Sagasti y Mitroff (1973), el “Modelo de Diamante”, compuesto por varios elementos que tienen relación entre sí, los cuáles son:

✚ El subsistema llamado *Modelo Conceptual* es definido como una “imagen mental” que se forman en la mente acerca de la realidad. Es donde se identifica la estructura del problema y deciden qué aspectos son relevantes y qué no.

✚ El subsistema *Modelo científico* es más ampliamente estudiado y reconocido. Es una representación formalizada de la realidad y el modelo conceptual. Consiste en un conjunto de símbolos y reglas para manipularse.

✚ La *solución* puede considerarse como las salidas del subsistema. Se obtiene por el modelo científico y constituyen la base de la recomendación y el asesoramiento para los tomadores de decisiones.

✚ La *Ciencia* puede considerarse como un subsistema que proporciona la base de todas las interrelaciones a través de otros cuatro subsistemas. Le proporciona al analista un repertorio de conceptos e ideas en términos del cual busca la realidad y elabora un modelo conceptual. También provee los métodos por medio del cual una solución puede ser extraída del modelo científico y el estándar de establecer su correspondencia con la realidad.

Entre los subsistemas encontramos diferentes tipos de relaciones como son:

✚ El proceso de *conceptualización* que es la unión entre la realidad y el modelo conceptual. Es cuando se tiene en mente un conjunto de ideas, conceptos, anticipaciones y expectativas por el cual puede ser considerado como conocimiento, experiencia o formación científica.

✚ El *modelado* que es la relación entre el modelo científico y el conceptual. Aquí es donde el método científico juega un importante rol. En la transición del modelo conceptual al científico. Es donde identifican variables controlables e incontrolables que lo definen en términos operacionales.

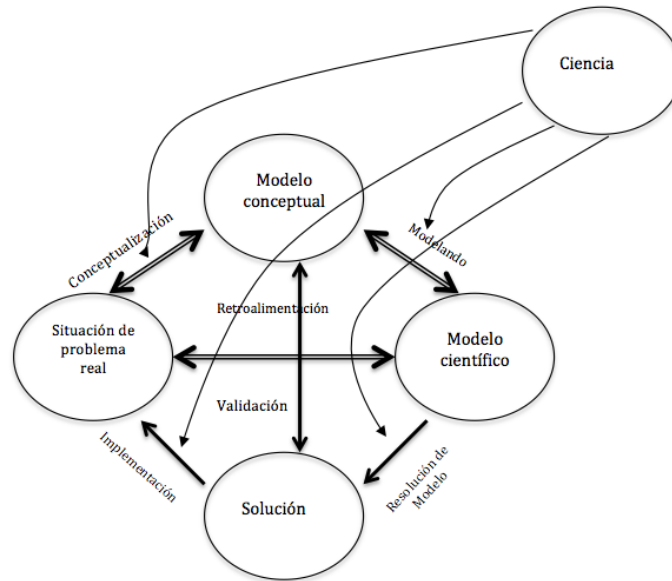
✚ *Validación* que es la relación que une el modelo científico y la realidad. No debe ser confundido con la prueba de validez, ya que va dirigido a examinar la consistencia interna del modelo.

✚ Modelo de *Resolución* que es la relación entre el modelo científico y la solución. Una gran cantidad de esfuerzo ha sido dedicado a este aspecto del proceso, el cual es discutido a detalle en más textos.

✚ *Retroalimentación* sigue en sentido estricto, ya que permite poner a prueba la coherencia y relevancia de la solución obtenida contrastándolas con esta conceptualización inicial de la situación del problema.

✚ *Implementación* es la solución que puede ser considerada como la relación la cual une esos subsistemas con la realidad.

Como se muestra en la Figura 5 los elementos y sus interrelaciones.



**Figura 5 Modelo de Diamante**

**Fuente: Sagasti y Mitroff (1973)**

El desarrollo del proyecto de investigación se comenzó primeramente con el modelo de Cadena de Suministros, se mencionó que durante el proceso surgen ciertos desperdicios o actividades que no agregan valor a la cadena. Esos desperdicios están asociados con un grupo de problemas que están vinculados a la organización, en el que se pretende darles una solución mediante la implementación de una herramienta de Lean Manufacturing, para eso se debe escoger la herramienta más adecuada al problema y que su aplicación sea efectiva. ¿De qué manera se pretende lograr eso? Primeramente se ha mencionado que dentro del proceso de la planeación táctica se deben definir dos elementos importantes que son: áreas de resultados críticos, que están relacionados a las etapas de una cadena de suministros con el objetivo de identificar qué área tiene mayor problemas y el segundo elemento es análisis de cuestiones críticas que son la tipología de problemas que presenta una organización, definiendo el nivel de empresa en que se encuentre. Una vez que se han detectado estos dos elementos se puede decir que se tiene un análisis situacional, ya que se conoce dónde está y qué es lo que le afecta. De esta manera se pretende conocer los desperdicios que hacen que afecte a la cadena para elegir alguna herramienta de Lean Manufacturing que sea la más adecuada para resolver el problema y se mejore el proceso a través de la optimización de los desperdicios.

Por lo tanto la estrategia de investigación está ubicada dentro del modelo de diamante en tres elementos importantes. Primeramente el Modelo Conceptual ya que se propone un instrumento de selección que permita elegir la herramienta en relación al problema y que su implantación sea efectiva, para ello se dio un grupo de problemas que representan la situación del problema real, representando el segundo elemento, como lo describe en el modelo de diamante,

dándole el término de conceptualización, la cual pretende unir la realidad, en este caso los problemas que se presentan dentro de una organización y el instrumento de selección, es decir, el modelo conceptual y por último el tercer elemento la Solución, como su mismo nombre lo indica dar una solución a la situación de problemas reales, la manera que se pretende dar la resolución es mediante la implementación de herramientas de Lean Manufacturing que tienen como objetivo de minimizar los residuos. Posteriormente se procede ir al proceso de retroalimentación pretendiendo que el instrumento de selección, que se ha propuesto sea consistente con respecto a la solución que se le pretende dar a la situación del problema real, es decir, a través de las herramientas de Lean Manufacturing se seleccionará la más adecuada al problema, una vez que se implementa habrá una retroalimentación, la cual permita poner a prueba la coherencia del modelo conceptual con la situación del problema.

El diseño del instrumento de selección se basa en tres conceptos claves: el modelo de la cadena de suministros, la tipología de problema y herramientas de Lean Manufacturing en el que se pretende optimizar los desperdicios encontrados dentro de la cadena a través de la implementación de alguna herramienta que mejore el proceso dentro de una organización.

## 2.6 MULTIMETODOLOGÍAS

Según Checkland (1995) menciona que como seres humanos vivimos en un misterioso mundo inteligible y para entenderlo se generan construcciones mentales de diferentes tipos que trate de dar sentido a la experiencia del mundo, una manera de entender la realidad y dar una explicación de las cosas, esas construcciones mentales se les da el término de Modelo, se selecciona una parte en particular del mundo, como proceso de reducción que se pretende experimentar, el modelo puede sobrevivir a la prueba o no. Si los resultados son repetibles por otros trabajadores y en otros lugares, llegan a ser parte del canon de conocimientos científicos, si por el contrario no es repetible se considera deficiente y es abandonado en el proceso de refutar las hipótesis expresadas a través del modelo, es por ello que hay una continua búsqueda para los modelos válidos que sirven como una formación de una base de comprensión del mundo. De ahí que la palabra modelo evoca inmediatamente una connotación "Modelo X", donde "X" es una parte del mundo de la experiencia, que trata de mapear la realidad que pretende describir. En cuanto al método se caracteriza por tres grandes principios que son: reduccionismo, repetitividad y la refutación de la hipótesis expresada en modelos (Checkland, 1981).

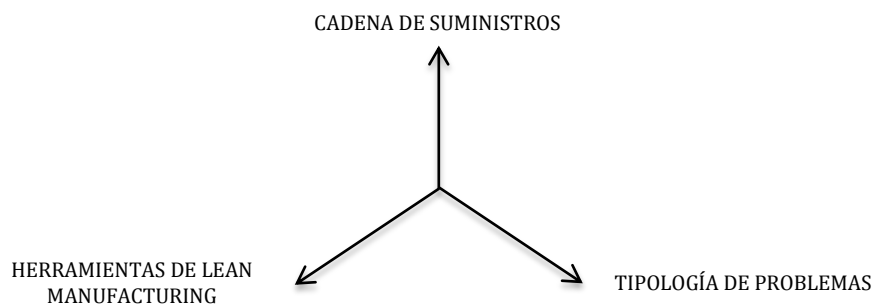
Una vez que se ha definido el término de modelo y método, ahora se pretende conocer el término de multimetodología para ello Mingers (1997) lo define como el empleo y la combinación de varios métodos o partes de métodos, tanto cualitativos como cuantitativos, juntos en un solo acoplamiento, se puede decir, como un conjunto estructurado de pautas y actividades para ayudar a las personas en la realización de la investigación o intervención. En este aspecto que aplica tanto a metodologías, métodos, técnicas o herramientas las cuales se combinan para formar una nueva que sea adaptable a las condiciones que se presentan

Por otra parte Midgley (2000) le da el nombre de pluralismo metodológico el cual evoca a dos formas: una es aprender de otras metodologías para hacer una propia, es decir construir una nueva con el fin de desarrollar metodologías dinámicas que se puedan aprender de las demás. La segunda forma se basa en la combinación, esto es, que cuanto más amplia sea la gama de métodos disponibles, puede ser más flexible en la práctica del sistema en donde se esté trabajando. De esta forma se pretende tomar parte o completo no sólo de una metodología, método, técnica o herramienta, sino de varias con el fin de adaptarse a las condiciones o características del sistema.

Las conexiones entre ellas a menudo se separan y se ponen al servicio de una metodología diferente del mismo paradigma (Pollack, 2009). A pesar de que se combinen muchas metodologías deben seguir un paradigma y Mingers (1997) define el término paradigma como un conjunto muy general de supuestos filosóficos que definen la naturaleza de la posible investigación e intervención. Distingue entre paradigmas tres dimensiones filosóficas: Ontología, los tipos de entidades que supone que existen y la naturaleza de su existencia; Epistemología, las posibilidades y limitaciones en nuestro conocimiento del mundo; y Praxiología, la forma en que debe actuar de manera informada y reflexiva.

El pluralismo metodológico consta de una combinación de metodologías que están enfocadas bajo un mismo paradigma, es por ello que en este trabajo cuenta con tres elementos diferentes que son: la cadena de suministros, la tipología de problemas y las herramientas de Lean Manufacturing, éstas están orientados bajo un mismo paradigma que es el pensamiento de Lean Manufacturing, es decir, de mejora continua. A continuación se describirá el paradigma y cada una de las metodologías:

**El paradigma de Lean Manufacturing** es adoptar la idea de Mejora Continua que se basa en tres principios que son: la identificación de valor (el valor del cliente), la eliminación de desperdicios y generación de flujo (Melton, 2005). Según Chauhan y Singh (2012) el objetivo de LM es eliminar los desperdicios en las diversas áreas de una organización, lo llama el antídoto para el desperdicio; es decir, cualquier actividad que absorbe recursos pero no crean ningún valor. Bajo ese paradigma el instrumento de selección tiene como base su estructura la combinación de esos tres elementos como se ve en la Figura 6.



**Figura 6 Multimetodologías**

**Fuente: Elaboración propia**

**1º. El primer elemento es la Cadena de Suministros.** En este elemento se toma en cuenta el modelo propuesto por Huang (2005) como se mencionó en la sección 1.1, es el primer elemento que se toma en cuenta en el instrumento de selección debido a que se debe definir el área crítica dentro del proceso, al utilizar este modelo como base permite conocer la estructura de una organización y su funcionamiento, es importante tener en cuenta que solamente es un modelo, por lo que se debe adecuar al funcionamiento de la empresa, la cual permite tener un panorama más amplio de la organización, una vez que se conozca su estructura, posteriormente se procede a definir el área o departamento crítico.

**2º. El segundo elemento es la tipología de problemas.** En este elemento se toma en cuenta la propuesta de Bautista (2008) que establece una clasificación de los diferentes niveles de empresa y los grupos de problemas, vinculados con los diferentes tipos de desperdicio que se presentan en una organización, esta clasificación se muestra en la sección 2.2, da una tabla de categorías asociadas a su nivel organizacional. Se tomó como segundo elemento debido a que en el instrumento de selección es el segundo criterio que se debe seleccionar.

**3º. El tercer elemento son las herramientas de Lean Manufacturing.** Anvari et al (2014) mencionan que Lean Manufacturing es un sistema integrado con muchas herramientas y técnicas centradas en la eliminación de desperdicios y valor agregado. Las herramientas que ocupan son las mencionadas en la sección 2.3, que define cada una de ellas junto con su propósito y los desperdicios están descritos en el apartado 1.5.

Se puede observar que es una jerarquización de términos, interrelacionados unos con otros, una manera de visualizarlo es como se muestra en la Figura 7, es un proceso de jerarquización que parte del pensamiento de Lean Manufacturing, de la idea de mejora continua, siendo esto el paradigma que se enfocan los siguientes tres elementos. Primeramente se encuentra la cadena de suministros, que como se ha visto hasta el momento cuenta con cinco etapas que se interrelacionan, representando una manera de cómo es el funcionamiento dentro de una organización, cada etapa está asociada con los diferentes grupos de problemas que se presentan, a su vez estos grupos de problemas están vinculados con las diferentes técnicas y herramientas de Lean Manufacturing que sirven para mejorar los procesos.

Se parte de la idea de que se debe mejorar el proceso, independientemente de donde se encuentre el problema, para ello hay que identificar el lugar y tipo que se presenta, es necesario de un diagnóstico que permita conocer la situación que se encuentra la empresa y una vez detectado el problema se procede a la solución a través de alguna herramienta para su implementación.

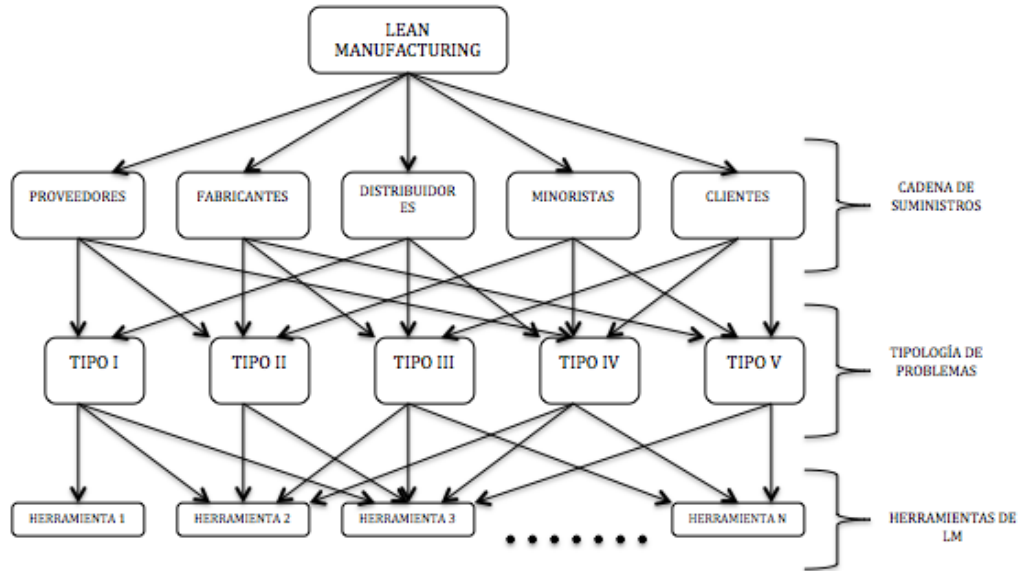


Figura 7 Estructura de jerarquización.


Fuente: Elaboración propia

## 2.7 MULTIMETODOLOGÍA COMO SISTEMA

Un sistema, según Ackoff (1981) es un conjunto de dos o más elementos interrelacionados que tienen ciertas características:

- El comportamiento de un elemento afecta el estado del sistema.
- El comportamiento de los elementos y sus efectos sobre el todo son interdependientes.
- Cada subgrupo tiene un efecto sobre la conducta del todo, y ninguno tiene un efecto independiente sobre él.

El autor utiliza el término de enfoque de sistemas que se centra en los sistemas como un todo, no en sus partes tomadas por separado, en el cual hay algunas propiedades que pueden tratarse adecuadamente desde una perspectiva holística. Estas propiedades son las relaciones entre las partes del sistema: la manera en cómo interactúan. Tomemos el caso de la multimetodología, viéndolo como un enfoque de sistemas como lo propone Ackoff (1981), para ello se requiere conocer los elementos del sistema, sus interrelaciones y su ambiente, es necesario definir cada uno de ellos con la finalidad de conocer el estado del sistema, es decir, el conjunto de propiedades relevantes que tiene el sistema causado por la interacción de sus elementos.

 **Elementos del sistema.** Los elementos del sistema están conformado de subelementos que interactúan y juntos generan ciertas propiedades emergentes, formando un sistema, se describirán a continuación:

✓ **La Cadena de Suministros.** Se cuenta con subelementos como son: proveedores, fabricantes, distribuidores, minoristas y clientes que forman el elemento de la Cadena de suministros, estos interactúan entre sí, dando una estructura y funcionamiento organizacional, su relación entre los subelementos es bidireccional, ya que cuando se trata de elaborar un producto comienza en los proveedores y termina en los clientes y para elaborar una orden de compras es viceversa, esto se conoce como los ciclos del proceso que va desde la orden del cliente hasta el ciclo del proceso de adquisición.

✓ **La tipología de problemas.** Está formado por subelementos llamados grupos de problemas asociados hacia las diferentes funciones de una organización, como es operación técnica, planeación de la producción, dirección y dominio de procesos, mantenimiento y seguridad u otros. Éstos, a su vez, definirán el nivel de desarrollo organizacional, dependiendo del problema que haya en una empresa ya sea: intuitiva, tácita o cualitativa.

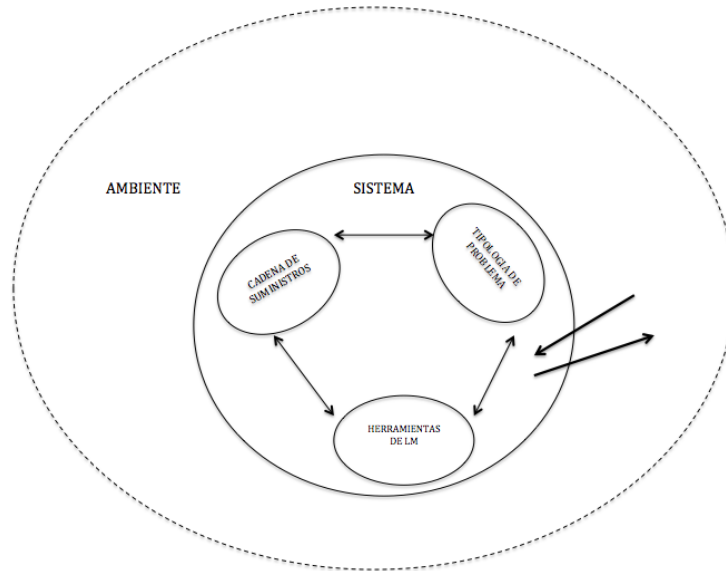
✓ **Las herramientas de Lean Manufacturing.** Se cuentan con ciertas técnicas y herramientas que cuenta una organización con el objetivo de mejorar el sistema, una manera de hacerlo es eliminando ciertos tipos de desperdicio que pueden estar en cualquier parte de una empresa y que a su vez está relacionado con algún tipo de problema.

✚ **Interrelaciones.** La interrelación que se da entre los elementos que son: cadena de suministros, los grupos de problemas y las herramientas es bidireccional, debido a que intercambian ciertos flujos como es: el de material, que es movimiento que empieza con el pedido de materia prima al cliente, pasa por un proceso de transformación, el cual tiene como resultado un producto final que llevado mediante distribuidores a los minoristas y posteriormente al cliente. Otro flujo que es generado es el de información, ya que se va generando a medida que va avanzando el flujo de producción, esto permite hacer ciertos ajustes que permitan mejorar el sistema.

✚ **Ambiente.** Es el conjunto de elementos y propiedades relevantes, el cual no son parte del sistema que puede producir un cambio en el estado del sistema. En este caso es todo aquello que se encuentra fuera de la organización, es decir, todo lo externo, ya sean otras empresas en competencia o inclusive la demanda del cliente ya que se tiene cierta incertidumbre en cuanto a las especificaciones del producto que vaya a requerir el cliente como son: la cantidad, el material, ciertas requisiciones, necesarias para cierto tipo de producto más específico. Algunos eventos que puedan surgir del ambiente que hace que el estado del sistema cambie y se adapte.

Se puede observar en la Figura 8 los elementos descritos anteriormente, sus interrelaciones y el ambiente del sistema.





**Figura 8 Sistema Multimetodológico.**

**Fuente: Elaboración propia.**

El sistema tiene ciertas propiedades emergentes las cuales son:

✚ **Robustez** significa hacer el producto y proceso menos sensible a la variación<sup>1</sup> de los insumos claves. Es un concepto clave popularizado por Taguchi. (Taylor, 1991). Un diseño robusto intenta ajustar las variables de entrada controlables de un sistema, haciendo que las salidas se mantengan lo más cerca posible a sus valores objetivos y con variabilidad mínima, aunque haya factores de ruido que no se puedan controlar. El método más utilizado para realizar un diseño robusto es el diseño de Taguchi. Parámetro que se lleva a cabo en dos etapas:

- ❖ En primer lugar se intenta manipular los factores de control para lograr cualquier tipo de variación mínima en las respuestas del sistema.
- ❖ Luego de definir otros factores de control para localizar la media de las respuestas, lo más cerca posible a sus correspondientes valores objetivos.

Un requerimiento consiste en realizar experimentos, esto es lo que se conoce como prueba y error, que a través de un experimento se van haciendo los ajustes necesarios para disminuir la variación y mejorar el sistema. Al hacer los ajustes pertinentes en el proceso, se puede decir que también puede ser robusto, debido a que los productos son sensibles a los procesos de manufactura, ya sea por sus condiciones de uso, materiales y su deterioración, existen otros factores que pueden igualmente afectar como son: el ambiente y los parámetros de las máquinas.

---

<sup>1</sup> El término variación se relaciona con lo que dice Taylor (1991) da un modelo de sistema como el de caja negra, para que el sistema produzca ciertas salida requiere de ciertas entradas como materiales y trabajo forzado. El sistema puede ser afectado por otras entradas tales como el medio ambiente. Hay un gran número de variables que puede afectar, tanto las entradas como salidas del sistema.

Al tener un producto y un proceso robusto, se habla de disminuir la variación en el proceso de producción, para ello se deben conocer los factores de ruido que ocasionan esa variación, entre esos factores de ruido se pueden encontrar los diferentes tipos de desperdicio que ocasionan que haya ciertos desajustes durante el proceso, dando como resultado productos en mal estado, esos desajustes se deben a un gran número de problemas que se presentan en el proceso y afectan a sus sistema de fabricación.

Al eliminar aquellos desperdicios o factores de ruido permite que haya mayor flujo en su proceso de fabricación, disminuyendo la variación y convirtiéndose en un producto y proceso robusto, ¿cómo se piensa eliminar dichos factores de ruido? Una manera de lograrlo es mediante la implantación de alguna herramienta de Lean Manufacturing, para ello se debe asociar las herramientas con los tipos de desperdicios o factores de ruido, para eso se utiliza la técnica de análisis morfológico que permite relacionar ambos términos, es decir, cada herramienta tiene un propósito diferente que está vinculado con la eliminación de algún tipo desperdicio, esto pretende hacer un análisis y selección para cada una de ellas, como se muestra a continuación en el siguiente capítulo.

## CAPÍTULO 3. INSTRUMENTO DE DECISIÓN

### 3.1 TÉCNICA DE ANÁLISIS MORFOLÓGICO PARA LA SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING.

La técnica de análisis morfológico se utiliza para apoyar la identificación de soluciones. De acuerdo con Sánchez (2003), es una técnica que permite tener un enfoque diferente en cuanto a su estructura y su forma, esto es, el sistema que será analizado. Su función consiste en desagregar un sistema en sus partes, funciones o procesos hasta el nivel de detalle que se requiera y contrastarlo en un arreglo matricial, con otras partes, funciones o procesos según sea el caso.

Debido a que se emplea un arreglo matricial existen dos formas de relacionar las columnas y los renglones de la matriz morfológica son:

1. Relación sencilla. Que una solución o la producción de una idea, sea la relación de la columna con un renglón.
2. Relación múltiple. Que una solución o la producción de una idea, sea la relación de varias columnas con renglones. Ver la Figura 9. Matriz morfológico.

#### PARÁMETROS, FUNCIONES, PROCESOS, PROPUESTAS QUE SE VAN A ANALIZAR

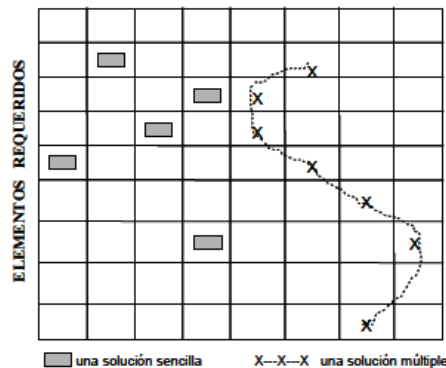


Figura 9 Matriz morfológico

Fuente: Sánchez (2003)

La técnica estimula al pensamiento creativo, esto es el resultado de relacionar dos o más ideas que anteriormente no estaban relacionadas al menos de esa manera, generando un nuevo concepto o idea; permite mirar al sistema como un mapa, es decir, ver el conjunto de herramientas de Lean Manufacturing y asociarlas al tipo de desperdicio que va a eliminar, con el objetivo de conocer si las herramientas que se han investigado hasta el momento son suficientes o se requiere de más.

#### PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.

En cuanto al procedimiento de la técnica Análisis Morfológico consta de tres etapas los cuáles son: estructuración de la matriz, identificación de ideas y ampliación de la matriz. Los pasos para aplicar la técnica son los siguientes:

1. **GENERACIÓN DE IDEAS.** El objetivo que se pretende conseguir al aplicar esta técnica es, teniendo un conjunto de herramientas que sirven para mejorar el proceso conocer si son suficientes para eliminar los siete desperdicios que se presentan en una empresa manufacturera o se requiere de más herramientas. En este paso para que se puedan generar ideas, se buscó literatura, ya sean libros, revistas o artículos, en los cuales los autores generan ideas sobre el tema principal que es Lean Manufacturing, a través de investigaciones que han hecho o casos de estudios en que han aplicado las herramientas en una organización, explicando los resultados que han tenido sobre su investigación, de esta manera dan una aportación o una idea en la cual apoyarse para aplicar la técnica de análisis morfológico.

2. **DESAGREGACIÓN DEL SISTEMA.** Lean Manufacturing cuenta con un conjunto de herramientas y técnicas que definen cómo se pueden identificar y reducir los residuos, definiendo la palabra desperdicio o residuo como todas las operaciones que no agregan valor al producto, servicio y procesos. El aplicar una herramienta permite eliminar esos residuos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere, esto es, reduciendo desperdicios y mejorando operaciones. Las herramientas que se tomaron en cuenta son las descritas en la sección 2.3, que describe cada una de ellas.

3. **IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE PARAMETROS.** Una vez que se han identificado las herramientas que sirven para mejorar el sistema, se definen los parámetros, que son los diferentes tipos de desperdicio que son:

a. *Desperdicio de producto defectuoso.* Es producir partes defectuosas o manejar materiales de manera inadecuada.

b. *Desperdicio de sobreproducción.* Es hacer más de lo necesario. Es elaborar más producto que no son requeridos para su uso o venta y por lo tanto genera muy poco valor.

c. *Desperdicio de Sobreprocesamiento.* Se genera cuando un producto o servicio se le hace más trabajo del necesario, que no es parte normal del proceso y que el cliente no está dispuesto a pagar.

d. *Desperdicio de Transporte.* Se refiere a mover el material más de lo necesario, ya sea desde un proveedor o almacén hacia el proceso, entre procesos e incluso dentro de un mismo proceso.

e. *Desperdicio de Movimientos.* Cualquier movimiento que no es necesario para completar de manera adecuada una operación o actividad.

f. *Desperdicio de Inventarios.* Es la acumulación de productos y/o materiales en cualquier parte del proceso.

g. *Desperdicio de Esperas.* Indica el tiempo perdido entre operaciones o durante la operación.

4. **CONSTRUCCIÓN DE LA MATRIZ.** Una vez que se tiene la desagregación del sistema, en este caso, las herramientas y los parámetros del sistema, o sea, los desperdicios se procede a construir la matriz. En las filas se encuentran las herramientas y en las columnas los desperdicios, como se ve en la Tabla 3.

		D E S P E R D I C I O S						
		PRODUCTO DEFECTUOSO	SOBREPRODUCCIÓN	SOBREPROCESAMIENTO	TRANSPORTE	MOVIMIENTOS	INVENTARIOS	ESPERAS
H E R R A M I N T A S	5'S							
	SMED							
	TQM							
	TPM							
	POKA YOKE							
	FABRICA VISUAL							
	VSM							
	DISEÑO DE EXPERIMENTOS							
	TAKT TIME							
	JIDOKA							
	HEIJUKA							
	BENCHMARKING							
	DIAGRAMA CAUSA EFECTO							
	DIAGRAMA DE ESPAGUETI							
	LAYOUT							
	AMEF							
	MANUFACTURA CELULAR							
	FLUJO CONTINUO							
	KAN BAN							
	MAPEO DE PROCESOS							
QFD								
BALANCEO DE LINEA								
CONTROL TOTAL DE CALIDAD								
CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO								
REINGENIERIA DE PROCESOS								

**Tabla 3 Construcción de la matriz Herramientas y desperdicios**

5. **IDENTIFICAR LAS COMBINACIONES YA EXISTENTES.** En este paso se coloca una equis (X) las combinaciones que ya están actualmente. En esta matriz representa todos aquellos desperdicios que puede reducir al implementar alguna herramienta, para ello se investigó el procedimiento y objetivos que pretende lograr cada una de ellas, como se muestra en la sección 2.3. En la construcción de la matriz se analizó cada una de las herramientas y posteriormente se procedió hacer una selección sobre los desperdicios que pretende reducir durante su implementación, se ve en la Tabla 4, la identificación de las combinaciones.

		D E S P E R D I C I O S						
		PRODUCTO DEFECTUOSO	SOBREPRODUCCIÓN	SOBREPROCESAMIENTO	TRANSPORTE	MOVIMIENTOS	INVENTARIOS	ESPERAS
H	5'S	X				X		
	SMED				X	X		X
	TQM	X		X			X	
	TPM	X		X				X
	POKA YOKE	X	X	X		X	X	
E	FABRICA VISUAL	X	X	X			X	
	VSM				X	X		X
R	DISEÑO DE EXPERIMENTOS			X		X		
	TAKT TIME		X		X	X		X
R	JIDOKA	X	X	X			X	
	HEIJUKA		X				X	
A	BENCHMARKING	X		X	X			X
	DIAGRAMA CAUSA EFECTO	X	X	X			X	
M	DIAGRAMA DE ESPAGUETI				X	X		X
	LAYOUT				X	X		X
I	AMEF	X	X	X				
	MANUFACTURA CELULAR	X	X	X			X	X
E	FLUJO CONTINUO		X				X	X
	KAN BAN		X		X		X	
N	MAPEO DE PROCESOS			X		X		
	QFD	X						
A	BALANCEO DE LINEA		X	X	X	X	X	X
	CONTROL TOTAL DE CALIDAD	X	X	X				
S	CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO	X	X	X	X		X	X
	REINGENIERIA DE PROCESOS		X	X		X		

Tabla 4 Identificación de combinaciones

### Análisis de la Matriz.

Una vez que se identificaron las combinaciones existentes, contestando la pregunta ¿qué herramienta de Lean Manufacturing podrá, de acuerdo a su propósito, ser útil para eliminar “x” desperdicio?, de esa manera hay una asociación entre herramientas y desperdicios. Como se mencionó, cada herramienta fue diseñada para un propósito específico y su procedimiento para implementarla es diferente a las demás, es por ello que se hizo una análisis de cada una de ellas con el objetivo de identificar los desperdicios que puede reducir, esto permite que cuando se tenga un determinado problema dentro de un proceso de cadena de suministros se elija la herramienta que mejor se adecue al problema y que su implantación sea efectiva, ya que hubo un análisis previo de cada una de ellas.

Una vez que se ha hecho dicho análisis se encontró que no solamente existen siete desperdicios en una cadena de suministros, Bautista (2008) menciona que hay otros desperdicios que también pueden afectar al proceso, que se describen más adelante para eso se procedió a ampliar la matriz en el que se permitiera tomar el mayor número de desperdicios, posteriormente se procedió a buscar más herramientas que permitieran reducir los desperdicios que se habían investigado, que se describen en el siguiente paso.

6. **AMPLIACIÓN DE LA MATRIZ.** Se amplió la matriz en las filas y columnas, en cuanto a los desperdicios se agregaron los siguientes. (Bautista, 2008)

✚ **Desperdicio por sobrecarga.** Ocurren cuando el operador y máquinas son forzados más allá de sus límites naturales o de capacidad.

✚ **Desperdicios por irregularidad.** Se refieren a las fluctuaciones en el programa de trabajo.

✚ **Desperdicios por métodos de procesos actuales.** Son debidos a la utilización de los procesos sin mejora.

✚ **Mano de obra no utilizada.** Los trabajadores que no son aprovechados en su trabajo o sirven como externos.

✚ **Desperdicio de Talento humano.** No utilizar la creatividad e inteligencia de la fuerza de trabajo para eliminar desperdicios.

En cuanto a las herramientas se agregaron debido a que las siguientes:

✚ **Mapeo de procesos.** Es una herramienta grafica que diagrama en los niveles los procesos y actividades de la organización con el objeto de comprenderlos, analizarlos y mejorarlos

✚ **Despliegue de la función de calidad (QFD)** Es un método que incorpora los deseos de los clientes en las especificaciones de diseño de un producto. Esta técnica asegura que el producto satisfaga las necesidades del cliente en la fase de concepto y en la producción.

✚ **Balanceo de línea.** Corresponde a igualar los tiempos de trabajo en todas las estaciones del proceso.

✚ **Control total de calidad.** Sistema que busca eliminar las causas de los defectos en la producción. Con su aplicación se busca el desarrollo, diseño, manufactura, y mantener un producto de calidad, económico, útil y siempre satisfactorio para el cliente.

✚ **Reingeniería de procesos.** Consiste en el replanteamiento fundamental y rediseño radical de los procesos de negocio con el fin de conseguir mejoras espectaculares en las medidas actuales más relevantes sobre los resultados, tales como: costos, calidad, servicio y rapidez de respuesta.

✚ **Control estadístico del proceso.** Identifica las condiciones anormales de los procesos, para mantenerlos en condiciones estables. Entre sus principales herramientas de apoyo se encuentran los diagramas de Pareto, los diagramas Causa-Efecto, histogramas, diagramas de dispersión, graficas de control y análisis de varianza.

En Tabla 5 se muestra la relación que tienen las herramientas con los desperdicios que han sido agregados a la matriz.

D E S P E R D I C I O S												
	PRODUCTO DEFECTUOSO	SOBREPRODUCCIÓN	SOBREPROCESAMIENTO	TRANSPORTE	MOVIMIENTOS	INVENTARIOS	ESPERAS	SOBRECARGA	IRREGULARIDAD	MÉTODOS DE PROCESOS ACTUALES	MANO DE OBRA NO UTILIZADA	DESPERDICIO DE TALENTO
H	5'S	X			X					X		
	SMED	X			X		X					
	TQM	X		X		X		X	X			
E	TPM	X		X			X	X				
	POKA YOKE	X	X	X		X		X				
	FABRICA VISUAL	X	X	X		X			X	X	X	
R	VSM				X		X	X	X	X	X	
	DISEÑO DE EXPERIMENTOS			X		X						
	TAKT TIME		X		X		X	X			X	
R	JIDOKA	X	X	X								
	HEIUKA		X			X		X			X	
	BENCHMARKING	X		X	X		X		X	X		X
A	DIAGRAMA CAUSA EFECTO	X	X	X		X			X	X	X	X
	DIAGRAMA DE ESPAGUETI				X	X	X				X	
	LAYOUT				X	X	X					
I	ANEF	X	X	X					X	X		
	MANUFACTURA CELULAR	X	X	X			X	X				
	FLUJO CONTINUO		X				X	X			X	
N	KAN BAN		X		X		X					
	MAPEO DE PROCESOS			X		X			X	X		
	QFD	X							X	X		
A	BALANCEO DE LINEA		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	CONTROL TOTAL DE CALIDAD	X	X	X						X		X
	CONTROL ESTADÍSTICO DEL PROCESO	X	X	X	X		X		X	X	X	
S	REINGENIERIA DE PROCESOS		X	X		X		X	X	X	X	X

Tabla 5 Ampliación de la matriz

Una vez que se ha procedido no solamente a ampliar la matriz, sino hacer un nuevo análisis, tomando en cuenta los desperdicios y las herramientas agregadas, se hizo la pregunta con respecto a los desperdicios ¿qué desperdicio se puede reducir al utilizar la herramienta "X"?, para ello se tomaron en cuenta todas las herramientas, refiriéndose a las ya existentes y las que se agregaron, por otra parte se elaboró otra pregunta con respecto a las herramientas ¿qué herramienta de Lean Manufacturing ayuda a reducir el desperdicio "X"?, se analizaron todos los desperdicios que se encuentran en la matriz.

Hasta el momento se han identificado los desperdicios más relevantes que afectan en una Cadena de Suministro y las herramientas que ayudan a reducir tales desperdicios, esta sección es una parte importante de la estructura del instrumento de selección, ya que vincula los desperdicios y las herramientas, de tal manera que al seleccionar una de ellas sea la más adecuada al desperdicio y su implementación sea efectiva. Es la base del instrumento de selección que al utilizarlo se tomen en cuenta varios aspectos relevantes como son: el área crítica que representa algún elemento de la cadena de suministros, la cual cuenta con mayor número de desperdicios que están vinculados a los grupos de problemas y una manera de optimizar dichos residuos o en algún momento eliminarlos es, implementando una herramienta de Lean Manufacturing que de acuerdo con su propósito sea la más adecuada para optimizar dicho desperdicio, de esa forma garantizar la eficacia de la herramienta.

7. **ALTERNATIVAS VIABLES.** Se puede observar en la matriz que para eliminar un tipo de desperdicio existen más de una alternativa de herramientas que puedan utilizarse, ¿de qué va a depender seleccionar una de otra? De las circunstancias en que se presente, en primer lugar de que parte del elemento de la cadena de suministros se encuentre, no se puede llegar a la conclusión que a pesar de que se hable del mismo



desperdicio se refiera al mismo contexto, es por ello que están asociados a un grupo de problemas que abarcan diferentes enfoques. Otro de los aspectos importantes que se debe tomar en cuenta es que cuando se hable de un mismo desperdicio se puede encontrar en cualquier elemento de la cadena de suministros y eso hace que el contexto sea diferente, todos estos aspectos son tomados en cuenta dentro del instrumento de selección de tal manera que al seleccionar una herramienta no sea simplemente al dedazo, sino que se consideren ciertos criterios o rubros que le permitan seleccionar la más adecuada y al implementarla sea eficaz.

### 3.4 INSTRUMENTO DE SELECCIÓN.

La toma de decisiones puede ser un proceso muy complicado, especialmente cuando se deben considerar un gran número de factores, para ello se hacen valer de técnicas y herramientas que puedan facilitar esa toma de decisiones, sin embargo, se debe elegir la más adecuada al problema que se está resolviendo, por lo general lo que se piensa es resolver o mejorar aquella situación en la que no se está conforme o impide el logro de ciertos objetivos, para ello se hacen valer del instrumento de selección que sirven para facilitar su trabajo o actividad, como su mismo nombre lo indica es una herramienta o utensilio que está conformado por otras herramientas con el propósito de indicar cuál es la más adecuada.

El instrumento de selección es aplicado solamente a empresas que cuentan con un proceso de manufactura y está conformado por tres elementos como se ha observado al inicio de este capítulo y en la Figura 10, se muestra parte del instrumento. Primeramente se comienza por los elementos de la cadena de suministros, en el que se elegirá el área crítica, se piensa que es donde se encuentra mayor número de desperdicios detectados, dichos desperdicios están asociados a un grupo de problemas, lo que se pretende es localizar el elemento de la cadena de suministro y el grupo de problemas, para que posteriormente se detecten los desperdicios más relevantes, para ello se requiere hacer un análisis de cada uno de los elementos de la cadena de suministros asociándolos con los desperdicios y los grupos de problemas. Esta asociación de los tipos de problemas y elementos cadena de suministros por medio de los desperdicios es lo que conforma el instrumento de selección.

En la Matriz 1 al 5 se hizo un análisis, primeramente se seleccionó el elemento de la cadena de suministros y se recurrió a su definición que se muestra en la sección 1.1, de ahí se partió para asociar los desperdicios con los grupos de problemas, teniendo en cuenta el contexto de un elemento de la cadena de suministros, a través de las matrices se pretende conocer la relación que hay entre los desperdicios y los grupos de problemas para cada elemento de la cadena, por ejemplo en la Matriz 1 es el elemento de los proveedores, posteriormente se asoció los desperdicios con que están relacionados con los grupos de problemas, la pregunta sería, ¿qué desperdicios se relacionan con los grupos de problemas en el elemento de los proveedores? De esa manera permitió delimitar el sistema enfocándose exclusivamente para cada elemento de la

cadena de suministros que permita conocer los desperdicios que pueden surgir asociándolos con los grupos de problemas. Así sucesivamente se hizo el análisis para cada elemento, de esa manera se cumple un objetivo específico de categorizar los desperdicios con los grupos de problemas en cada elemento de la cadena de suministros. Este análisis es una parte importante en cuanto a la estructura del instrumento de selección, debido a que es un criterio que se debe considerar para seleccionar la herramienta más adecuada al problema y que garantice su efectividad al implantarse. Como se mencionó anteriormente no solamente es elegir una herramienta al azar, sino, tomar en cuenta ciertos aspectos como son: área crítica, los desperdicios que presenta y los grupos de problemas asociados con los desperdicios que den a conocer un análisis situacional o un diagnóstico para elegir alguna herramienta más adecuada que resuelva el problema.

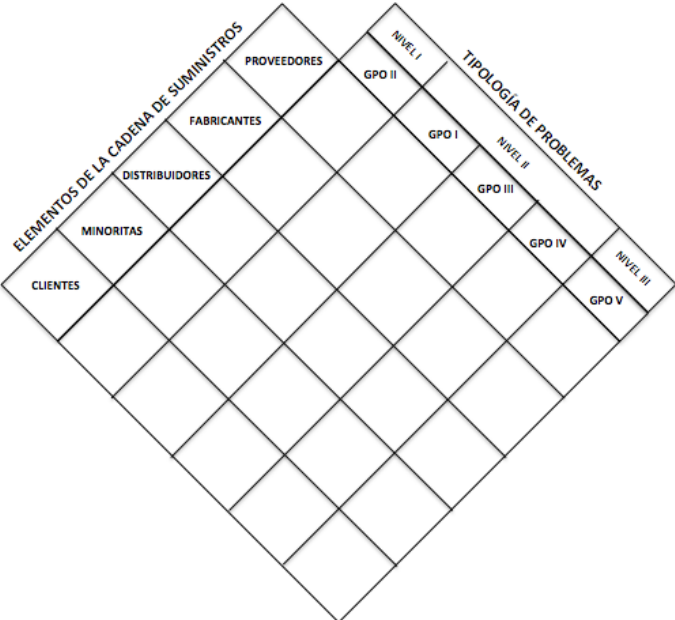


Figura 10 Instrumento de selección

**Asociación de cada elemento de la cadena de suministros con los desperdicios y los grupos de problemas.**

En la Matriz 1 se muestra el primer elemento de la Cadena de suministros, los proveedores, los cuales están asociados con los grupos de problemas y los desperdicios, marcando con una "X" la relación que tiene cada uno.

1	Producto defectuoso	X	X		X	X
2	Sobreproducción			X		X
3	Sobreprocesamiento					X
4	Transporte	X	X	X		
5	Movimientos	X			X	
6	Inventarios	X	X	X		
7	Esperas	X				
8	Sobrecarga		X		X	
9	Irregularidad		X	X		X
10	Métodos de procesos actuales			X	X	
11	Mano de obra no utilizada		X		X	X
12	Desperdicio de talento		X	X		X
<b>PROVEEDORES</b>		Asociados a la planeación de la producción.	Asociados a la operación técnica.	Dirección y dominio del proceso.	Seguridad y mantenimiento.	Otros.
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5

**Matriz 1 Asociación: Proveedores- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas**

En la siguiente Matriz 2 muestra los fabricantes que están asociados a los grupos de problemas y a los desperdicios.

1	Producto defectuoso		X		X	X
2	Sobreproducción	X				X
3	Sobreprocesamiento	X				X
4	Transporte	X	X	X		
5	Movimientos	X	X		X	
6	Inventarios	X		X		
7	Esperas		X		X	
8	Sobrecarga		X			
9	Irregularidad	X			X	
10	Métodos de procesos actuales		X	X	X	
11	Mano de obra no utilizada	X		X		X
12	Desperdicio de talento		X			X
<b>FABRICANTES</b>		Asociados a la planeación de la producción.	Asociados a la operación técnica.	Dirección y dominio del proceso.	Seguridad y mantenimiento.	Otros.
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5

**Matriz 2 Asociación: Asociación: Fabricantes- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas**

En Matriz 3 son los Distribuidores que se asocian los tipos de problemas con los desperdicios.

1	Producto defectuoso	X	X			
2	Sobre producción					X
3	Sobre procesamiento					
4	Transporte	X	X		X	X
5	Movimientos		X		X	
6	Inventarios	X		X		X
7	Esperas	X	X	X	X	
8	Sobrecarga				X	
9	Irregularidad			X		
10	Métodos de procesos actuales	X			X	
11	Mano de obra no utilizada		X			X
12	Desperdicio de talento			X		X
<b>DISTRIBUIDORES</b>		Asociados a la planeación de la producción.	Asociados a la operación técnica.	Dirección y dominio del proceso.	Seguridad y mantenimiento.	Otros.
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5

**Matriz 3 Asociación: Asociación: Distribuidores- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas**

En la siguiente Matriz 4 se muestra la asociación de los grupos de problemas y los desperdicios con los minoristas.

1	Producto defectuoso	X				
2	Sobreproducción				X	X
3	Sobreprocesamiento					
4	Transporte	X	X	X		
5	Movimientos				X	
6	Inventarios	X	X	X	X	X
7	Esperas	X	X	X		X
8	Sobrecarga					
9	Irregularidad		X		X	X
10	Métodos de procesos actuales	X		X	X	
11	Mano de obra no utilizada					X
12	Desperdicio de talento					
<b>MINORISTAS</b>		Asociados a la planeación de la producción.	Asociados a la operación técnica.	Dirección y dominio del proceso.	Seguridad y mantenimiento.	Otros.
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5

**Matriz 4 Asociación: Asociación: Minoristas- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas**

En la Matriz 5 se muestra la asociación de los grupos de problemas y los desperdicios que se presentan en los Clientes.

1	Producto defectuoso	X			X	X
2	Sobreproducción		X			
3	Sobreprocesamiento		X			
4	Transporte	X		X	X	
5	Movimientos		X			
6	Inventarios	X		X		
7	Esperas	X		X	X	X
8	Sobrecarga					
9	Irregularidad		X		X	X
10	Métodos de procesos actuales			X		X
11	Mano de obra no utilizada			X		
12	Desperdicio de talento					
<b>CLIENTES</b>		Asociados a la planeación de la producción.	Asociados a la operación técnica.	Dirección y dominio del proceso.	Seguridad y mantenimiento.	Otros.
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5

**Matriz 5 Asociación: Asociación: Clientes- Tipos de desperdicios- Grupo de problemas**

Una vez que se ha relacionado el elemento de la cadena de suministros con los desperdicios y los grupos de problemas, los que están marcados con “X” son colocados en el instrumento de selección, esto es, colocar el número de desperdicio en el cuadro que le corresponde, de esta manera se puede decir, que en el elemento de la cadena de suministros relacionado con el grupo de problema presentan cierto tipo de desperdicios, ese número corresponde a la tabla que se encuentra del lado inferior derecho que indica el desperdicio y el número que le corresponde. La forma en que están colocados es de manera indistinta, simplemente se ha hecho esa categorización, posteriormente se pretende ir a otras matrices que se encuentran en el Anexo 1, que indica el número de desperdicio, la técnica apoyada con las herramientas para su implementación, esto es, que a cada desperdicio le corresponde cierto tipo de técnicas y herramientas con el objetivo de seleccionar la más adecuada al problema, que su implementación sea eficaz y se logren los objetivos planteados, para ello se requiere del juicio de quien implemente el instrumento ya que debe estar involucrado o contar con un conocimiento sobre la situación que se presenta. Es importante tomar en cuenta que el instrumento por sí sólo no funciona, requiere que la persona que lo implemente tenga conocimiento previo sobre su funcionamiento. Dicho instrumento fue elaborado para aplicarlo una vez que haya identificado el desperdicio, no antes, para hacer una categorización que permita ubicar el problema en el

instrumento y pueda aplicarse. A continuación se muestra el instrumento de selección de manera completa en la Figura 11.

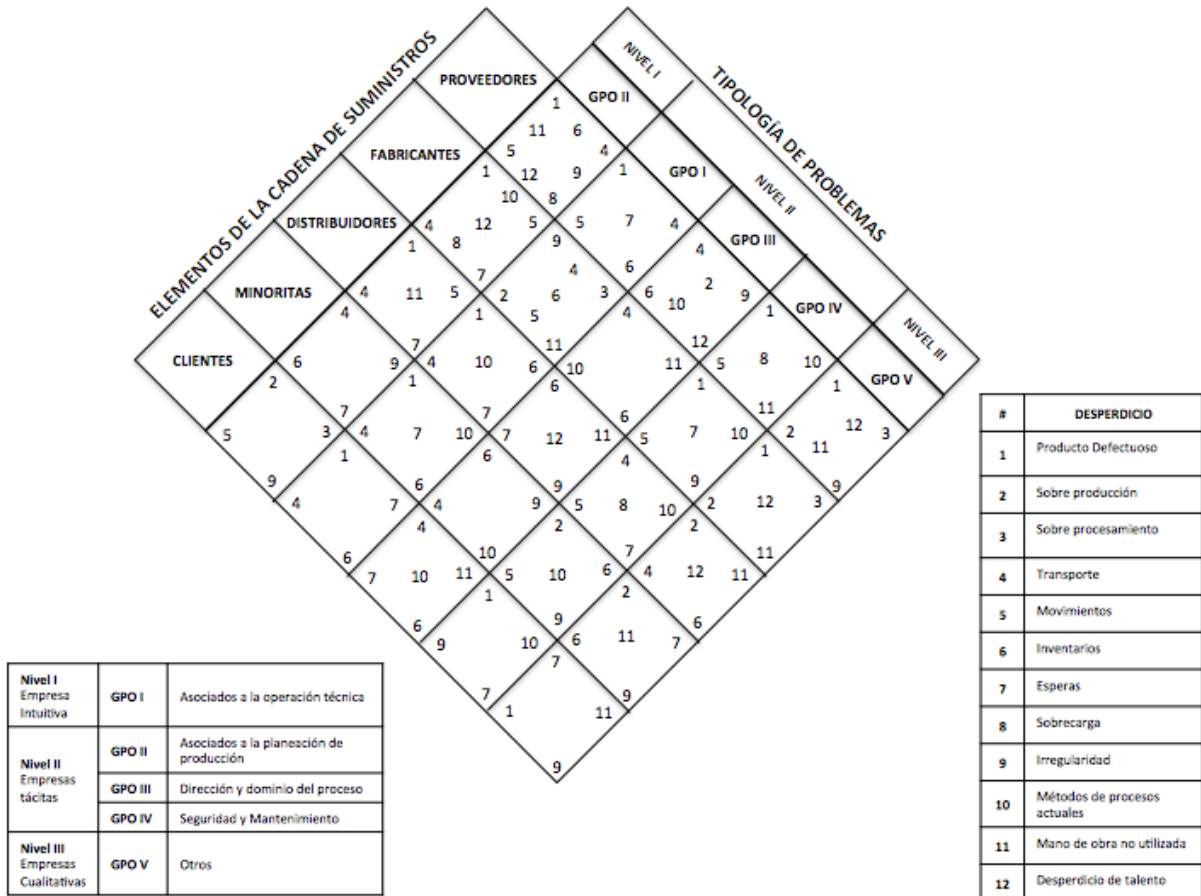


Figura 11 Instrumento de selección

## CAPÍTULO 4. CASO DE ESTUDIO

En este capítulo se validó el instrumento de selección mediante un caso de estudio, para ello se recurrió a una industria manufacturera, con el apoyo del Grupo Tensa S.A. de C.V., que se dedica a la fabricación de cajas de cartón ver Anexo 2, fue necesario elaborar un proceso de intervención que menciona los pasos que se deben llevar a cabo durante la estancia en la empresa, sirve como guía para no perder de vista los objetivos que se pretenden lograr durante la estancia en la empresa, el proceso de intervención consta de cinco pasos que está basado en la metodología de intervención sistémica propuesta por Midgley (2000) y fue elaborado solamente para este caso de estudio, adaptado a los procesos del Grupo Tensa, de esa manera se valide el instrumento de selección con el objetivo de demostrar su efectividad mediante la selección de alguna herramienta que optimice los residuos que se encuentran en la empresa.

### 4.1 PROCESO DE INTERVENCIÓN

En esta etapa se da a conocer un proceso de intervención que incluya ciertos pasos a seguir durante la estancia en una empresa, para ello se recurrió a Midgley (2000), que propone una metodología de intervención sistémica, la cual contiene tres características:

✚ **La Reflexión crítica.** Se intenta identificar el sistema, sus límites y su contexto, esto es, excluir, incluir y marginar lo que es pertinente. La idea de la reflexión implica conocer las áreas críticas donde intervenir, ya sea áreas físicas, procesos o funciones que se encuentran dentro de una organización. Esto depende del planeador, ya que evaluará los límites y alcances de su intervención. En este punto es importante que se delimite el proceso de intervención, es decir, definir el alcance, estructurar la problemática y ubicar el contexto en que se desarrolla.

✚ **El Juicio.** En este punto el planeador debe seleccionar las técnicas que implementará durante el proceso de intervención, para ello se hará una selección en el que se consideren múltiples criterios para definir qué técnica es la más apropiada para ser utilizada. Se debe de explorar el mayor número de técnicas para asegurar la selección apropiada que esté relacionada de acuerdo con los criterios, esto es, asegurar la mejor selección, obteniendo los resultados deseados.

✚ **La acción.** Eso es llevar a cabo ciertas acciones que permitan mejorar el área crítica definida en la reflexión, implementando una o más técnicas para lograr mejoras, para ello es necesario ubicar el contexto y establecer los objetivos que se llevarán a cabo durante un periodo.

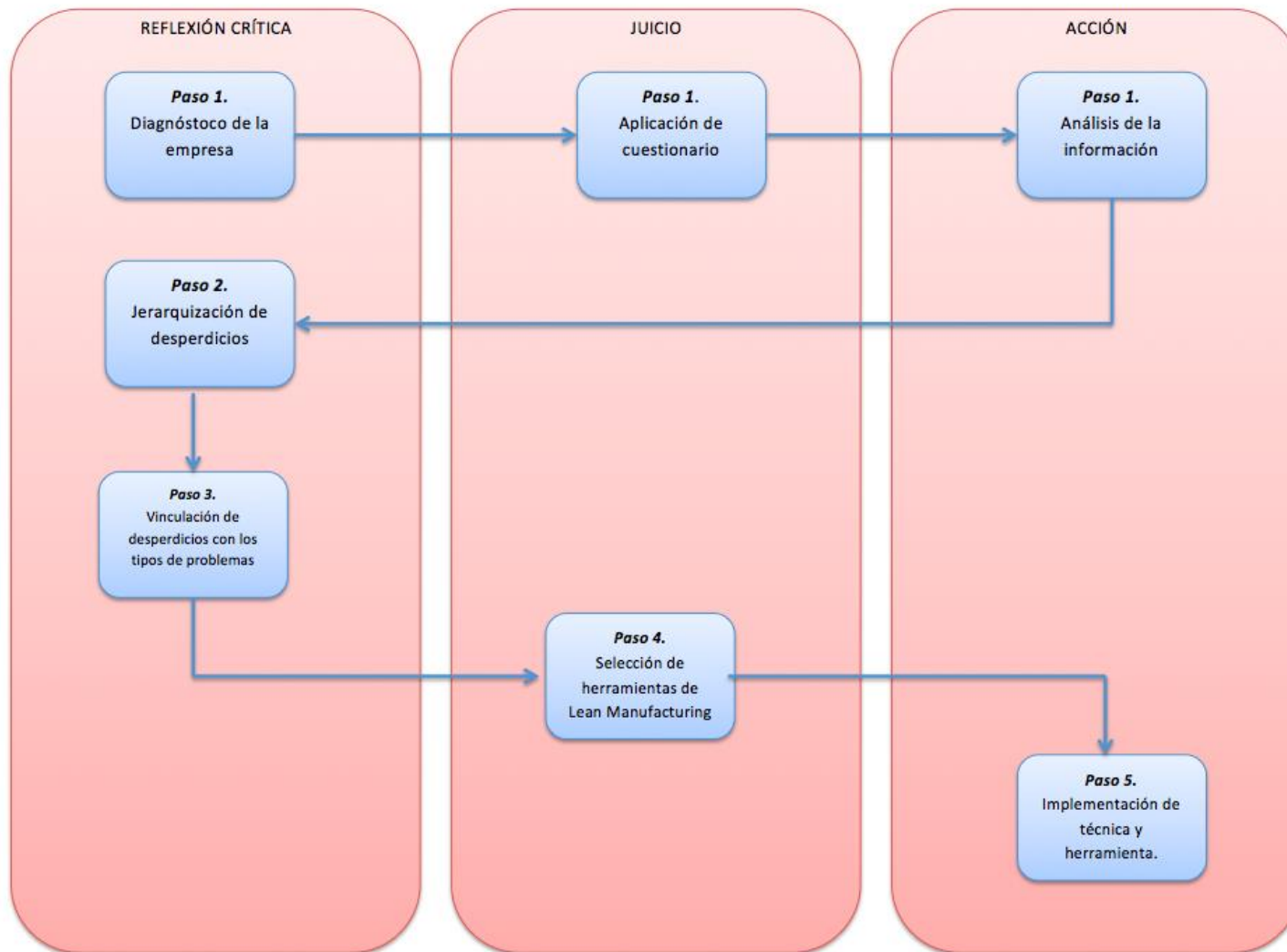


Figura 12 Proceso de Intervención



## 4.2 PROCEDIMIENTO

Se realizó un procedimiento tomando en cuenta el proceso de intervención sistémica, que menciona los pasos junto con las características que se debe seguir durante el proceso de intervención, como se muestra en la Figura 12.

### **PASO 1. SELECCIÓN DE ÁREAS CRÍTICAS**

#### Reflexión Crítica.

El tomador de decisiones una vez que se encuentre dentro de la empresa manufacturera, tendrá que elaborar un diagnóstico que le permita identificar su cadena de suministros, basándose en el modelo que propone Huang (2005), de esta manera identificar el sistema, sus límites y su contexto, haciendo una reflexión sobre qué va a incluir, excluir o marginar dentro de cada etapa de la cadena, esto le ayuda a detectar qué área crítica es la que está presentándose en la organización. En esta parte es necesario que el tomador de decisiones cuente con información sobre toda la empresa, para poder estructurar el modelo de la Cadena de suministros, para ello se hace un análisis y selección detallada de la información que le brindan, de esta forma se conoce el funcionamiento y estructura de toda la organización e indica que área es la que presenta mayor problemas dentro de la organización.

#### Juicio.

En este punto el tomador de decisiones a través de un cuestionario que se aplique durante su proceso de intervención, servirá como herramienta de apoyo que permita recabar información, de esta manera, conocerá el diagnóstico de la organización, las preguntas están hechas de tal manera que le permita identificar el funcionamiento y los problemas que presentan cada área, el cuestionario es el siguiente.

#### **Proveedores.**

- ¿Cuántos proveedores tiene la empresa?
- ¿Cómo están clasificados los proveedores?
- ¿Cuáles son los de mayor importancia? Y ¿por qué?
- ¿Quiénes suministran la materia prima?
- ¿Cuenta con proveedores nacionales o internacionales?
- ¿Cuántos proveedores cuentan para la materia prima para proceso de fabricación?
- ¿Cada qué tiempo surten el material?
- ¿Cuánto tarda en generar una orden hasta que le llega al cliente?
- ¿Con qué frecuencia los proveedores se demoran?
- ¿Qué hacen en caso de que no llegue el pedido?
- ¿Ha habido errores en cuanto al pedido de material? y ¿Cuál es su frecuencia?
- ¿Qué problemas se han presentado con los proveedores?
- ¿Ha surgido algún tipo de reclamaciones de parte de los proveedores?

¿La empresa ha hecho reclamaciones a algunos proveedores? ¿Cuáles son? y ¿Con qué frecuencia?

### **Fabricantes.**

- ¿Cuántos subprocesos consta el proceso de fabricación? Y ¿Cuáles son?
- ¿Cuál es el funcionamiento de cada subproceso?
- ¿Qué materia prima se requiere para comenzar a elaborar el producto?
- ¿Cuánto tiempo tarda en fabricar un producto?
- ¿Cuántos operadores cuentan en cada proceso?
- ¿Cuál es su función de cada operador?
- ¿Cuántos turnos hay en la operación?
- ¿Cuándo para la máquina?
- ¿Cuentan con historial de paros de máquina?
- ¿Cada qué tiempo se les da mantenimiento a las máquinas?
- ¿Qué problemas con mayor frecuencia presenta la máquina?
- ¿Qué hacen con el desperdicio de material?
- ¿Cuentan con algún tipo de servicio de parte del proveedor de la máquina?
- ¿Se lleva a cabo la orden de producción?
- ¿Qué hacen con el producto que tiene fallas?
- ¿Con qué frecuencia fabrican productos con falla?
- ¿Qué hacen en caso de algún paro?
- ¿Cómo programan la máquina?
- ¿Cómo verifican que el producto se encuentre en buen estado?
- ¿Cuánto tiempo tarda el producto en pasar de un subproceso a otro?

### **Distribuidores**

- ¿Cuenta con distribuidores externos e internos?
- ¿Cuántos distribuidores cuenta la planta?
- ¿Cómo están clasificados los distribuidores?
- ¿Cómo es el procedimiento para la distribución de material?
- ¿Cuál es su capacidad máxima para su distribución en un viaje?
- ¿Cuántos viajes hacen por día?
- ¿Cómo colocas el material para no sufrir daños?
- ¿Cuál es el tiempo designado para su distribución?
- ¿Cómo son asignados los distribuidores para enviar el producto?
- ¿Cuánto tiempo tarda el distribuidor en regresar a la empresa?
- ¿Cuánto tiempo tarda en que el distribuidor le reciba el material?
- ¿Cuáles han sido las reclamaciones que han tenido de parte del cliente?
- ¿Qué sucede cuando regresa el material?

- ¿Con qué frecuencia le rechazan el material?
- ¿Hay un documento que el cliente firma para el recibimiento de material?

### **Minoristas**

- ¿Cuántos almacenes o tiendas de distribución cuenta la empresa?
- ¿Cómo están distribuidas?
- ¿Con qué frecuencia se le suministra material al minorista?
- ¿Cuál es el procedimiento para la elaboración de una orden de pedido?
- ¿Cuánto tarda en suministrar material al minorista?
- ¿Con qué frecuencia hay reclamaciones de parte de los minoristas?
- ¿Cuáles son las reclamaciones con mayor frecuencia?
- ¿Cómo es el servicio de la entrega del producto al cliente?
- ¿Cuáles son las reclamaciones del cliente?
- ¿Qué tiempo tarda de entregar el minorista al cliente el producto?
- ¿Qué mejoraría en el servicio al cliente?

### **Clientes**

- ¿Cuáles son los clientes más importantes en la empresa?
- ¿Cómo se distribuyen los clientes?
- ¿Cómo es el procedimiento de la orden del cliente?
- ¿Cuánto tarda el producto en llegar al cliente?
- ¿Cómo considera que es el servicio hacia el cliente?
- ¿Qué mejoraría en el servicio al cliente?
- ¿Qué reclamaciones ha tenido sobre el producto?
- ¿Cuál es el procedimiento cuando el cliente hace una reclamación?
- ¿Con qué frecuencia le llega al cliente producto defectuoso?

### Acción

A través del cuestionario se analiza y selecciona la información que le sea más relevante con el objetivo de conocer la cadena de suministros de la empresa, de esta manera, tener un panorama que le permita identificar la estructura de la organización y su funcionamiento. Para conocer la cadena de suministros de la empresa, se toma como base el modelo propuesto por Huang (2005) y haciendo las modificaciones permitentes con la finalidad de adaptar el modelo a la estructura de la organización. Posteriormente se procede hacer un análisis más profundo de cada elemento, con el objetivo de ver qué desperdicios presenta cada una de ellas y definir qué área crítica tiene mayor problema.

## **PASO 2. JERARQUIZACIÓN DE DESPERDICIOS**

### Reflexión Crítica

Hasta el momento ya se definió el área crítica y los residuos que hay, posteriormente se hace otro análisis, ahora con base a los problemas, esto es, relacionar el problema real con el tipo de residuo que le corresponde, para ello se basa en los doce desperdicios que se definieron en un principio, esta relación permitirá conocer qué problema tiene mayor impacto dentro del área y se procederá hacer una jerarquización. El tomador de decisiones tendrá que conocer más sobre el área crítica, esto es, más a fondo los problemas que se presentan, de esta manera relacionarlos con los desperdicios que se muestran a continuación:






1. *Producto defectuoso.*
2. *Sobreproducción.*
3. *Sobreprocesamiento.*
4. *Transporte.*
5. *Movimientos.*
6. *Inventarios.*
7. *Esperas.*
8. *Desperdicio por sobrecarga.*
9. *Desperdicios por irregularidad.*
10. *Desperdicios por métodos de procesos actuales.*
11. *Mano de obra no utilizada.*
12. *Desperdicio de Talento humano.*

La jerarquización depende de la información recabada y de su análisis, es por ello que se va a evaluar el impacto que tiene el desperdicio en toda la cadena de suministros, es decir, un desperdicio que se presente en alguna etapa de la cadena puede afectar otra etapa o, por el contrario, pudo surgir de un proceso anterior, por ejemplo, si se habla de un producto defectuoso que se encuentra en la etapa de distribuidores, puede suceder que el problema surgió en los fabricantes y no necesariamente en la de distribuidores, pero solamente se llegará a esa conclusión una vez que se haya hecho una excavación y análisis cuidadoso de la información que se obtuvo del cuestionario. En esta parte depende del juicio del entrevistador que le permita jerarquizar los desperdicios.

## **PASO 3. VINCULACIÓN DE LOS DESPERDICIOS CON LOS TIPO DE PROBLEMAS.**

### Reflexión Crítica.

Se conoce el área crítica que hay en la cadena de suministros y la jerarquización de desperdicios que se presentan. Ahora se vinculará los desperdicios con la tipología de problemas, es decir, se cuenta con cinco grupos de problemas que presentan una empresa manufacturera los cuales son:

-  **Grupo 1.** Asociados a la planeación de la producción.
-  **Grupo 2.** Asociados a la operación técnica.
-  **Grupo 3.** Dirección y dominio del proceso.
-  **Grupo 4.** Seguridad y mantenimiento.
-  **Grupo 5.** Otros.

Se analiza cada residuo presentado en el área crítica y se le asigna un grupo de problemas que tenga mayor relación, para ello debe hacerse valer de la información que se obtuvo del cuestionario o, por el contrario, de un experto, definiéndolo como aquella persona que tiene conocimiento sobre el tema, no necesariamente de un gerente, puede ser un operador o supervisor del área, ya que en ocasiones están más relacionados con la operación y conocen más del proceso.

#### ***PASO 4. SELECCIÓN DE HERRAMIENTAS DE LEAN MANUFACTURING***

##### *Juicio*

Hasta el momento se puede decir, que ya se conoce sobre el funcionamiento, su estructura organizacional y los desperdicios que hay, para ello se procede a elegir qué herramienta de Lean Manufacturing se debe de implementar para resolver o eliminar el problema. Para elegir la herramienta adecuada, se hará valer de un instrumento de selección que se muestra en la Figura 11.

Para utilizar de manera adecuada el instrumento, es necesario valerse de la información previa que ya se estuvo recabando en los pasos anteriores, en primer lugar se selecciona el área crítica, que corresponde a una etapa de la cadena de suministro, la cual se encuentra en la parte superior izquierda del instrumento, posteriormente se procede a elegir el grupo de problema, se presenta en la parte superior derecha del instrumento, que está vinculado a los desperdicios, la finalidad de jerarquizarlos, es conocer cuál tiene mayor impacto y proceder a resolverlo, aquel que tenga mayor presencia se le dará prioridad, es por ello que no se tiene en cada cuadro los doce desperdicios, ya que no todos tienen impacto en los grupos de problemas o en los elementos de la cadena de suministros. Una vez que se conocen los residuos se procede ir a una matriz, la cual indica el número y nombre del desperdicio, la técnica y herramienta que se puede eliminar.

Es importante que mediante este instrumento el tomador de decisiones seleccione la técnica adecuada que implementará en el proceso de intervención, para ello debe considerar múltiples criterios para definir la técnica, entre ellos si el personal conoce acerca de la técnica y herramienta de selección, si es una herramienta que requiere de un equipo de trabajo, si se cuenta con el tiempo suficiente para implementarlo, si hay flexibilidad de parte de los directivos y si tiene el material necesario para llevar a cabo la implementación de la herramienta. A continuación se muestran las matrices para la selección.

## PASO 5. IMPLEMENTACIÓN DE UNA TÉCNICA Y HERRAMIENTA PARA LA MEJORA DE PROCESOS.

### Acción

En este aspecto una vez que se haya seleccionado la técnica y herramienta, se procede a reunir el equipo necesario al cual se le mostrará el diagnóstico y el problema que se presenta en el área crítica, para ello se procedió hacer una recolección de datos que respalde la información obtenida, de tal manera que los integrantes del grupo conozcan la situación y sepan hacia dónde se dirigen, de esta manera se les llevó de la mano para la implementación de la herramienta, es decir, el tomador de decisiones conoce cómo se utiliza la herramienta y apoya al grupo para su implantación, de esta manera con la participación de los integrantes darán una solución al problema a través de acciones y responsabilidades que cada integrante asume con el acuerdo del grupo.

### 4.3 PASO 1. CARACTERIZAR LA CADENA DE SUMINISTROS EN LA EMPRESA.

En el paso 1 del proceso de intervención es: el diagnóstico de la empresa, aplicación del cuestionario y análisis de la información teniendo como resultado la estructura y funcionamiento de Grupo Tensa, a través, de un modelo de cadena de suministros, como se muestra en la Figura 13.

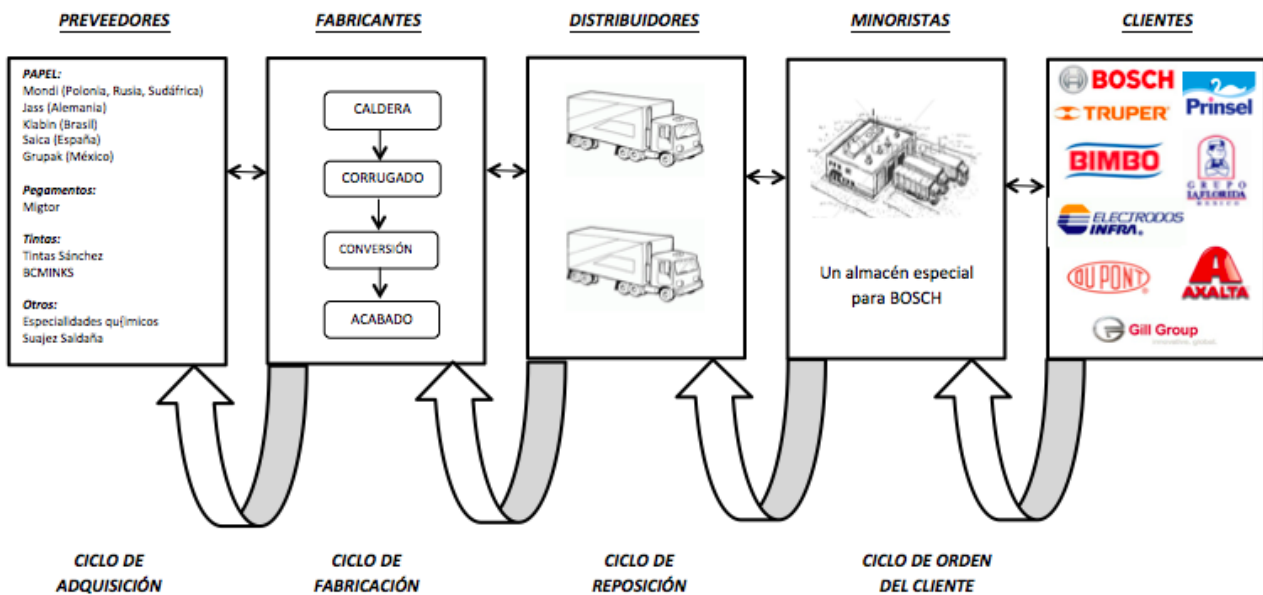


Figura 13 Cadena de Suministros del Grupo Tensa

Fuente: Elaboración propia

El modelo de Cadena de Suministros que se muestra en la Figura 13 comienza con la etapa de proveedores, están clasificados en relación al proceso de producción, es decir, la materia prima que se necesita para la fabricación como: papel, pegamento, tintas y otros. La siguiente etapa es fabricantes, cuenta con un proceso de manufactura que comienza por calderas que es el tratado de agua y elaboración del pegamento utilizados en el corrugado el cual permite la elaboración de la lámina de cartón, posteriormente pasa al siguiente proceso, la impresión y el ranurado, y por último, el acabado, el pegado o engrapado, dependiendo de los requerimientos del cliente. La siguiente etapa son los distribuidores, la empresa cuenta con varias camionetas o tráiler de transporte para la entrega de producto terminado, algunos transportes son internos y otros externos, sólo un cliente Robert Bosch cuenta con un almacén exclusivo para suministrar un stock y pueda almacenar los productos necesarios, por último se tienen los clientes más importantes que cuenta Grupo Tensa.

En cuanto a los ciclos comenzando por la orden del cliente, el cliente hace su pedido y es suministrado a través del almacén, posteriormente el almacén hace su pedido a los distribuidores para que les suministren producto y éstos hacen la orden en el proceso de fabricación, y por último, se elabora una orden para el suministro de materia prima a los proveedores.

A continuación se mencionan cada una de las etapas que se muestran en la cadena de suministros del Grupo Tensa, con la finalidad de conocer más a detalle cómo está clasificado:

### **PROVEEDORES.**

En esta etapa la empresa cuenta con varios proveedores como se muestra en la Tabla 6, de los cuales sirven para suministrar la materia prima, herramientas o algún material que sea necesario para el abastecimiento de las áreas o departamentos.

Las áreas que se compone la empresa son:

- Mantenimiento
- Producción
  - Corrugadora
  - Tintas
  - Grabados
  - Almacén
  - Suajes
  - Limpieza
- Seguridad e higiene
- Administración
  - Papelería
- Ventas
- Sistemas
- Servicios

ÁREA	SUBÁREA	PROVEEDOR
Mantenimiento	Mantenimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ferrecca</li> <li>• C Y F Podecart</li> <li>• Ferretodo México</li> <li>• Makbox De Rl. De C.V.</li> <li>• Ertha Reynoso Jaimes</li> <li>• Cristobal Ortega E Hijos</li> <li>• Euroeléctrica</li> <li>• Electro Controles Industriales</li> <li>• Walmart</li> <li>• Eléctricos Industriales</li> <li>• Genaro Modesto Ruiz</li> <li>• Rodamientos Industriales</li> <li>• Watson Marlow</li> <li>• Distribuidora De Equipo Industrial</li> <li>• Kaxitl</li> <li>• CCA Corporation</li> <li>• Goettsch International</li> <li>• Linarand</li> <li>• José Luis Caballero</li> <li>• Juan Carlos Limón Sánchez</li> <li>• Bel Tomas Sánchez</li> <li>• Súper Tools</li> <li>• Bertha Reynoso Jaime</li> </ul>
Producción	Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Office Depot</li> <li>• Acabados de cerámica en gres</li> <li>• Grupo industrial plastilux</li> <li>• Nagoquim</li> <li>• Alambros laminados y refacciones</li> <li>• Kaxitl</li> <li>• Almidones mexicanos</li> <li>• Especialidades químicas para la industria y papel</li> <li>• Tarimas Laggi</li> <li>• Eam Mosca</li> <li>• Cartro Sapi</li> <li>• Manufacturera De Papel Bildasoa</li> <li>• Embalajes Continentales</li> <li>• Grupak Comercial</li> <li>• Bio Papel</li> <li>• Empaques Industriales</li> <li>• Central Nacional Gottesman</li> <li>• Europcell</li> <li>• Gerogia Pacific Containerboard</li> <li>• Klabin Trade</li> <li>• Th Brunius &amp; Co Ab</li> <li>• Metsa Board Co</li> <li>• Vista Forwarding</li> <li>• Agenica Aduanal Aguilar Morfin</li> <li>• Transportes Oss</li> </ul>



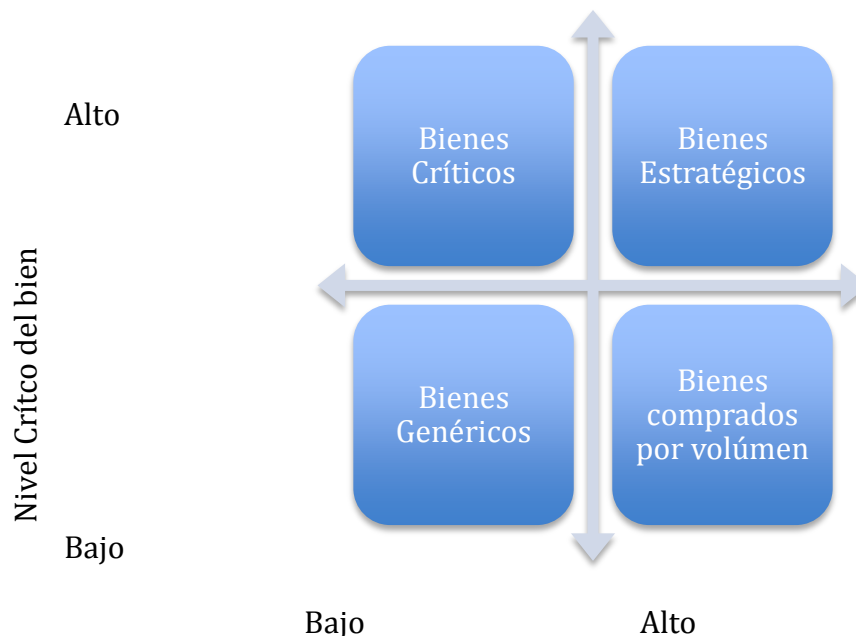
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte Romero</li> <li>• Bcminks</li> <li>• Eam mosca</li> <li>• Alambres laminados y refacciones</li> <li>• Grupo industrial plastilux</li> <li>• Nagoquim</li> <li>• Harumi selene</li> <li>• Grupo Sánchez</li> </ul>
	Corrugadora	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Productora c y f prodecart</li> <li>• Quimtalco de México</li> <li>• Aquachemic</li> <li>• Pochteca materias primas</li> <li>• Magusa</li> <li>• Sal roche</li> </ul>
	Tintas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo Sánchez</li> <li>• Comercializadora Gómez</li> <li>• Impresores unidos razo</li> </ul>
	Grabados	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comercializadora A.S.C.</li> <li>• Gráfica novaro</li> </ul>
	Suajes	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Representaciones Pfeifer</li> <li>• Cortemex</li> <li>• Rene Soto Alcantara</li> </ul>
	Almacén	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impresoras Unido razo</li> </ul>
	Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> <li>• HI Pro</li> <li>• Manufacturera De Plastico Y Celofan</li> <li>• Sams Club</li> </ul>
Seguridad e higiene	Seguridad e Higiene	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Macs</li> </ul>
Administración	Administración	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuidora Papelera El Colmenero</li> <li>• Colmenero</li> </ul>
	Papelería	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Distribuidora Papelera Colmenero</li> </ul>
Ventas	Ventas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impresora Unidos Razo</li> <li>• Tarimas Laggi</li> </ul>
Sistemas	Sistemas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Longuicw</li> <li>• Martínez Fregoso Paloma</li> </ul>
Servicios	Servicios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Juan carlos Limón Sánchez</li> <li>• Praxair México</li> <li>• MMIDY</li> <li>• Juan Carlos Limón Sánchez</li> <li>• Gen industrial</li> <li>• VECAM</li> <li>• Exiga hnos.</li> <li>• Controles eléctricos aplicados</li> </ul>

**Tabla 6 Selección de proveedores en Grupo Tensa**

Hasta el momento se mencionó los proveedores tanto nacionales como internacionales, en la lista aparecen más de dos proveedores que suministran el mismo producto, va depender seleccionar uno de otro de ciertos factores como son: la calidad del producto, el costo, la cantidad

de material, el tiempo de envío, tipo de producto, si el proveedor es nacional o internacional, los requerimientos del cliente, etc. Para ello se procede hacer una clasificación de los bienes, esto es con el objetivo de definir su importancia, de acuerdo con Chopra y Meindl (2008) mencionan que hay dos categorías principales de los bienes que son: materiales directos, todos aquellos que se requieran para fabricar el producto terminado y los indirectos, los bienes para llevar a cabo la operaciones de la empresa. Dada la relación directa con la producción, el proceso de adquisición de materiales directos debe estar diseñado para garantizar que los componentes están disponibles en el lugar correcto, en la cantidad adecuada y en el momento adecuado. Chopra y Meindl (2008) proponen una matriz que hace una clasificación de los materiales directos e indirectos, en el que todos los productos que son adquiridos también pueden ser categorizados con base a su valor que es el costo y su importancia, para ello es necesario hacer una clasificación de los bienes que son adquiridos en la empresa, como se ve en la Figura 14, lo que se pretende es clasificar aún más los bienes comprados por volumen, críticos, estratégicos y generales. A continuación se da una breve descripción al respecto:

- **Bienes comprados por volumen.** Son todos aquellos materiales que son comprados a granel, tales como materiales de embalaje y productos químicos a granel, pero que tienen que tener un stock en el almacén.
- **Bienes Críticos.** Son todos aquellos materiales que son necesarios para la producción en la empresa, es decir, que no se pueden fabricar si no se tiene el material en la planta, esto es, aquellos que la producción requiere para producir cajas de cartón. Éstos incluyen largos plazos de entrega, pero asegura su disponibilidad
- **Bienes Genéricos.** Aquellos materiales que sirven como complemento dentro de la organización, pero no por ello dejan de ser importantes dentro de la misma.
- **Bienes Estratégicos.** Son aquellos bienes de costo elevado de la empresa y surgen de una relación del comprador y el proveedor que es de largo plazo



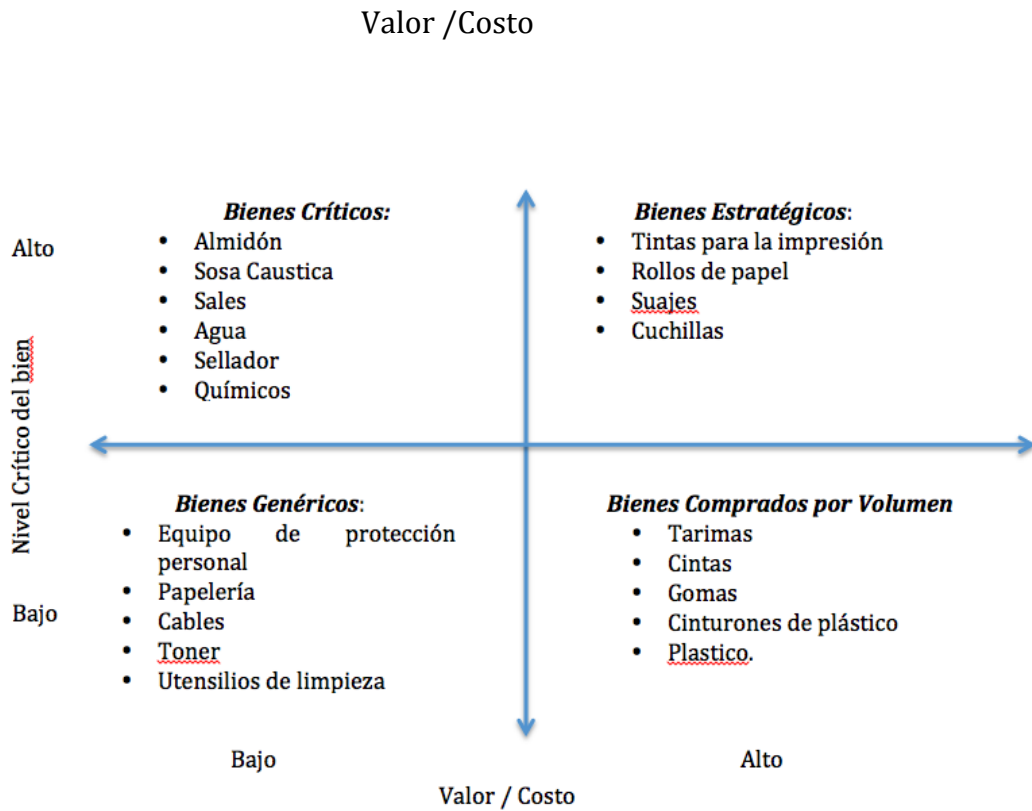


Figura 14 Clasificación de los bienes

### FABRICANTES

Se procede a conocer el proceso de fabricación en Grupo Tensa, la cual consta de cuatro estaciones como se muestra en la Figura 15, indica el proceso de elaboración de las cajas de cartón y se explica brevemente.

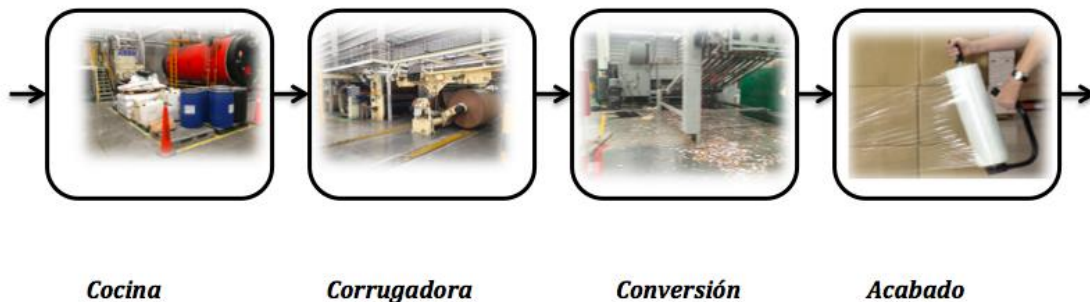


Figura 15. Proceso de fabricación

- **Cocina.** Esta área consta de un tanque de agua condensado y unos suavizadores que permiten remover la dureza del agua. Debido a que el agua cuenta con elementos como el calcio y el magnesio, que producen la dureza, serán removidos casi por completo del agua que se va a tratar, para ello se ocupa de la caldera, posteriormente se genera vapor que pasa por unos tubos que se encuentran conectados en la máquina de la corrugadora, haciendo que cuando pase el papel sobre los rodillos se moje y se adhiera con un pegamento que es elaborado en la fábrica, con una mezcladora combina ciertos productos químicos, entre ellos sosa cáustica, fécula de maíz, almidón, agua, etc. Que hacen que se pegue al papel.

- **Corrugadora.** Se colocan varios rollos de papel de la materia prima y pasa por unos rodillos, obteniendo un papel conocido como liner que sirve para el recubrimiento interiores o exteriores y por otro parte se encuentra otro rollo que se coloca para hacer el corrugado u ondulado que va por medidas, ya sea micro o médium, esto es, la altura y el largo de la ondulación, lo que permite es pegar ambos papeles, de esta manera se colocarán varias capas, dependiendo si es sencillo, doble o triple corrugado, dándole más dureza a la caja. El pegado del papel consta de la preparación del pegamento que hace un recubrimiento en el papel, y con el vapor de agua que viene de la caldera permite que se cueza el preparado del pagamento con el papel haciendo que se adhieran. Posteriormente pasa la lámina por unas planchas de calor que sirven para no encorvarse y salga lo más derecho posible, después por unas cuchillas que dan el corte vertical y horizontal que va en relación a las medidas de la caja y marcan dónde deben ir los dobleces, haciendo que la lámina de cartón sea rectangular, que será colocado en tarimas y llevados al almacén para su secado, debido a que tienen un poco de humedad estarán alrededor de ocho días en almacén de producto en proceso.

- **Conversión.** Este proceso consta de máquinas que llevan por nombre flexos. En la empresa cuentan con 7 flexos que funcionan de diversas maneras. Colocan la lámina de cartón al inicio de la flexo, haciendo que imprima y ranure la caja, algunas máquinas cuentan de hasta 5 colores, otras sólo dos, por el contrario algunas realizan el pegado de la caja en caso de ser necesario, otras no pueden hacer el pegado y se hará manual y hay cajas que serán engrapadas, para ello pasarán al siguiente proceso.

- **Acabado.** En este subproceso depende de la habilidad del operador, en cuanto a engrapar y colocar las cajas en las tarimas de tal manera que no sufra algún daño, es por ello que se les coloca un plástico a su alrededor, que permita que el material no se mueva, no se manche o sufra de algún otro desperfecto. Posteriormente será colocado en el área de producto terminado y después en los camiones para su distribución.

## **DISTRIBUIDORES.**

Otra etapa de la cadena de suministros son los distribuidores, es decir, aquellos que se encargan en enviar el producto terminado a diferentes partes para la venta, en este caso, se cuenta con distribuidores internos que la empresa tiene para llevar el producto y distribuidores

externos para lo cual renta automóviles para la distribución. En su mayoría los productos son llevados directamente al cliente con excepción de Robert Bosch, que cuenta con un almacén en Toluca, exclusivo debido a que es el mejor cliente que se tiene dentro de la empresa. En cuanto a los distribuidores externos se encuentra en la Tabla 7, indicando el tipo de unidad y la empresa.

<b>COMPAÑÍA</b>	<b>TIPO DE UNIDAD</b>
Crispín Moreno Jardines	Thorton
Crispín Moreno Jardines	Thorton
Crispín Moreno Jardines	Thorton
Crispín Moreno Jardines	Camioneta
Fletes Godínez	Trailer
Marco Antonio Hernández García	Camioneta
Maria de la Luz Cardoso Patricia	Thorton
Mario Alberto Sánchez Cárdenas	Camioneta
Portillo	Trailer
Silva Ruiz José Andrés	Thorton
Transportes Franco	Trailer
Transportes González	Rabón
Transportes Jiménez	Camioneta
Transportes Jiménez	Rabón 1
Transportes Jiménez	Camioneta
Transportes Jiménez	Camioneta
Transporte Lugo	Trailer
Transportes Moreno	Camioneta
Transportes Moreno	Camioneta
Transportes Portillo	Plataforma
Transportes Portillo	Camioneta
Transportes Portillo	Trailer
Transportes Portillo	Thorton
Transportes Ramírez	Thorton
Transportes Ramírez	Thorton
Transportes Rivera	Camioneta

**Tabla 7 Distribuidores de Grupo Tensa**

#### **MINORISTAS.**

En esta etapa de la cadena de suministros, el Grupo Tensa solamente cuenta con un almacén exclusivo para el cliente Robert Bosch, debido a que fue una requisición que pidió el cliente a la empresa para que obtuviera el producto de manera inmediata. Este almacén se encuentra en Toluca, aproximadamente a 150 metros de la empresa Robert Bosch, esto se debe a que la empresa ganó la licitación para la distribución de cajas de cartón, siendo uno de los clientes más importantes.

El objetivo de tener el almacén es el de suministrar los diversos productos que necesita y entregarlos de manera inmediata, para ello cuentan con una lista de aproximadamente 600 productos con los que debe contar el almacén por cualquier requerimiento que pida el cliente. Actualmente cuenta con 1'200,000 a 1'400,000 productos de Robert Bosch.

En cuanto a los demás clientes no cuentan con un almacén, más bien es entregado directamente el producto al cliente, haciendo que las entregas se vuelvan inmediatas, es decir, la manera de trabajar es que hacen su requisición y se programa el tiempo de entrega, tomando en cuenta los demás pedidos, el proceso de elaboración, el traslado y la ubicación de la empresa y tarda aproximadamente de 12 a 36 horas de entrega.

## CLIENTES

Grupo Tensa, está enfocado a empresas medianas, para ello va a ver productos con diferentes características, lo cual hace que haya mucha variación en cuanto a la fabricación de sus productos, debido a que hay clientes que requieren que la caja de cartón tenga ciertas características como es su resistencia en cuanto a la humedad, el peso, dimensiones, impresiones, engrapado o pegado, etc. por lo tanto esto hace que su proceso de fabricación sea flexible. De toda la lista de clientes se seleccionaron a los que tienen mayor impacto en la empresa con respecto al porcentaje de ventas, solamente se da una lista de clientes que tienen más del 1% de impacto como se muestra en la Tabla 8.

<b>CLIENTE</b>	<b>% VENTAS</b>
Robert Bosch México Sistemas Automotrices, S.A. De C.V.	15.76%
Ventas Al Público En General	8.20%
Truper, S. A. De C. V.	7.83%
Distribuidora De Textiles Avante, S.A. De C.V.(Div.Empaque)	5.62%
Víctor Eduardo Martínez Santiago	3.33%
Bimbo, S. A. De C. V.	3.12%
San Juanito S.P.R. De R.L. De C. V.	2.73%
Productos Infantiles Selectos, S.A. De C.V.	2.56%
San Carlos Tropical Exports, S.A De C.V.	2.39%
Electrodos Infra, S.A. De C.V.	1.95%
Terbium Industrial, S.A. De C.V.	1.78%
Inducontrol S.A. De C.V.	1.63%
Distribuidora De Textiles Avante, S. A. De C.V.(Div.Hilatura)	1.55%
Chocolates Turín S.A. De C.V.	1.55%
Comercializadora Banamor, S.A De C.V	1.54%
Mavi Farmacéutica, S. A. De C. V.	1.39%
Ismate Sociedad De Producc Rural De RL De Cv	1.36%
Altave Sc De RI	1.30%

Freudenberg Productos Del Hogar, S.A. De C.V.	1.25%
Degort S Chemical, S. A. De C. V.	1.23%
Axalta Coating Systems México, S De RL De Cv.	1.11%
Dupont Mexicana, S. De R.L. De C.V.	1.09%

**Tabla 8 Lista de clientes del Grupo Tensa**

Si los clientes se acomodan con respecto a la matriz que proponen Chopra y Meindl (2008), se haría una clasificación de los cuatro criterios antes mencionados, solamente haciendo un pequeño ajuste para que en lugar de que sea un bien que la empresa adquiere de un proveedor sea un producto junto con un servicio que se le da a los clientes, esto es, que productos resultan ser críticos, estratégicos, genéricos o vendidos por volumen, dado que si se habla de:

- **Producto Crítico.** Es aquel producto que requiere de ciertos requerimientos o especificaciones que están ligadas directamente con el proceso de producción, por ejemplo, que se requiera de cajas de doble corrugado o con cintas que vayan entremedio del papel para su mayor resistencia o de un color específico para su impresión, o ya sea que se trate de cajas pegadas o engrapadas.
- **Producto estratégico.** Es aquel producto especial, de tal manera que lleve un costo elevado en su proceso de fabricación y dependa de una fuerte relación con la empresa.
- **Producto Genérico.** Aquellos productos que son iguales entre sí, es decir, que hace que tengas ciertas características similares y se puedan vender a varios clientes el mismo producto.
- **Producto vendido por volumen.** Se habla de productos que se venden a granel o en grandes cantidades.

Se tomó en cuenta no solamente la tabla antes mencionada, sino el consentimiento del departamento de ventas, haciendo una breve entrevista sobre ¿qué clientes resultan ser tan importantes que dependa ya sea de su relación, de un cierto tipo de producto específico o por el contrario productos generales que se puedan vender a varios clientes o por un alto volumen de ventas? Se obtuvo la siguiente matriz que clasifica los diferentes tipos de productos, teniendo como nivel de criterio el porcentaje de ventas, como se muestra en la Figura 16.

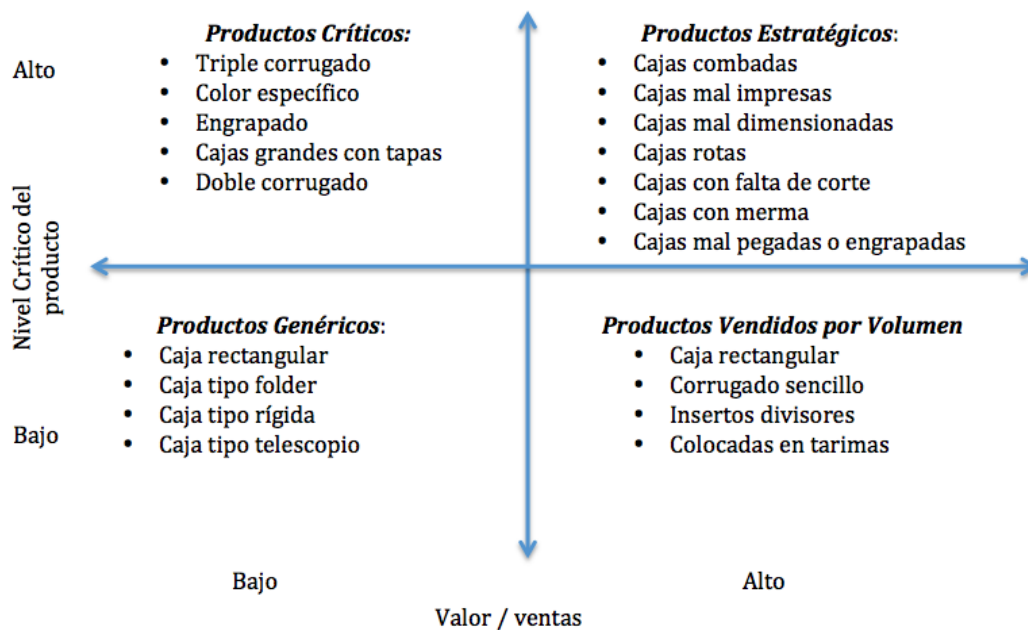


Figura 16. Clasificación de Productos

#### 4.4 IDENTIFICAR EL ÁREA CRÍTICA EN LA CADENA DE SUMINISTROS

Dentro del paso 1, una vez que ya se tiene la estructura de la cadena de suministros del Grupo Tensa, se procede a la elaboración de un diagnóstico que es una imagen de cómo se encuentra la empresa en un determinado momento, esto es, detectar y definir el estado en que se halla, para dar el resultado del diagnóstico se va a recurrir al primer elemento de la planeación táctica que da Bryson (1988) que son las áreas de resultados críticos.

En cuanto a las áreas críticas son aquellas que son esenciales en los resultados de una organización, que están compuestos por unidades claramente definidas, para eso se recurrirá a las etapas que se compone la cadena de suministros del Grupo Tensa y se definirán cuáles son aquellas áreas críticas que no muestran un rendimiento y como resultado afecte no solamente el área misma sino toda la cadena. En este caso se enfoca solamente a un eslabón y de ahí se parte hacia las demás, que es el proceso de fabricación. Como se muestra en la Figura 17 se seleccionó el área crítica, que son los fabricantes, estos presentan el mayor número de problemas y desperdicios.



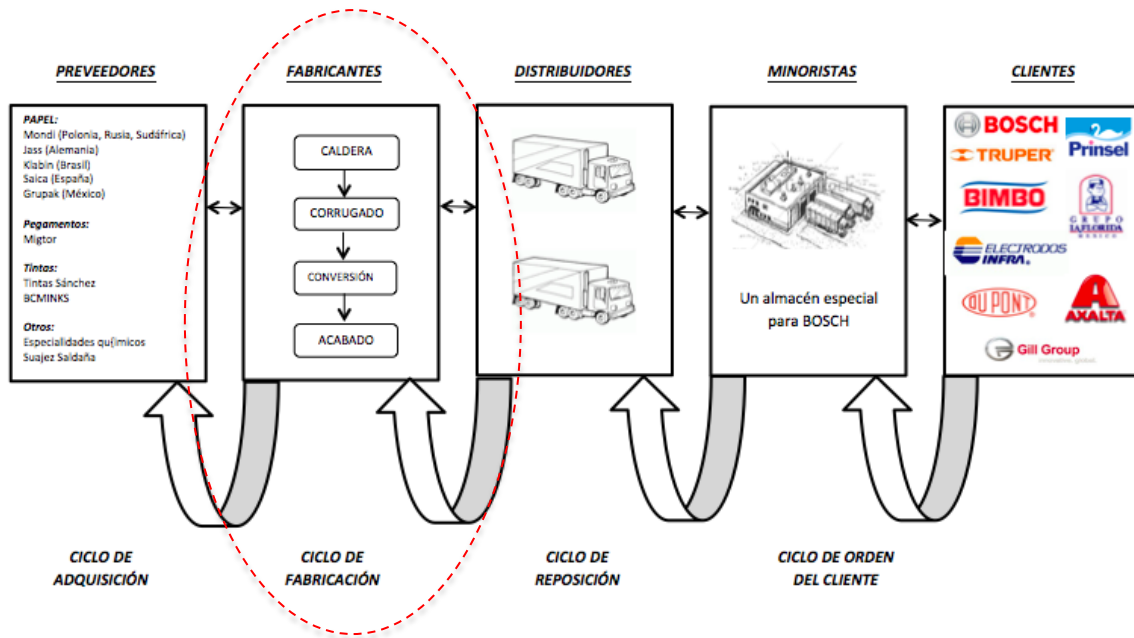


Figura 17. Modelo de Cadena de suministros del Grupo Tensa

Se puede ver que el proceso de fabricación es el corazón de una empresa industrial y por ello llega a ser una de las áreas, no sólo más importante, sino se debe tener más atención; al respecto, se puede llegar a la conclusión de que es el área que presenta más problemas, pero no necesariamente es cierto, ya que puede darse el caso en organizaciones su proceso de fabricación en comparación con las demás áreas presenta menos problemas, en este caso, en Grupo Tensa es el área crítica, en el proceso de fabricación se ha detectado mayor número de desperdicios, se puede decir que es un proceso que consta de cuatro subprocesos que lo hacen aún más complejo. Ahora es bueno enfocarse sólo en el proceso como una caja negra, obteniendo la siguiente Figura 18.

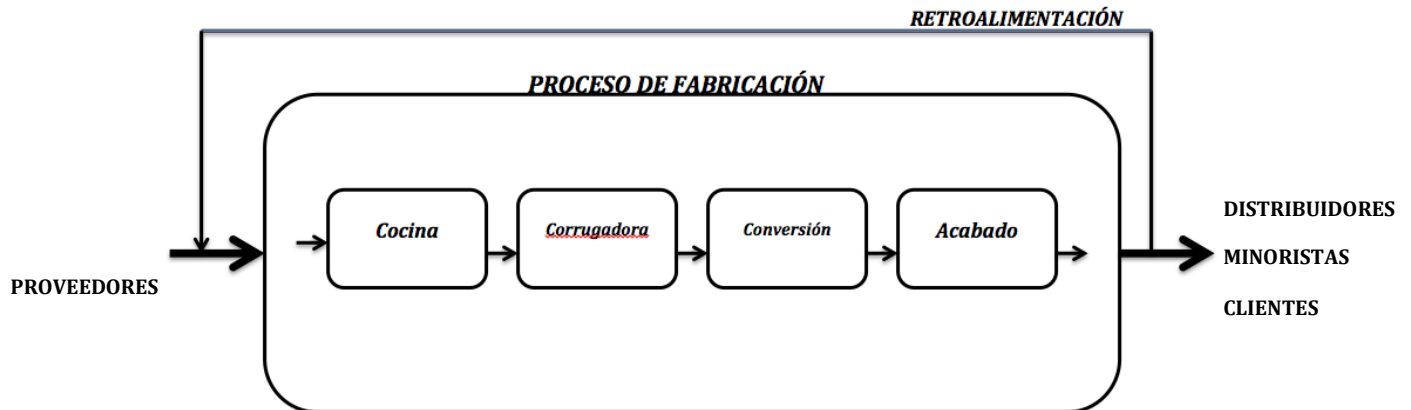


Figura 18 Proceso de Caja Negra

En la Caja Negra se muestra solamente el proceso de fabricación de la cadena de suministros, que está conectada a las demás áreas. Como elementos de entrada se tiene a los proveedores, los fabricantes como el proceso de fabricación y como salida a las demás áreas que corresponden a los distribuidores, minoristas y clientes, y que hay una retroalimentación al terminar el proceso, consta de información sobre cómo se está elaborando el producto, si cumple con las especificaciones o requisiciones del cliente, esto hace que haya algún ajuste durante el proceso en caso de ser necesario. El área crítica es el proceso de fabricación que consta de cuatro subprocesos, aunque puede darse el caso que solamente se tome un subproceso dentro del área para delimitarlo aún más, este no es el caso, se trabajó con los cuatro subproceso que componen la fabricación y es el área crítica que está vinculada con las demás áreas. Cada subproceso consta de máquinas y operadores que están laborando conjuntamente, que no sólo depende de la programación de una máquina, sino de la habilidad del operador. En este caso con los operadores que tienen muchos años de experiencia y máquinas que en comparación con las nuevas tecnologías no resultan ser muy viejas. Cada subproceso consta de actividades y funcionamientos diferentes, todos contribuyen a la fabricación de cajas de cartón que cumpla con las especificaciones y requerimientos del cliente. En cuanto al ciclo de fabricación, la orden de pedido que hace el distribuidor al fabricante y posteriormente el fabricante al proveedor, hace que tengan el material para producir y dé como resultados los productos que han pedido el distribuidor para entregarlos, ya sea al almacén en que está el cliente Robert Bosch o directamente a los demás clientes.

#### **4.5 PASO 2. DETECTAR LOS DESPERDICIOS EN LA CADENA DE SUMINISTROS**

Antes de detectar los desperdicios que se encuentran en la cadena de suministros, primero es bueno definir el término valor según Melton (2005) lo define como producto o servicio que recibe el cliente, pero más adelante menciona que se debe identificar la propuesta de valor, para ello requiere de una comprensión sólida de lo que quiere el cliente, de ahí que el reto del fabricante sea desarrollar una cartera de productos y servicios aunados, en base a las propuestas. Hay muchos términos que se le puede atribuir, depende de la empresa o más bien, del tipo de producto que ofrezca, en el caso del Grupo Tensa, se habla de propuesta de valor lo que su mismo slogan dice calidad y servicio, esto atribuye a que está dirigido a empresas medianas, refiriéndose a calidad al producto que es hecho con los requerimientos y especificaciones del cliente, es decir, una caja de cartón personalizada que se ajusta a las necesidades del comprador y en cuanto a servicio es el tiempo de entrega del producto que es un aproximado de cuatro a seis días máximo.

Una vez que se ha definido la propuesta de valor de la empresa sería bueno preguntar ¿qué está dispuesto a pagar el cliente por el producto? Es una pregunta un tanto compleja que hace reflexionar sobre si el cliente está dispuesto a pagar productos defectuosos, en mal estado, sobreproducción, transporte, esperas, movimientos innecesarios etc. Para ello el cliente no está dispuesto a pagar aquellas actividades que no añaden valor o producto que no cumpla con sus requisiciones o defectuosos, pero es necesario tomar en cuenta que a veces los residuos se dan

por la naturaleza del proceso, por lo que se busca optimizarlos haciendo que mejore el flujo del proceso, por lo tanto se definieron doce tipos de desperdicio que se pueden encontrar en una empresa manufacturera, la clave está en identificarlos y garantizar que la causa raíz del problema se identifique y se elimine, no solamente el síntoma.

El objetivo de detectar los desperdicios y eliminarlos es que se tenga un flujo continuo, en este caso, que no existan baches que permitan que la producción se detenga, esto es que se fabrique una pieza a la vez, disminuyendo la creación de lotes que se encuentran en diferentes lugares de la planta, ya que los inventarios crean demora y mayores costos. Una vez que se conoce la propuesta de valor que da la empresa del Grupo Tensa y lo que el cliente está dispuesto a pagar por el producto, conociéndolo como valor, se procede a detectar cuáles son los desperdicios que son generados en la cadena de suministros, principalmente en el proceso de fabricación.

Desperdicios detectados en los proveedores hacia los fabricantes:

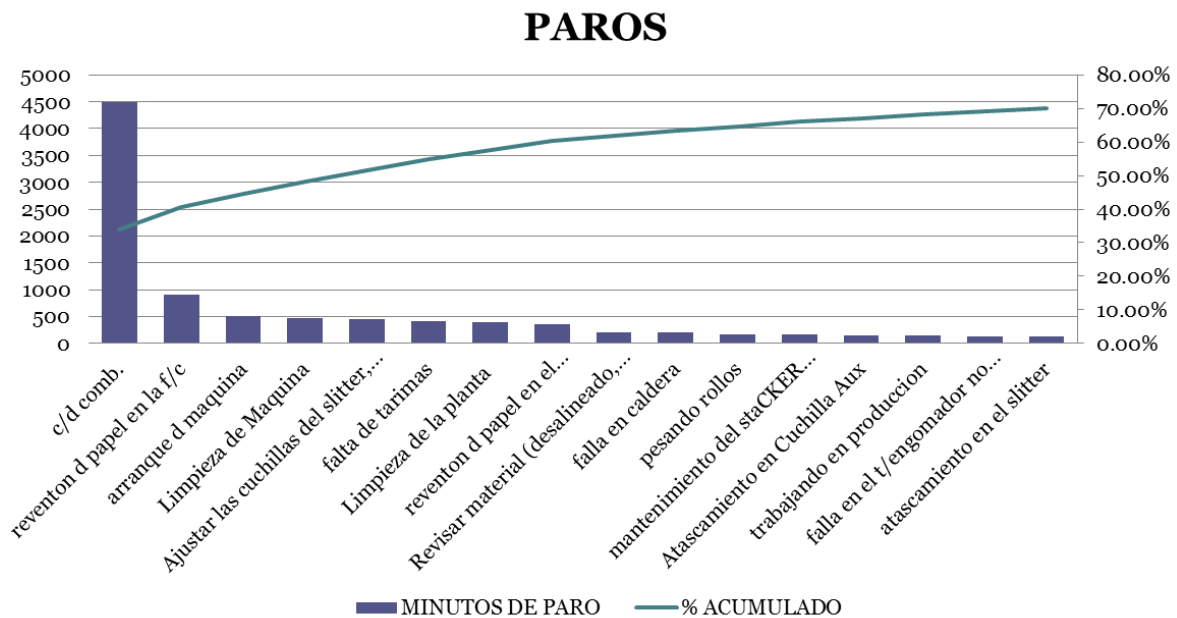
- **Esperas de suministro de material.** El departamento de compras se dedica al suministro de todos los materiales que sean requerido en la empresa, se encontró un desperdicio en cuanto al tiempo de retraso que un producto tarda en llegar a la planta, hay proveedores nacionales e internacionales, en ocasiones se requiere del producto urgentemente, para ello se dispone de otros proveedores, los cuales sus productos son más caros y se hacen los pedidos aunque resulten más costoso.
- **Sobreproducción en Materia Prima.** Las requisiciones que la empresa hace a los proveedores puede variar dependiendo del tipo de empresa, ya sea nacional o internacional, se requiere pedir lotes muy grandes para productos que son internacionales, ya que el tiempo de llegada es de aproximadamente una semana o más, dependiendo de la fecha en que se pida, cuando es un periodo vacacional la empresa se suministra con bastante producto y, en ocasiones, no se ocupa todo el material o por el contrario no es suficiente, por lo que hay un exceso o falta de inventario.

Desperdicios detectados en los fabricantes.

- **Sobrecarga en la producción.** Se genera una orden de producción cada día que es entregado a los diferentes subprocesos de cada turno de la planta, en el caso de la corrugadora llega a generar más producto de lo necesario, hasta el doble de producción que se requiere con la idea de que si hay otra orden de pedido con las mismas especificaciones del producto, ya sea al mismo cliente o diferente se tenga al instante el producto, pero esto genera desperdicios en cuanto a la sobrecarga de inventarios, debido a que varía las especificaciones para cada cliente.
- **Sobreproducción de producto terminado en la Corrugadora.** Debido a la sobreproducción, en las áreas de producto en proceso se tiene un exceso de material que lleva hasta tres meses en inventarios, el departamento innovó que cada etiqueta tenga con un color específico para cada mes que le corresponda, pero resulta que el almacén de

producto en proceso cuenta con más de tres etiquetas de diferente color, dando a entender que hay productos que están parados por más de un mes y no pasa a la siguiente etapa de la conversión.

- Producto Defectuoso.** El producto que se elabora en ocasiones sale defectuoso debido al mal funcionamiento de las máquinas o el operador, ya sea con un mal corte, despegado entre el liner y el corrugado, mal impreso, curvado, etc. Esto hace que haya mermas y se produzca material inservible que se tendrá que tirar debido a que es un defecto y el producto no será enviado al cliente con defectos.
- Esperas debido a los paros en la Corrugadora.** En el la corrugadora ha tenido muchos paros, y para saber la causa se procedió hacer una recolección de datos de Diciembre a Marzo y se obtuvo 11,230 minutos de paros, la cual indica que el mayor es debido a cambios de combinación teniendo un impacto cerca del 40% con respecto al total de paros, que equivale a 4,492 minutos, se lleva una lista de paros que indican el tiempo y la razón del paro de la máquina, se le llama cambio de combinación cuando se comienza a fabricar otro tipo de producto, con especificaciones diferentes y se requiere cambiar de materia prima, en este caso los rollos, pero la máquina está diseñada de tal manera que no haya ningún paro debido a cambio de material, para ello cuenta con dos rollos que si se termina uno, el otro sirva como auxiliar, es por ello que no debe existir ningún paro por esta razón, como se indica en la Figura 19.



**Figura 19 Causas de paro por la corrugadora.**

- Movimientos Innecesarios de los operadores en cada área.** Los operadores de cada proceso hacen muchos movimientos para fabricar el producto, debido a que no están delimitada las áreas de máquina, colocan el material donde haya lugar lo que provoca que en pasillos esté restringido el acceso, que el operador tenga que hacer

más movimientos de los necesarios para traer el material que va a producir o por el contrario no tenga espacio para trabajar.

- **Mano de obra no utilizada por exceso de trabajadores.** Actualmente la empresa cuenta con tres turnos y cada operación tiene de 5 a 8 operadores más, aparte tienen 5 operadores que sirven como auxiliares, antes sólo contaban con dos turnos, por lo que había menos operadores en la planta, eso fue debido a que hubo un traslado de la empresa y se recurrió a contratar más personal, hasta el momento hay operadores que no están siendo aprovechados al máximo en sus horas laborales.

- **Métodos de procesos actuales en el proceso de fabricación.** La empresa cuenta con un registro que los operadores llenan lo cual indica el tiempo que tarda una caja en fabricarse, este método sirve para ver el cómo opera cada máquina, pero presenta ciertas deficiencias, debido a que reportan periodos muy largos de aproximadamente 4 horas que se tardan en elaborar de 5 a 10 cajas y posteriormente aparece otro reporte que indica una cantidad de 200 cajas pero sin la duración del tiempo de fabricación, esos reportes al parecer no son congruentes, esto hace que no se tenga un control de la producción.

Desperdicios detectados de los fabricantes a los distribuidores.

- **Producto defectuoso en almacén.** El producto que elabora producción es colocado en el área de producto terminado, el material es puesto en una tarima encima de otra, lo cual provoca columnas de material, esto produce daños en el producto haciendo una selección de los que se encuentren en buen estado y los que no, por lo regular el producto que sufre más daños son los que están colocados al principio, es decir, pegados a la tarima, debido a que es donde se tiene mayor peso y tiene un contacto directo con las tarimas que están rotas o descuadradas.

- **Transporte.** El funcionamiento de la empresa, en cuanto a la orden de pedidos, es entregarla con anticipación a los distribuidores con el objetivo de hacer su distribución en relación a los camiones con los que cuenta, pero la orden de pedidos es entregada a los distribuidores en ese momento, por lo que el supervisor debe minimizar sus recursos de transporte para llevarlos al cliente, esto genera que le llegue tarde el producto o por el contrario no llegue en el día y la hora señalada, por lo que no hay una orden previa que indique los pedidos que deben entregarse en un determinado día.

- **Movimientos innecesarios.** Debido a que no hay una orden de pedido con anticipación hay productos que deben de ser entregados al cliente de manera inmediata, esto genera que, si el pedido es pequeño, se utilice un transporte con dimensiones mayores de las que se necesitan y no se optimice el espacio, haciendo que se generen costos de los necesarios para la entrega de un material o por el contrario, hay pedidos grandes que se tengan que utilizar más de dos transportes para llevar el producto.

- **Métodos de procesos actuales.** Los distribuidores tienen una capacidad máxima de transportar 100,000 metros cuadrados, contando todo el transporte que se tiene en la planta, resulta que hay ocasiones en que transportan más de su capacidad y

hay ocasiones en que es menos de la mitad, esto provoca mucha variabilidad en cuanto a la entrega de productos, como se ve en la Tabla 9, se muestra los metros cuadrados que se transportan cada día, se puede observar que han transportado el 6 de marzo 2,730 metros cuadrados y 137,230 metros cuadrados el 10 de marzo, esa variación hace que el distribuidor optimice el espacio de su transporte ocupando el mayor espacio posible, pero resulta que en ocasiones no se le entregue el pedido completo al cliente o por el contrario se entregue al otro día.

Suma de M2	
Fecha	Total
01-mar-16	78589
02-mar-16	97676
03-mar-16	116788
04-mar-16	44395
05-mar-16	53546
06-mar-16	2730
07-mar-16	89703
08-mar-16	61838
09-mar-16	58394
10-mar-16	137230
11-mar-16	80491
12-mar-16	60376
13-mar-16	7500
14-mar-16	91926
15-mar-16	130431
16-mar-16	112074
17-mar-16	108052
18-mar-16	86171
Total general	1417910

**Tabla 9 Material de producto entregado al día por metro cuadrado**

Desperdicios detectados de los fabricantes a los minoristas.

- **Sobreproducción.** El único almacén con que cuenta el Grupo Tensa es para el cliente Robert Bosch, que está a 150 metros del cliente, por lo que es un almacén exclusivo, se tomó como acuerdo que se tuvieran todos los tipos de productos que elabora la empresa con un aproximado de 150,000 productos diferentes que deben contar con un stock con la finalidad de que si Robert Bosch hace una orden de pedido debe tardar máximo una hora para su entrega, para ello se debe contar con 100% más de inventario que se tiene programado que va a utilizar, pero resulta que hay productos que no salen con tanta frecuencia y está parado el inventario, y por otro lado, hay otros que salen muy rápido y no surten el almacén, cuando el cliente pide el producto debe entregarse el mismo día, para no quedar mal con el cliente se elabora el producto al instante, haciendo que los demás pedidos se retrasen.

Desperdicio detectado de los fabricantes hacia los clientes.

- **Producto defectuoso.** El producto le llega en mal estado al cliente, esto hace que el cliente haga reclamaciones, ya sea que las cajas estén despegadas o las impresiones no sean legibles lo cual provoca que el producto se devuelva. En este aspecto no hay muchos desperdicios debido a que la empresa ha recibido reconocimiento de sus clientes asegurando que el servicio ha sido satisfactorio, se ha tratado de minimizar el mínimo de errores ocurridos, de tal manera que si un cliente hace una reclamación se le da seguimiento, elaborando un reporte hasta solucionar el problema.

#### 4.6 PASO 3. CATEGORIZAR LOS PROBLEMAS DE ACUERDO CON LA TIPOLOGÍA

López et al (2015) hace mención de las micro, pequeñas y medianas empresas, las cuales hacen una investigación con el objetivo de definir una tipología de comportamiento y las capacidades de desarrollo. Dentro de esa clasificación las empresas contienen características cualitativas o cuantitativas con una variedad de diferentes enfoques. En cuanto a las características cuantitativas se basan en una medición objetiva de las organizaciones, comúnmente relacionan a ese tipo de clasificación a su tamaño, el cual es calculado a través del número de empleados o las ventas anuales. Por otra parte las clasificaciones cualitativas anteponen a determinar la capacidad de desarrollo, por lo tanto, cuando se utiliza el concepto de crecimiento llega a tener dos connotaciones relacionadas con las características cualitativas que corresponde a la fortificación de las capacidades y habilidades de la organización; y características cuantitativas como el número de trabajadores o el volumen de ventas, que en realidad no representan la capacidad y habilidad del desarrollo de una empresa, esto más bien representa una porción de sus efectos.

Bautista (2008) hace una clasificación de los diferentes tipos de empresas y grupos de problemas como se muestran en la Tabla 10.

<b>NIVEL I</b> Empresa Intuitiva o imitativa	<b>NIVEL II</b> Empresas Tácitas			<b>NIVEL III</b> Empresas Cualitativas
<b>Grupo 2.</b> Asociados a la operación técnica	<b>Grupo 1.</b> Asociados a la planeación de la producción	<b>Grupo 3.</b> Asociados a la dirección y dominio del proceso	<b>Grupo 4.</b> Asociados a la Seguridad y mantenimiento	<b>Grupo 5.</b> Otros

**Tabla 10 Grupo de Problemas**

**Fuente: Bautista (2008)**

A continuación se muestra la relación que se tiene de los desperdicios antes mencionados que se detectaron en la cadena de suministros de la empresa, asociados a los diferentes grupos de problemas que propone Bautista (2008). Esa asociación es con el objetivo de dar una solución al problema y reducir el desperdicio al máximo.

***Desperdicios detectados en los proveedores hacia los fabricantes:***

Esperas de suministro de material. → **Grupo 2**  
Sobreproducción en Materia Prima. → **Grupo 1**

***Desperdicios detectados en los fabricantes.***

Sobrecarga en la producción. → **Grupo 1**  
Sobreproducción de producto terminado en la Corrugadora. → **Grupo 1**  
Producto Defectuoso. → **Grupo 2**  
Paros de la Corrugadora. → **Grupo 4**  
Movimientos Innecesarios de los operadores en cada área. → **Grupo 4**  
Mano de obra no utilizada por exceso de trabajadores. → **Grupo 5**  
Métodos de procesos actuales. → **Grupo 3**

***Desperdicios detectados de los fabricantes a los distribuidores.***

Producto defectuoso en almacén. → **Grupo 2**  
Transporte. → **Grupo 1**  
Movimientos innecesarios. → **Grupo 1**  
Métodos de procesos actuales. → **Grupo 3**

***Desperdicios detectados de los fabricantes a los minoristas.***

Sobreproducción. → **Grupo 1**

***Desperdicio detectado de los fabricantes hacia los clientes.***

Producto defectuoso. → **Grupo 2**

A continuación se muestra una matriz de lo descrito anteriormente que asocia los grupos de problemas con los desperdicios en cada parte de la cadena de suministros, que se describen en la Tabla 11.



DESPERDICIOS DETECTADOS EN:					
	PROVEEDORES A FABRICANTES	FABRICANTES	FABRICANTES A DISTRIBUIDORES	FABRICANTES A MINORISTAS	FABRICANTES A CLIENTES
Grupo 1	Sobreproducción en Materia Prima.	Sobrecarga en la producción.	Transporte.	Sobreproducción	
		Sobreproducción de producto terminado en la Corrugadora.	Movimientos innecesarios		
Grupo 2	Esperas de suministro de material.	Producto Defectuoso.	Producto defectuoso en almacén		Producto defectuoso.
Grupo 3		Métodos de procesos actuales.	Métodos de procesos actuales.		
Grupo 4		Esperas debido a los paros de la Corrugadora.			
		Movimientos Innecesarios de los operadores en cada área			
Grupo 5		Mano de obra no utilizada por exceso de trabajadores.			

**Tabla 11 Asociación de Grupos de problemas- Desperdicios – Cadena de Suministros**

La matriz sirve para el siguiente paso del proceso de intervención que es la selección de técnica y herramientas, una vez que se ha recolectado información sobre la cadena de suministros de la empresa, se conoce el área crítica, junto con la descripción de los desperdicios y la asociación a los grupos de problemas, se selecciona la herramienta más adecuada que permita ser eficaz cuando se implementa.

#### **4.7 PASO 4. SELECCIÓN DE TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS PARA LA SOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

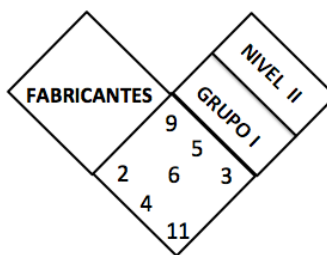
Es el último paso del proceso de intervención, el seleccionar la herramienta en relación a un diagnóstico previo que se hizo sobre la empresa, para ello se procede a utilizar el instrumento de selección que se muestra en la Figura 11, junto con las matrices de selección de herramientas y técnicas que se muestran en el Anexo 2, que están vinculadas al instrumento.

El instrumento de selección sirve para elegir el área crítica de la cadena de suministros, junto con la tipología de problemas y los tipos de desperdicios que se presentan. Es importante que la asociación para cada rubro sea la adecuada, es decir, que a través del diagnóstico se asocie a cada rubro justificando su asociación. Esto hace que el tomador de decisiones a través de información recopilada en la empresa tenga un panorama sobre el funcionamiento y estructura de la organización, además de los diferentes tipos de desperdicio que presenta, con el objetivo de elegir la herramienta a implementar y optimizarlos.

Hasta el momento ya se tiene el área crítica y los desperdicios asociados con la tipología de problemas, como se muestra en la Tabla 11, posteriormente se procede a elegir la técnica junto con la herramienta a implementar. Hay que tomar como ejemplo el Grupo 1, en la Figura 20 se

muestra que hay 6 desperdicios en el área crítica que son: los fabricantes, pero que está relacionado con los demás elementos de la cadena de suministros, es decir, de los fabricantes hacia los proveedores está el desperdicio: sobreproducción en materia prima, en los fabricantes se encuentra: sobrecarga en la producción y de producto terminado en la Corrugadora, de los fabricantes a los distribuidores se encuentra: transporte y movimientos innecesarios y por último de los fabricantes a minoristas: sobreproducción. Una vez que se tiene el área crítica y el grupo de problema se procede ir al instrumento de decisión, que está asociado con ciertos tipos de desperdicios, el cual se debe de jerarquizar con la finalidad de conocer cuál tiene mayor impacto dentro de la organización y darle prioridad, de esta manera, se elige la técnica y herramienta que se encuentran en la matriz, una vez jerarquizado se elige el desperdicio de mayor prioridad y se busca con el número y nombre, después se procede a elegir la técnica que tenga como objetivo eliminar el residuo y resolver el problema y, finalmente elegir el artefacto o herramienta a implementar para dar una solución. El elegir cada criterio en el instrumento de selección depende del juicio del tomador de decisiones que depende del diagnóstico, es decir, de la información que se haya recolectado, es por ello que para resolver un problema primero se debe conocer las circunstancias en las que se encuentra, no solamente elegir la herramienta como se crea conveniente, para eso se basa de un proceso de intervención aunado con un cuestionario que ayuda a la recolección de datos o información que respalde el por qué tal es la herramienta más adecuada y asegurar su eficacia.

<b>DESPERDICIOS DETECTADOS EN:</b>					
	<b>PROVEEDORES A FABRICANTES</b>	<b>FABRICANTES</b>	<b>FABRICANTES A DISTRIBUIDORES</b>	<b>FABRICANTES A MINORISTAS</b>	<b>FABRICANTES A CLIENTES</b>
<b>Grupo 1</b>	Sobreproducción en Materia Prima.	Sobrecarga en la producción.	Transporte.	Sobreproducción	
		Sobreproducción de producto terminado en la Corrugadora.	Movimientos innecesarios		



2				3		
SOBRE PRODUCCIÓN				SOBRE PROCESAMIENTO		
JIT	SEIS SIGMA	ESTANDARIZACIÓN	SISTEMA PULL	KAIZEN	JIT	ESTANDARIZACIÓN
Kan ban	Diseño de experimentos	Diseño de experimentos	Kanban	Kanban	Kan ban	Diseño de experimentos
Takt time	Jidoka	Takt time	Jidoka	Jidoka	Takt time	Takt time
Heijuka	VSM	Heijuka	Heijuka	VSM	Heijuka	Heijuka
5'S	TQM	VSM	TQM	TQM	5'S	VSM
Diagrama causa efecto	TPM	TQM	Benchmarking	TPM	Diagrama causa efecto	TQM
Diagrama espaguetti	Diagrama causa efecto	TPM	Diagrama de espaguetti	5'S	Diagrama espaguetti	TPM
Layout	Layout	5'S	Layout	Benchmarking	Layout	5'S
SMED	Fabrica visual	Diagrama de espaguetti	SMED	Diagrama causa efecto	SMED	Diagrama de espaguetti
Poka Yoke	SMED	Layout	Poka yoke	Pokayoke	Poka Yoke	Layout
Manufactura celular	Pokayoke	Fabrica visual	Flujo continuo	Flujo continuo	Manufactura celular	Fabrica visual
Flujo continuo	Manufactura celular	SMED	Manufactura celular	Layout	Flujo continuo	SMED
	Flujo continuo	Manufactura celular				Manufactura celular
		Flujo continuo				Flujo continuo

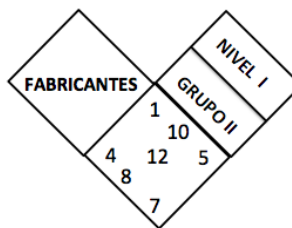
  

4			5		
TRANSPORTE			MOVIMIENTOS		
KAIZEN	JIT	SISTEMA PULL	KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	JIT
Kanban	Kan ban	Kanban	Kanban	Diseño de experimentos	Kan ban
Jidoka	Takt time	Takt time	Jidoka	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka	VSM	Heijuka	Heijuka
TQM	5'S	TQM	TQM	VSM	5'S
TPM	Diagrama causa efecto	Benchmarking	TPM	TQM	Diagrama causa efecto
5'S	Diagrama espaguetti	Diagrama de espaguetti	5'S	TPM	Diagrama espaguetti
Benchmarking	Layout	Layout	Benchmarking	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	SMED	SMED	Diagrama causa efecto	Diagrama de espaguetti	SMED
Pokayoke	Poka Yoke	Poka yoke	Pokayoke	Layout	Poka Yoke
Flujo continuo	Manufactura celular	Flujo continuo	Flujo continuo	Fabrica visual	Manufactura celular
Layout	Flujo continuo	Manufactura celular	Layout	SMED	Flujo continuo
				Manufactura celular	
				Flujo continuo	

Figura 20. Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas – Grupo 1

En el Grupo 2 que están asociados a la operación técnica, en el elemento de los proveedores hacia los fabricantes está el desperdicio: esperas en el suministro de material, en los fabricantes: producto defectuoso, hacia distribuidores: producto defectuoso en el almacén y los clientes: producto defectuoso, como se muestra en la Figura 21, se muestra una parte del instrumento de selección, de los fabricantes en el Grupo 2 los desperdicios que se presentan, como se puede observar sólo hay dos tipos de desperdicio: producto defectuoso y esperas. En la matriz se observa las técnicas y herramientas a implantar.

	DESPERDICIOS DETECTADOS EN:				
	PROVEEDORES A FABRICANTES	FABRICANTES	FABRICANTES A DISTRIBUIDORES	FABRICANTES A MINORISTAS	FABRICANTES A CLIENTES
<b>Grupo 2</b>	Esperas de suministro de material.	Producto Defectuoso.	Producto defectuoso en almacén		Producto defectuoso.



1			7			
PRODUCTO DEFECTUOSO			ESPERAS			
KAIZEN	SEIS SIGMA	SISTEMA PULL	KAIZEN	JIT	ESTANDARIZACIÓN	SISTEMA PULL
Kanban	Diseño de experimentos	Kanban	Kanban	Kan ban	Diseño de experimentos	Kanban
Jidoka	Jidoka	Takt time	Jidoka	Takt time	Takt time	Takt time
VSM	VSM	Heijuka	VSM	Heijuka	Heijuka	Heijuka
TQM	TQM	TQM	TQM	5'S	VSM	TQM
TPM	TPM	Benchmarking	TPM	Diagrama causa efecto	TQM	Benchmarking
5'S	Diagrama causa efecto	Diagrama de espaguetti	5'S	Diagrama espaguetti	TPM	Diagrama de espaguetti
Benchmarking	Layout	Layout	Benchmarking	Layout	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	Fabrica visual	SMED	Diagrama causa efecto	SMED	Diagrama de espaguetti	SMED
Pokayoke	SMED	Poka yoke	Pokayoke	Poka Yoke	Layout	Poka yoke
Flujo continuo	Pokayoke	Flujo continuo	Flujo continuo	Manufactura celular	Fabrica visual	Flujo continuo
Layout	Manufactura celular	Manufactura celular	Layout	Flujo continuo	SMED	Manufactura celular
	Flujo continuo				Manufactura celular	
					Flujo continuo	

Figura 21. Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas - Grupo 2

En el Grupo 3, asociados a la dirección y dominio de procesos, en el elemento de los fabricantes y hacia los distribuidores se presenta el mismo desperdicio que es: métodos de procesos actuales. En el instrumento de selección se muestra sólo 4 diferentes tipos de residuos entre ellos el detectado en el Grupo 3, y la matriz de técnicas sólo hay tres tipos: kaizen, estandarización y seis sigma y un conjunto de herramientas a implementar, se muestra en la Figura 22.

DESPERDICIOS DETECTADOS EN:					
	PROVEEDORES A FABRICANTES	FABRICANTES	FABRICANTES A DISTRIBUIDORES	FABRICANTES A MINORISTAS	FABRICANTES A CLIENTES
Grupo 3		Métodos de procesos actuales.	Métodos de procesos actuales.		

10		
MÉTODOS DE PROCESOS ACTUALES		
KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	SEIS SIGMA
Kanban	Diseño de experimentos	Diseño de experimentos
Jidoka	Takt time	Jidoka
VSM	Heijuka	VSM
TQM	VSM	TQM
TPM	TQM	TPM
5'S	TPM	Diagrama causa efecto
Benchmarking	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	Diagrama de espaguetti	Fabrica visual
Pokayoke	Layout	SMED
Flujo continuo	Fabrica visual	Pokayoke
Layout	SMED	Manufactura celular
	Manufactura celular	Flujo continuo
	Flujo continuo	

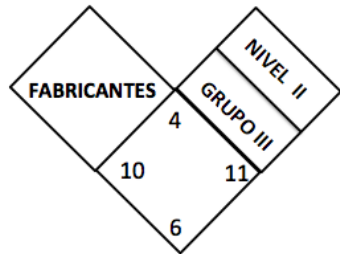
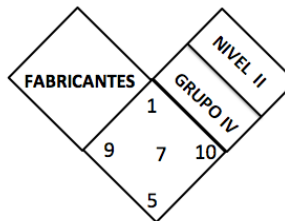


Figura 22. Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas - Grupo 3

En el Grupo 4, asociados a la seguridad y mantenimiento, en el elemento de los fabricantes se encuentra los desperdicios: esperas debido a los paros de la Corrugadora y movimientos innecesarios de los operadores en cada área, estos dos desperdicios se procede a buscar en el instrumento de selección y hay cinco tipos, de los cuales se encuentra los que están en el grupo 4: movimientos y esperas, se procede a buscar en la matriz y a elegir la técnica junto con la herramienta que sea más conveniente a su implantación. Se muestra en la Figura 23.

DESPERDICIOS DETECTADOS EN:					
	PROVEEDORES A FABRICANTES	FABRICANTES	FABRICANTES A DISTRIBUIDORES	FABRICANTES A MINORISTAS	FABRICANTES A CLIENTES
Grupo 4		Esperas debido a los paros de la Corrugadora.			
		Movimientos Innecesarios de los operadores en cada área			

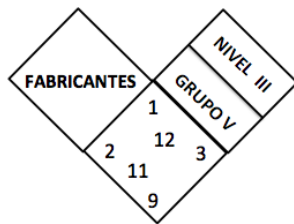


5			7			
MOVIMIENTOS			ESPERAS			
KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	JIT	KAIZEN	JIT	ESTANDARIZACIÓN	SISTEMA PULL
Kanban	Diseño de experimentos	Kan ban	Kanban	Kan ban	Diseño de experimentos	Kanban
Jidoka	Takt time	Takt time	Jidoka	Takt time	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka	VSM	Heijuka	Heijuka	Heijuka
TQM	VSM	5'S	TQM	5'S	VSM	TQM
TPM	TPM	Diagrama causa efecto	TPM	Diagrama causa efecto	TQM	Benchmarking
5'S	TQM	Diagrama espagueti	5'S	Diagrama espagueti	TPM	Diagrama de espagueti
Benchmarking	5'S	Layout	Benchmarking	Layout	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	Diagrama de espagueti	SMED	Diagrama causa efecto	SMED	Diagrama de espagueti	SMED
Pokayoke	Layout	Poka Yoke	Pokayoke	Poka Yoke	Layout	Poka yoke
Flujo continuo	Fabrica visual	Manufactura celular	Flujo continuo	Manufactura celular	Fabrica visual	Flujo continuo
Layout	SMED	Flujo continuo	Layout	Flujo continuo	SMED	Manufactura celular
	Manufactura celular				Manufactura celular	
	Flujo continuo				Flujo continuo	

Figura 23. Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas - Grupo 4

En el Grupo 5, otros, son aquellos que están relacionados con el personal, como es: rotación, insuficiencia, mano de obra extra, servicio al cliente, etc. No están asociados los problemas del grupo 5 con los demás. En los fabricantes se encontró un desperdicio: mano de obra no utilizada por exceso de trabajadores, se procede ir al instrumento de selección y hay 6 tipos de desperdicios de los cuales se encuentra: mano de obra no utilizada y hay 4 tipos de técnicas que son: JIT, estandarización, sistema Pull y seis sigma y un conjunto de herramientas a elegir, se muestra en la Figura 24.

DESPERDICIOS DETECTADOS EN:					
	PROVEEDORES A FABRICANTES	FABRICANTES	FABRICANTES A DISTRIBUIDORES	FABRICANTES A MINORISTAS	FABRICANTES A CLIENTES
Grupo 5		Mano de obra no utilizada por exceso de trabajadores.			



11			
MANO DE OBRA NO UTILIZADA			
JIT	ESTANDARIZACION	SISTEMA PULL	SEIS SIGMA
Kan ban	Diseño de experimentos	Kanban	Diseño de experimentos
Takt time	Takt time	Takt time	Jidoka
Heijuka	Heijuka	Heijuka	VSM
5'S	VSM	TQM	TQM
Diagrama causa efecto	TQM	Benchmarking	TPM
Diagrama espagueti	TPM	Diagrama de espagueti	Diagrama causa efecto
Layout	5'S	Layout	Layout
SMED	Diagrama de espagueti	SMED	Fabrica visual
Poka Yoke	Layout	Poka yoke	SMED
Manufactura celular	Fabrica visual	Flujo continuo	Pokayoke
Flujo continuo	SMED	Manufactura celular	Manufactura celular
	Manufactura celular		Flujo continuo
	Flujo continuo		

Figura 24. Instrumento de selección - matriz de técnicas y herramientas - Grupo 5

#### 4.8 EFICACIA DE LA HERRAMIENTA EN EL CASO DE ESTUDIO

El resultado del caso de estudio es medir la eficacia de la herramienta con el objetivo de validar el instrumento de selección, para ello se tuvieron que implementar las técnicas y herramientas durante la estancia en Grupo Tensa.

De los desperdicios antes detectados se procedió a eliminar dos:

- ❖ Paros en la Corrugadora
- ❖ Movimientos innecesarios de los operadores de cada área.

**Paros en la Corrugadora.** En este aspecto se observó que la Corrugadora estaba mucho tiempo parada, para ello se tuvo que hacer una recolección de datos, el periodo de diciembre de 2015 a marzo de 2016, teniendo en cuenta 3 meses como datos históricos, esto sirve para conocer el comportamiento de la máquina en un determinado periodo, esa recolección de datos lo hace un operador especializado, que registra la fecha, la hora de inicio y término, el turno, el nombre del supervisor, el tipo de paro, el tiempo que tardó y la causa del problema, esos datos son registrados en una base de datos. Una vez que se hayan recolectado los datos se procede hacer una homogenización de las causas, es decir, hay causas que son similares, simplemente están registradas de diferente manera, el propósito es identificar documentar los parámetros del proceso que afectan el desempeño y las características del producto de interés crítico para el cliente. Se procede hacer un análisis de la información, de esta manera, el equipo confirma los determinantes del desempeño del proceso. La Tabla 12, indica la causa de paro, el tiempo en minutos y el porcentaje que le corresponde con respecto a los demás paros.

## PAROS

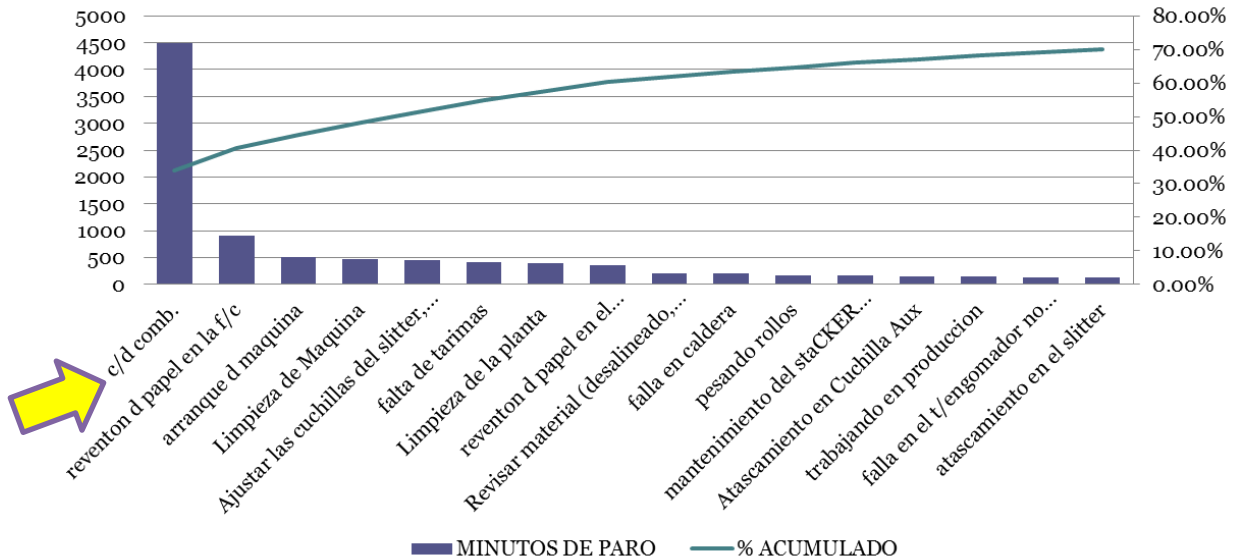


Tabla 12. Nombre, horas de paro y porcentaje que le corresponde.

Se puede observar que la causa por la cual es parada la máquina es la de cambio de combinación, haciendo que sea el 33.9% de tiempo de paro con respecto al total, teniendo un porcentaje alto, para ello se procedió hacer otra Tabla 13, que indica la causa, el tiempo en minutos y el porcentaje, teniendo un gran impacto con respecto a los demás, como resultado de 4492 minutos en el periodo de 3 meses.

Etiquetas de fila	Suma de Tiempo	Porcentaje
c/d comb.	4492	33.9%
reventon d papel en la f/c	903	6.8%
arranque d maquina	514	3.9%
Limpieza de Maquina	466	3.5%
Ajustar las cuchillas del slitter, no cortan o afilarlas	457	3.5%
falta de tarimas	421	3.2%
Limpieza de la planta	389	2.9%
reventon d papel en el t/engomador	364	2.7%
Revisar material (desalineado, golpeado, despegado)	200	1.5%
falla en caldera	197	1.5%
pesando rollos	172	1.3%
mantenimiento del staCKER superior	162	1.2%
Atascamiento en Cuchilla Aux	145	1.1%
trabajando en produccion	139	1.0%
falla en el t/engomador no suben los rodillos ni las charolas	135	1.0%
atascamiento en el slitter	130	1.0%

Tabla 13. Causa de paros - Tiempo en minutos - Porcentaje

Hasta el momento se ha analizado la información que se recolectó de la base de datos que los operadores llenan como parte del historial de la máquina, se procede hacer un análisis para

aplicar una técnica y herramienta que indique la más adecuada al tipo de desperdicio y problema, para ello se procede a utilizar el instrumento de selección.

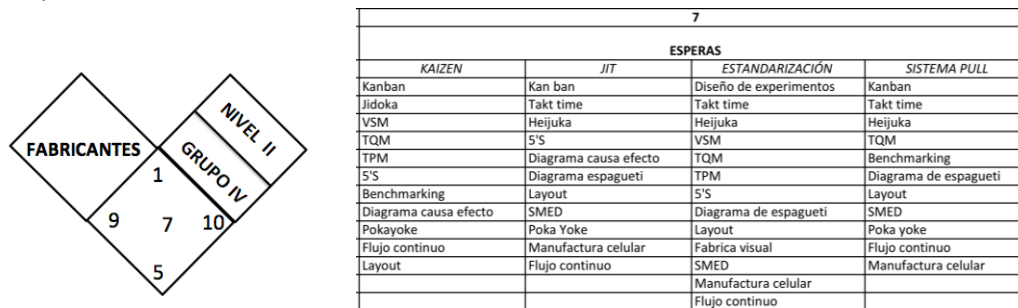


Figura 25. Parte del instrumento de selección y matriz de técnicas y herramientas.

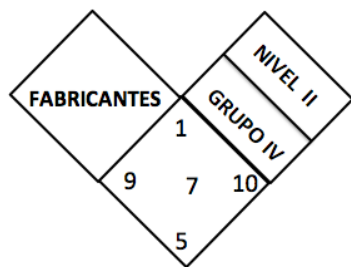
Como se muestra en la Figura 13, sólo una parte del instrumento que indica el elemento de la cadena de suministros, como área crítica, son los fabricantes el Grupo IV asociados a la seguridad y mantenimiento de la máquina, se procede a elegir el desperdicio número 7, que es esperas, posteriormente ir a la matriz que se encuentra del lado derecho de la Figura 25, enfocándose exclusivamente al desperdicio de esperas y se elige el tipo de técnica, en este caso se cuenta con 4 diferentes que son: Kaizen, está enfocada a la mejora continua; JIT, enfocada para asegurar la entrega justo a tiempo de piezas y materiales; Estandarización, establecer procedimientos precisos para el trabajo de cada operador en un proceso de producción y Sistema Pull, establece un control de producción para mantener a la gente y las máquinas ocupadas. Se elige como técnica más adecuada a Kaizen debido a que se busca mejorar el proceso de la máquina, reduciendo el tiempo de paro, conocer la causa raíz del problema, para ello se selecciona una herramienta que esté dirigida a analizar las causas del problema y se seleccionó el diagrama causa efecto, está enfocado a analizar de manera sistémica las relaciones entre los resultados y los diversos factores causales.

Al seleccionar la técnica y herramienta se reúne a un equipo de trabajo con personas expertas, es decir, que conozcan sobre el tema, en este caso el proceso de la máquina, para ello son 7 operadores y un supervisor que conocen su funcionamiento y la causa de los paros, se utilizó la herramienta de manera conjunta y conocer la causa raíz del problema y se llegó a la conclusión que es debido a la falta de mantenimiento adecuado, es decir, que el mantenimiento que se le estaba dando a las máquinas no era el correcto, debido a que seguía surgiendo el mismo paro. Se hizo un programa de mantenimiento indicando el nombre del operador, parte de la máquina, el tiempo que tarda, el día programado y el supervisor con el objetivo de eliminar el tiempo de paro.

**Movimientos Innecesarios de los operadores en cada área.** En este desperdicio se pudo detectar que las áreas no se encontraban bien definidas en cada operación, por lo que colocaban el material donde hubiera lugar, sin importar que fueran pasillos o algún otra parte que no le correspondiera, los operadores hacían movimientos innecesarios para traer el material y colocarlos en la máquina, lo que se observó es al no colocar el material en el lugar adecuada podría generar accidentes, para ello se procedió a utilizar el instrumento de selección y dentro de los desperdicios



el número 5 se encontraba, que está en el Grupo 4, y se eligió la técnica y herramienta para eliminar el desperdicio.



5		
MOVIMIENTOS		
KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	JIT
Kanban	Diseño de experimentos	Kan ban
Jidoka	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka
TQM	VSM	5'S
TPM	TQM	Diagrama causa efecto
5'S	TPM	Diagrama espaguetti
Benchmarking	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	Diagrama de espaguetti	SMED
Pokayoke	Layout	Poka Yoke
Flujo continuo	Fabrica visual	Manufactura celular
Layout	SMED	Flujo continuo
	Manufactura celular	
	Flujo continuo	

Figura 26. Parte del instrumento de selección y matriz de técnicas y herramientas.

Se procedió ir a la matriz de técnicas y herramientas para seleccionarlas que se encuentran en el Anexo 2, como se muestra en la Figura 26, en la matriz aparecen tres tipos de técnicas que se pueden ocupar para implementarlas, como son: Kaizen, estandarización y JIT, para ello se procedió a elegir la más adecuada en relación al objetivo de cada una de ellas y se eligió Estandarización, debido a que busca que cada proceso no solamente se mejore como en el caso de Kaizen o que se disminuya el índice de inventarios en el caso de JIT, sino más bien que los operadores estandaricen su trabajo estableciendo procedimientos para el trabajo de cada operador en un proceso de producción, para ello deben estar bien definidas las áreas de trabajo y ese es el objetivo de la técnica de estandarización, en cuanto a la herramienta de apoyo es el Layout que se ocupa para el diseño de instalaciones de una planta, que sirve para mejorar las distribuciones, reduciendo el mínimo de tiempo de manipulación en el manejo de materiales, dándole una solución en organizar los procesos. Hasta el momento ya se cuenta con la técnica y herramienta, ahora se procede a implementarla para ello se requiere del apoyo de los trabajadores como son los operadores y supervisores, se les preguntó sobre su función y donde sería mejor colocar ciertos instrumentos con el fin de evitar movimientos innecesarios e hicieran el menor esfuerzo, para eso se procedió delimitar y pintar el área de trabajo de cada proceso, designar un lugar para cada cosa, se les colocó el nombre con una pintura epóxica, especial para uso rudo con el objetivo de que no se desprenda por el paso de los montacarguistas o por el roce de las tarimas, para la delimitación se ocupó de color amarillo seguridad, un color especial que se ocupa en las empresas de manufactura y de grosor de 10 cm. como se tiene especificado en el manual de seguridad e higiene. El implementar la herramienta hizo que los operadores respetaran las áreas de trabajo de cada proceso, evitando accidentes y movimientos innecesarios, debido a que se involucró al personal, haciendo que participaran para mejorar su área de trabajo, de esa manera se puede llegar a la conclusión de que la técnica y herramienta fueron las más adecuadas, no solamente porque se hizo un diagnóstico previo que brindara información sobre la selección de la herramienta, sino una vez implementada se obtuvieron buenos resultados como son: optimación de los espacios de la planta, reducción en el índice de accidentes, orden y limpieza en los procesos y principalmente reducción de los movimientos innecesarios con el objetivo de reducir al máximo o eliminar el desperdicio.

En este capítulo 4, del caso de estudio, se elaboró un proceso de intervención que permita aplicarse durante la estancia de la empresa en Grupo Tensa, se llevó a cabo cada uno de los pasos del procedimiento y se obtuvieron resultados aceptables, el propósito era validar el instrumento de selección a través de un proceso de intervención, tanto el instrumento como el procedimiento sirvieron como herramientas que permitieron conocer qué se iba hacer en la empresa y en qué momento se debió aplicar el instrumento y a través de los resultados obtenidos saber si es funcional o no. El objetivo principal de este proyecto de investigación es proponer un instrumento que permita seleccionar una herramienta adecuada y su implementación sea efectiva, mediante este caso de estudio se recolectó información previa sobre la estructura organizacional de la empresa y se hizo un diagnóstico sobre la cadena de suministros de la empresa, el área crítica, los tipos de desperdicios de las diferentes áreas, su funcionamiento de cada departamento, etc. Que al complementar toda la información se pudieron obtener resultados favorables, ya que se implementaron dos herramientas para la disminución de desperdicio, por lo tanto se llegó a la conclusión de que se eligió la herramienta adecuada y eficaz con respecto al desperdicio presentado. En ambos casos se disminuyó y mejoraron los procesos.

## CONCLUSIÓN

Las herramientas de Lean Manufacturing tienen como objetivo eliminar o disminuir los desperdicios que se presentan en los sistemas sociotécnicos, ya que estos sistemas se encuentran en los procesos de fabricación, colocándolos dentro de una planeación táctica, para ello se tomó en cuenta los dos primeros elementos que son: área de resultados críticos, hace referencia a los elementos que conforman la Cadena de Suministros y análisis de cuestiones críticas, los problemas específicos, ambos elementos tienen un impacto dentro de las áreas y se debe considerar los factores, por tal motivo se hizo un análisis morfológico que permitió relacionar la herramienta, con respecto al tipo de desperdicio, al grupo de problemas y posteriormente identificarlos a lo largo de la Cadena de Suministros, esto permite llevar a cabo implantaciones efectivas, debido a que se investigó el propósito para el cual fue hecha cada herramienta asociando con los diversos tipos de desperdicios. Esto conforma la estructura del instrumento de selección, hace referencia al término de multimetodología, el relacionar tres elementos que son: la Cadena de Suministros, la tipología de problemas y las herramientas de LM a través de los diversos tipos de desperdicios.

El proceso de intervención que se ideó para llevar a cabo el caso de estudio fue con la finalidad de validar el Instrumento de selección, dado que se conoce el propósito y funcionamiento del instrumento, es decir, el qué, se pretende dar respuesta al cómo, a través de un proceso de intervención, se explica la manera de implementarse y se llevó a cabo mediante un caso de estudio en una empresa manufacturera. En la empresa Grupo Tensa permitió conocer su estructura organizacional, pero se tuvo ciertas restricciones como son: sólo se trabajó en un elemento de la Cadena de Suministros, el de fabricación y se detectaron los desperdicios que presentaba, pero se eliminaron tan sólo dos: los paros de la Corrugadora y los movimientos innecesarios de los operadores de cada área, esto es debido al tiempo que estuvo durante la estancia en la empresa. El mayor desafío que se presentó fue el de lidiar con la actitud de los trabajadores, debido a que creían que se les pondría más actividades o por el contrario tenían la idea de poner restricciones a su trabajo, para ello se tomó en cuenta la opinión de cada uno de ellos dándoles la idea de mejorar su desempeño laboral e involucrándolos al implantar una herramienta, de esta manera se dieron cuenta que mejoró su área de trabajo y su desempeño.

Durante la estancia en Grupo Tensa se hicieron ajustes en cuanto al implementar una herramienta, ya que se adecuaba al proceso y a las actividades que se desempeñaban para cada trabajador, se tomó en cuenta no sólo la decisión de los que estaban a cargo sino de los operadores que conocen más el área, haciendo un trabajo en equipo. A medida que se iban obteniendo resultados favorables debido a que colaboraban en la implantación de la herramienta permitió que tuvieran un cambio de actitud y hubiera más disponibilidad para seguir mejorando, haciendo cambios en su actividades, no sólo es cuestión de imponer, sino más bien de involucrar al trabajador ya que ellos son los expertos, debido a que conocen el proceso.

## ANEXO 1 ASOCIACIÓN DE DESPERDICIOS CON LAS TÉCNICAS Y HERRAMIENTAS.

En las matrices siguientes se muestran el número y nombre del desperdicio, junto con las técnicas y herramientas que sirven para aplicarse.

<b>1</b>		
<b>PRODUCTO DEFECTUOSO</b>		
<i>KAIZEN</i>	<i>SEIS SIGMA</i>	<i>SISTEMA PULL</i>
Kanban	Diseño de experimentos	Kanban
Jidoka	Jidoka	Takt time
VSM	VSM	Heijuka
TQM	TQM	TQM
TPM	TPM	Benchmarking
5'S	Diagrama causa efecto	Diagrama de espagueti
Benchmarking	Layout	Layout
Diagrama causa efecto	Fabrica visual	SMED
Pokayoke	SMED	Poka yoke
Flujo continuo	Pokayoke	Flujo continuo
Layout	Manufactura celular	Manufactura celular
	Flujo continuo	

<b>2</b>			
<b>SOBREPRODUCCIÓN</b>			
<i>JIT</i>	<i>SEIS SIGMA</i>	<i>ESTANDARIZACIÓN</i>	<i>SISTEMA PULL</i>
Kan ban	Diseño de experimentos	Diseño de experimentos	Kanban
Takt time	Jidoka	Takt time	Takt time
Heijuka	VSM	Heijuka	Heijuka
5'S	TQM	VSM	TQM
Diagrama causa efecto	TPM	TQM	Benchmarking
Diagrama espagueti	Diagrama causa efecto	TPM	Diagrama de espagueti
Layout	Layout	5'S	Layout
SMED	Fabrica visual	Diagrama de espagueti	SMED
Poka Yoke	SMED	Layout	Poka yoke
Manufactura celular	Pokayoke	Fabrica visual	Flujo continuo
Flujo continuo	Manufactura celular	SMED	Manufactura celular
	Flujo continuo	Manufactura celular	
		Flujo continuo	

<b>3</b>		
<b>SOBREPROCESAMIENTO</b>		
<i>KAIZEN</i>	<i>JIT</i>	<i>ESTANDARIZACIÓN</i>
Kanban	Kan ban	Diseño de experimentos
Jidoka	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka
TQM	5'S	VSM
TPM	Diagrama causa efecto	TQM
5'S	Diagrama espagueti	TPM
Benchmarking	Layout	5'S
Diagrama causa efecto	SMED	Diagrama de espagueti
Pokayoke	Poka Yoke	Layout
Flujo continuo	Manufactura celular	Fabrica visual
Layout	Flujo continuo	SMED
		Manufactura celular
		Flujo continuo

4		
TRANSPORTE		
KAIZEN	JIT	SISTEMA PULL
Kanban	Kan ban	Kanban
Jidoka	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka
TQM	5'S	TQM
TPM	Diagrama causa efecto	Benchmarking
5'S	Diagrama espagueti	Diagrama de espagueti
Benchmarking	Layout	Layout
Diagrama causa efecto	SMED	SMED
Pokayoke	Poka Yoke	Poka yoke
Flujo continuo	Manufactura celular	Flujo continuo
Layout	Flujo continuo	Manufactura celular

5		
MOVIMIENTOS		
KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	JIT
Kanban	Diseño de experimentos	Kan ban
Jidoka	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka
TQM	VSM	5'S
TPM	TQM	Diagrama causa efecto
5'S	TPM	Diagrama espagueti
Benchmarking	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	Diagrama de espagueti	SMED
Pokayoke	Layout	Poka Yoke
Flujo continuo	Fabrica visual	Manufactura celular
Layout	SMED	Flujo continuo
	Manufactura celular	
	Flujo continuo	

6		
INVENTARIOS		
JIT	SEIS SIGMA	SISTEMA PULL
Kan ban	Diseño de experimentos	Kanban
Takt time	Jidoka	Takt time
Heijuka	VSM	Heijuka
5'S	TQM	TQM
Diagrama causa efecto	TPM	Benchmarking
Diagrama espagueti	Diagrama causa efecto	Diagrama de espagueti
Layout	Layout	Layout
SMED	Fabrica visual	SMED
Poka Yoke	SMED	Poka yoke
Manufactura celular	Pokayoke	Flujo continuo
Flujo continuo	Manufactura celular	Manufactura celular
	Flujo continuo	

7			
ESPERAS			
KAIZEN	JIT	ESTANDARIZACIÓN	SISTEMA PULL
Kanban	Kan ban	Diseño de experimentos	Kanban
Jidoka	Takt time	Takt time	Takt time
VSM	Heijuka	Heijuka	Heijuka
TQM	5'S	VSM	TQM
TPM	Diagrama causa efecto	TQM	Benchmarking
5'S	Diagrama espagueti	TPM	Diagrama de espagueti
Benchmarking	Layout	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	SMED	Diagrama de espagueti	SMED
Pokayoke	Poka Yoke	Layout	Poka yoke
Flujo continuo	Manufactura celular	Fabrica visual	Flujo continuo
Layout	Flujo continuo	SMED	Manufactura celular
		Manufactura celular	
		Flujo continuo	

8		
SOBRECARGA		
SEIS SIGMA	ESTANDARIACIÓN	KAIZEN
Diseño de experimentos	Diseño de experimentos	Kanban
Jidoka	Takt time	Jidoka
VSM	Heijuka	VSM
TQM	VSM	TQM
TPM	TQM	TPM
Diagrama causa efecto	TPM	5'S
Layout	5'S	Benchmarking
Fabrica visual	Diagrama de espagueti	Diagrama causa efecto
SMED	Layout	Pokayoke
Pokayoke	Fabrica visual	Flujo continuo
Manufactura celular	SMED	Layout
Flujo continuo	Manufactura celular	
	Flujo continuo	

9		
IRREGULARIDAD		
KAIZEN	SEIS SIGMA	ESTANDARIZACIÓN
Kanban	Diseño de experimentos	Diseño de experimentos
Jidoka	Jidoka	Takt time
VSM	VSM	Heijuka
TQM	TQM	VSM
TPM	TPM	TQM
5'S	Diagrama causa efecto	TPM
Benchmarking	Layout	5'S
Diagrama causa efecto	Fabrica visual	Diagrama de espagueti
Pokayoke	SMED	Layout
Flujo continuo	Pokayoke	Fabrica visual
Layout	Manufactura celular	SMED
	Flujo continuo	Manufactura celular
		Flujo continuo

10		
MÉTODOS DE PROCESOS ACTUALES		
KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	SEIS SIGMA
Kanban	Diseño de experimentos	Diseño de experimentos
Jidoka	Takt time	Jidoka
VSM	Heijuka	VSM
TQM	VSM	TQM
TPM	TQM	TPM
5'S	TPM	Diagrama causa efecto
Benchmarking	5'S	Layout
Diagrama causa efecto	Diagrama de espaguete	Fabrica visual
Pokayoke	Layout	SMED
Flujo continuo	Fabrica visual	Pokayoke
Layout	SMED	Manufactura celular
	Manufactura celular	Flujo continuo
	Flujo continuo	

11			
MANO DE OBRA NO UTILIZADA			
JIT	ESTANDARIZACION	SISTEMA PULL	SEIS SIGMA
Kan ban	Diseño de experimentos	Kanban	Diseño de experimentos
Takt time	Takt time	Takt time	Jidoka
Heijuka	Heijuka	Heijuka	VSM
5'S	VSM	TQM	TQM
Diagrama causa efecto	TQM	Benchmarking	TPM
Diagrama espaguete	TPM	Diagrama de espaguete	Diagrama causa efecto
Layout	5'S	Layout	Layout
SMED	Diagrama de espaguete	SMED	Fabrica visual
Poka Yoke	Layout	Poka yoke	SMED
Manufactura celular	Fabrica visual	Flujo continuo	Pokayoke
Flujo continuo	SMED	Manufactura celular	Manufactura celular
	Manufactura celular		Flujo continuo
	Flujo continuo		

12			
DESPERDICIO DE TALENTO			
KAIZEN	ESTANDARIZACIÓN	SEIS SIGMA	JIT
Kanban	Diseño de experimentos	Diseño de experimentos	Kan ban
Jidoka	Takt time	Jidoka	Takt time
VSM	Heijuka	VSM	Heijuka
TQM	VSM	TQM	5'S
TPM	TQM	TPM	Diagrama causa efecto
5'S	TPM	Diagrama causa efecto	Diagrama espaguete
Benchmarking	5'S	Layout	Layout
Diagrama causa efecto	Diagrama de espaguete	Fabrica visual	SMED
Pokayoke	Layout	SMED	Poka Yoke
Flujo continuo	Fabrica visual	Pokayoke	Manufactura celular
Layout	SMED	Manufactura celular	Flujo continuo
	Manufactura celular	Flujo continuo	
	Flujo continuo		

## **ANEXO 2 INFORMACIÓN SOBRE LA EMPRESA GRUPO TENSA S.A. DE C.V.**

Grupo Tensa S.A. de C.V. Calidad y Servicio fue fundado el 10 de Octubre de 1996, es una empresa industrial que se dedica a la fabricación de empaques (cajas) de cartón corrugado para el sector agrícola e industrial. También a la elaboración de empaques de cartón corrugado en sus diferentes modalidades y con diferentes tratamientos para el sector industrial y agrícola.

### **Misión**

Establecer un sistema operativo que permita respaldar la estructura de la organización. Optimizando los recursos con los que se cuenta, obteniendo un empaque de cartón corrugado direccionado a cumplir que con las necesidades reales que cada cliente solicita, exigiendo también de los proveedores la Calidad como principal característica. Esta filosofía permitirá no sólo mantener, sino incrementar proyectos dentro de un mercado cuyas necesidades de servicio y calidad las grandes empresas atienden, por tal motivo el equilibrio en el manejo de los recursos humanos y técnicos deberá cumplir con los objetivos planeados.

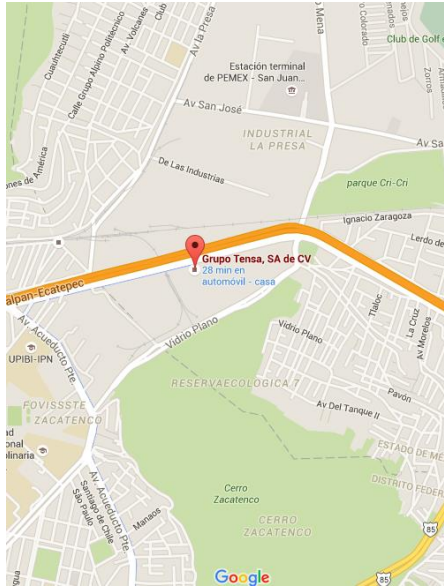
### **Objetivos**

- Obtener y mantener una posición de líder en nuestro segmento del mercado.
- Mantener un servicio personalizado con “FILOSOFÍA DE ATENCIÓN A CLIENTES”.
- Ser para nuestros clientes el proveedor confiable y valioso por excelencia.
- Innovar continuamente nuestros productos, materiales, diseños, etc.
- Direccionarnos como una cadena e oportunidades para el mercado de nuestros clientes.
- Hacer rentable la operación para todas las entidades que participan en la fabricación de nuestros empaques y extender las mejores condiciones a nuestros clientes.

### **Ubicación**

En Grupo Tensa, S. A. DE C. V. con domicilio en Av. Río de los Remedios No. 5 Int L2-B, Colonia San Juan Ixhuatepec, Código Postal 54180, Tlalnepantla de Baz, Estado de México. Como se muestra en la figura siguiente.



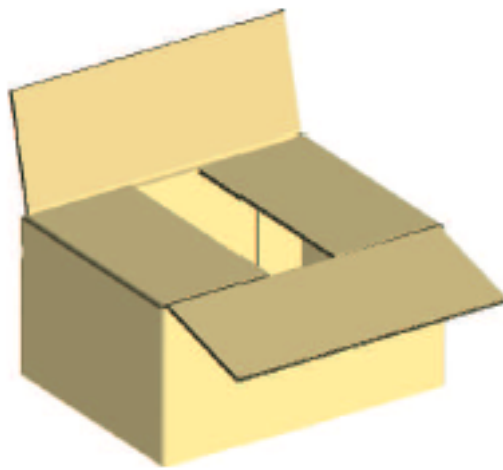


### Ubicación del Grupo Tensa

Fuente: Google Maps

Una vez que se conoce sobre la ubicación de la empresa, el objetivo y su misión es necesario conocer un más sobre los diversos productos que ofrece la empresa, algunas prácticas que se deben tomar en cuenta durante el proceso y algunas características técnicas que debe contar el producto para la requerimiento del cliente. Primeramente se habla sobre los tipos de cajas que se fabrican:

**La Caja Tipo Regular Ranurada (CRR).** Las solapas que son de la misma longitud, llegan al centro de la caja. El espacio entre las solapas del ancho varía, dependiendo de la relación de la longitud de la caja. La mayoría de las CRR son de abertura superior, pero no puede ser abertura lateral.



**La Caja Tipo Rígida (BLISS).** Estas cajas se utilizan para armadoras. La construcción de estas cajas es tal que ofrecen fuerza adicional ampliando. Se utilizan para los paquetes a granel, tales como carnes, frutas y vegetales frescos.

Peso concentrado. Las piezas se envían en pliego al usuario de empaque que monta la caja con el equipo automático.



**La Caja Tipo Folder.** Funciona para envolver el contenido, podrían ser latas, cartones de leche de vidrio o de plástico, botellas, etc. En la etapa de envolver se cierra la aleta con pegamento. Las ventajas de este tipo de cajas se dan en armadoras automáticas, donde se produce un paquete justo que reduce la posibilidad de dañar el producto.



**La Caja Tipo Telescopio.** En este estilo de cubierta es del tipo de charola, se utiliza para los productos que requieren una exhibición directa o con necesidades de transportación y uso especiales. Normalmente el producto contenido soporta carga ampliamente.



Identificación de partes en una caja de cartón.



Así como puede variar en el diseño del cartón, también con respecto a su fabricación, para ello es necesario conocer para lo cual fue hecha, que tipo de material se colocarán dentro de ella, peso, dimensiones, etc. Es por ello que hay diversos tipos de cartón.

Se le llama cartón corrugado a la estructura formada por el conjunto de varias hojas de papel liner unido por medio de uno o varios papeles ondulados llamados papel médium. El papel liner es utilizado como recubrimiento interior o exterior del médium ondulado el cual se utiliza en la formación del ondulado o corrugado.



Existen tipos de corrugado:



Corrugado con una cara



Corrugado sencillo

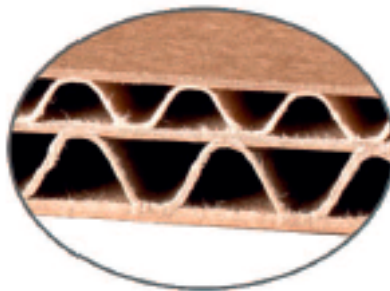


Doble corrugado

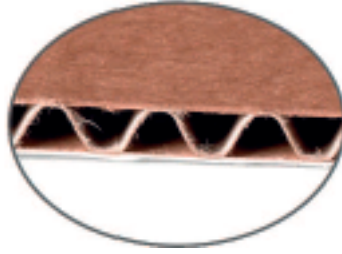


Triple corrugado

**Corrugado Doble.** Tipo de cartón corrugado formado por cinco papeles: Tres papeles liner: un interior, un intermedio y un exterior y dos papeles médium: ondulado “B” y ondulado “C” generalmente.



**Corrugado Sencillo.** Tipo de cartón corrugado. Formado por tres papeles: dos papeles liner un interior y un exterior, y un papel médium: ondulado “B” o “C”.



En la fabricación del cartón es necesario mantener ciertos cuidados para no dañar el producto para ello se requiere de varias prácticas como son:

***Prácticas para el manejo de empaques.***

- El empaque debe ser almacenado horizontalmente.
- El empaque debe ser almacenado en superficies limpias, aún más si se trata de uso alimenticio.
- Dejar los flejes o protecciones en los paquetes hasta que el material se vaya a usar.
- Acomodar con mucho cuidado los paquetes, ya que en ocasiones debido al diseño del propio empaque, principalmente en la parte de la unión de la caja (ceja de unión), puede haber inestabilidad de los paquetes lo que provocaría accidentes y maltrato del producto.
- No colocar objetos muy pesados sobre los pallets.
- Siempre mover con mucho cuidado los empaques. No maltratar, golpear o arrastrar.
- ***Prácticas de almacenamiento.***
- Alta humedad o contacto directo con agua pueden afectar adversamente el desempeño del material de empaque.
- Protecciones en la parte superior de los pallets. Si el empaque es directamente almacenado en el suelo el exceso de humedad se puede acumular en los corrugados lo que dañará el material.
- Se deben de crear reglas internas de prácticas de manejo seguro de empaques.
- Almacenar los empaques alejados de fuentes de humedad.
- Mantener los empaques alejados de puertas.
- Utilizar el empaque en ciclos de primeras entradas, primeras salidas. Si las condiciones de almacenamiento son muy extremas, tal vez sea necesario acondicionar el empaque en un área seca y libre de corrientes de aire o cambios bruscos de humedad relativa, para asegurar su correcta operación en la línea de armado.

Existen algunas reglas de manejo y almacenamiento que se deben tomar en cuenta en la producción como son:

***a). Cajas vacías***

**Regla 1:** No almacenar cajas directamente en el piso.

**Regla 2:** No utilizar tarimas en mal estado o con superficies defectuosas o irregulares.

**Regla 3:** Acomodar bien los paquetes en la tarima.

**Regla 4:** No arrastrar los paquetes.

**Regla 5:** Almacenar bajo techo y de ser posible con protecciones.

**Regla 6:** No lanzar los paquetes.

**Regla 7:** No pisar los paquetes.

**Regla 8:** Mantener un control de primeras entradas, primeras salidas.

**Regla 9:** Mantener una temperatura y humedad controlados.

**Regla 10:** No dañar las cajas

#### ***b) Estibado en línea***

**Regla 1:** Buscar el mejor patrón de acomodo de las cajas en la estiba.

**Regla 2:** Nunca se deben utilizar tarimas en mal estado o con superficies defectuosas o irregulares.

**Regla 3:** Colocar protecciones en la base de las tarimas. Esto ayuda a distribuir correctamente la carga en la tarima.

**Regla 4:** Las cajas deberán estar perfectamente acomodadas en la tarima.

**Regla 5:** Buenas prácticas: emplazado para estabilizar la estiba.

#### ***c) Tarimas***

**Regla 1:** Nunca se deben utilizar tarimas en mal estado o con superficies defectuosas o irregulares.

**Regla 2:** Respetar los patrones de estibas sobrepuestas.

**Regla 3:** Almacenar bajo techo y de ser posible con protecciones.

**Regla 4:** Utilizar estantería metálica.

### ***Características técnicas***

Durante la fabricación debe haber ciertas características técnicas que el producto debe de cumplir como ciertos estándares de calidad, esto es para cumplir con los requisitos del cliente.

### **Provenientes de la caja de cartón.**

#### **➤ Liner despegado (deslaminado)**

Es la falta de adherencia entre papeles, liners y médium. El propósito es conseguir una buena adhesión sobre las líneas de pegamento entre los papeles liner y médium, de forma que exista un desgarre de libras al separar los papeles que componen el cartón. Teniendo una tolerancia de 3 mm. máximo en la orilla externa del cartón y 5mm máximo en la orilla interna.



#### **➤ Desorillado**

Es el desalineado de uno de los papeles liner interno ó exterior, dejando expuesto a la vista el médium corrugado. El propósito es mantener la estructura del cartón formada por los liners y los mediums, previniendo no afectar la presentación del producto. Se tiene como tolerancia 3 mm en el exterior y 5 mm interior.



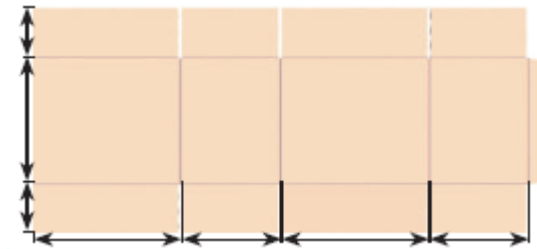
#### **➤ Score mal marcado (lámina de cartón)**

La falta de marcado en el área de doblez en la lámina de cartón. El propósito es definir correctamente los dobleces de una lámina de cartón para conformar dimensionalmente su estructura.



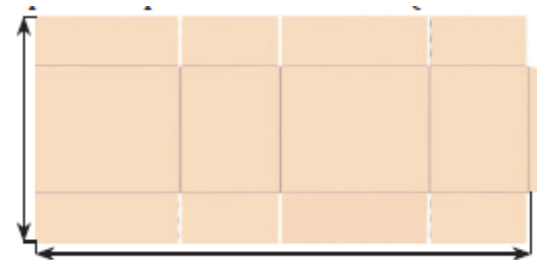
➤ **Fuera de dimensiones: Largo, ancho, alto**

Las dimensiones en la hoja de cartón están dadas por su longitud largo, ancho y altura. El propósito es el control dimensional de la hoja de cartón es requerido para el desempeño correcto y capacidad en volumen para lo que está diseñado nuestro corrugado. La tolerancia es de +/- 3 mm en la medida del largo, ancho ó altura del empaque/lámina con respecto al plano dimensional.



➤ **Fuera de dimensiones: Largo y ancho total**

Las dimensiones en la hoja de cartón/empaque están dadas por su longitud largo y ancho. El propósito es el control dimensional de la hoja de cartón es requerido para el desempeño correcto y capacidad en volumen para lo que está diseñado nuestro corrugado. La tolerancia es de +/-5 mm en la medida total del largo ó ancho de la lámina/empaque con respecto al plano dimensional (no considerando la ceja de unión).



➤ **Combado**

Se refiere al grado de curvatura de una hoja o pieza de cartón corrugado. El propósito es necesario poder lograr planicidad en nuestra hoja de cartón de lo contrario podría originar dificultades en el armado automático de empaques. La tolerancia 6 mm por cada 304 mm (30.4 cms) en el sentido en el que se presenta el combado.



**Proveniente del despunte o corte.**



➤ **Score mal marcado en un empaque**

Es la falta de marcado del doblado de un empaque. El propósito es definir correctamente los dobleces de un empaque para conformar dimensionalmente su estructura y capacidad en volumen, permitiendo el armado correcto de un empaque al ser usado manual o automáticamente. Tolerancia o criterio de aceptación: Si existe afectación o no en la funcionalidad de la caja.



➤ **Falta de corte**

La ausencia de corte debido a una operación deficiente durante el proceso. El propósito es que los despuntes y cortes son necesarios para conformar el diseño final de acuerdo al uso al cual está destinado un empaque. En el criterio de aceptación es si existe afectación o no en la funcionalidad del empaque.



➤ **Merma suelta en ranura**

Son los fragmentos de cartón generados del corte de ventanas, ranuras y contorno del empaque que ocasionan una mala apariencia y un mal acabado estético de limpieza. El propósito es presentar un acabado de producto con cortes limpios y sin presencia de rebabas y partículas de cartón. El criterio de aceptación: Si existe afectación o no en la funcionalidad del proceso del empaque de acuerdo a su uso.



➤ **Traslape de solapas.**

Definición: Traslape de solapas o tapas generado por una variación en las medidas. El propósito es mantener dentro de la tolerancia las dimensiones del empaque y no afectar la estabilidad y presentación del empaque. El criterio de aceptación: 2mm de traslape.



➤ **Abertura de solapas.**

Separación de las solapas al momento del armado. El propósito es que las solapas de una caja conforman la unidad completa de cierre de nuestros empaques. Sus dimensiones son importantes para evitar el contacto del producto contenido hacia el medio exterior. El criterio de aceptación: 6mm de abertura máximo.



**Proveniente del pegado de la ceja**

➤ **Pegado por dentro**

Unión de paneles interiores por una aplicación errónea de pegamento. El propósito es evitar una deficiencia en el armado de las cajas en las líneas de producción del cliente, sin que esto genere demoras o desperdicio. La tolerancia es que no afecte la funcionalidad de la caja.



➤ **Cajas pegadas entre sí.**

Cajas que por una mala aplicación o exceso de adhesivo en el área de la ceja y estando en contacto unas con otras se pegan entre sí. El propósito es el exceso de adhesivo provocará que los empaques solo sean funcionales al desprenderse a mano lo cual maltrata la caja y puede dificultar la operación de las líneas de armado automático. El criterio de aceptación: Que no afecte la funcionalidad de la caja.



➤ **Pegado del empaque**

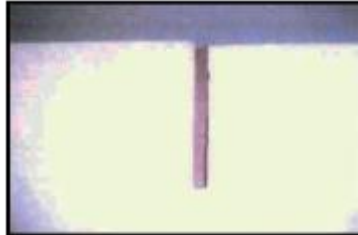
Definición: Se refiere a la forma de cerrar o unir el primer panel y el último del empaque, a través de un adhesivo en la ceja del cierre. Aplica para los casos de pegado interno o externo. El propósito es Formar la estructura en el empaque para desempeñar una función adecuada. El criterio de aceptación: Contar con al menos 80% de adhesivo en el área de la ceja unión y no afecte la funcionalidad de la caja.



**Proveniente del cierre de caja**

➤ **Apertura de ceja unión**

Se refiere a la distancia que presenta el empaque al momento de la unión del primer y último panel, con el uso de un adhesivo en la ceja de cierre. El propósito es evitar que el empaque sufra un cambio de dimensiones internas y externas que afecten el llenado del mismo. El criterio de aceptación: Medida máxima de la apertura de 9mm para corrugado sencillo y 11mm para doble corrugado y para ambos casos 0mm mínimo.



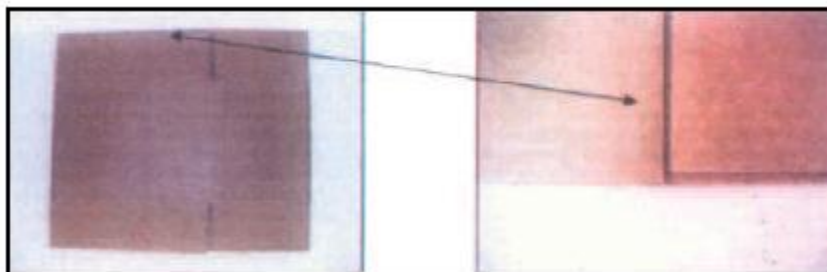
➤ **Empalme de la unión**

Se refiere a la distancia que sobresale el panel del panel de la ceja. El propósito es evitar que el empaque sufra un cambio de dimensiones internas y externas que afecten el llenado del mismo. El criterio de aceptación: Máximo 2mm al empalme.



➤ **Descuadre**

Es el descuadre que existe en los scores longitudinales, superior e inferior con un consecuente desaliñado de las puntas de las solapas en el área de ceja unión. El propósito: Lograr un cierre uniforme de una caja, buscando estabilidad y buen armado. La tolerancia: Máximo 4mm de desfase entre scores.



➤ **Grapado de la caja de cierres**

Se refiere a la forma de cerrar o unir el primer panel y el último del empaque a través de grapas metálicas en la caja de cierre. Propósito: El grapado como opción de cierre de caja deberá ser uniforme y controlado en su posición y aberturas, buscando desarrollar el volumen y resistencia necesaria para el cual está pensado nuestro empaque. La tolerancia: Máximo 2.5cm de separación entre grapa y grapa.



#### **Proveniente de la impresión**

##### ➤ **Impresión legible.**

Impresión que no se encuentra definida, sin interpretación gráfica. El propósito es cumplir con una calidad de impresión de acuerdo a los estándares acordados con el cliente. El criterio de aceptación es que cumpla con la funcionalidad y propósito del empaque.



##### ➤ **Variación de tono**

Es la diferencia que hay en tonos de impresión en un empaque. El propósito: Mantener una calidad de impresión, cumpliendo con los estándares acordados con el cliente. La tolerancia: Apego al catálogo GCMI y/o arrastres autorizados por el cliente donde se define mínimo, máximo y estándar.



➤ **Impresión tapada o emplastada**

Es aquella impresión que tiene demasiada tinta o es realizada con tinta fuera de especificación que genera que no se aprecia adecuadamente el objeto impreso o que no sea legible los textos. El Propósito es no causar confusión o información errónea a la que se quiere transmitir con el diseño gráfico de nuestro empaque. La Tolerancia o criterio de aceptación: De acuerdo a la funcionalidad de la caja.



➤ **Impresión equivocada**

Se da al imprimir dibujos, logotipos y/o textos con información errónea de acuerdo al diseño gráfico estipulado. Propósito: No crear confusión o alteración de la información que da el diseño gráfico del producto al consumidor. La Tolerancia o criterio de aceptación: De acuerdo a la funcionalidad de la caja y su aceptación por parte del cliente.



➤ **Impresión manchada**

El Exceso de tinta que se transfiere a alguna área del empaque, generando textos, imágenes o incluso áreas donde no debe ir impresión. El Propósito es buscar que la calidad de impresión de nuestros empaques sea clara y transmita la información suficiente para cumplir con

la función de identificación para lo cual fue pensado. La Tolerancia o criterio de aceptación: De acuerdo a la funcionalidad de la caja.



➤ **Impresión movida**

El defecto presentado cuando la impresión se ubica fuera del panel de impresión. (Para este caso no existe acotación de referencia para su ubicación). El propósito es que la impresión se ubique dentro del panel de impresión que corresponde. La tolerancia o criterio de aceptación: De acuerdo a la funcionalidad de la caja.



## REFERENCIAS

- Abdullah, F. (2003). Lean manufacturing tools and techniques in the process industry with a focus on steel, Tesis de Doctorado, Universidad de Pittsburg.
- Ackoff, Rusell L., [1981]. Creating the Corporate Future. Wiley, New York.
- Albino, V., Garavelli, A.C., Schiuma, G., [2001]. A metric for measuring knowledge codification in organization learning. *Technovation*. 21, 413–422.
- Anvari, A., Zulkifli, N., Sorooshian, S., Boyerhassani, O. (2014). An integrated design methodology based on the use of group AHP-DEA approach for measuring lean tools efficiency with undesirable output, 2169–2186
- Bautista, T., (2008). Una Propuesta Metodológica para Diseñar Programas de Mejora Productivas Eficaces, Tesis de Doctorado,, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bryson, J. M. (1988). A Strategic Planning Process for Public and Non-profit Organizations., Vol. 21 No. 1, 73-81
- Chauhan, G., & Singh, T. P. (2012). Measuring parameters of lean manufacturing realization, Vol. 16 No. 3, 57–72.
- Checkland, P. (1994). Model Validation in Soft Systems Practice, Vol. 12 No. 1, 47-54
- Checkland, P.B. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*, Wiley, Chichester.
- Chopra, S. & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management Strategy, Planning and Operation*, 3a. edición. PearsonPrentice Hall.
- Djekic, I., Zivanovic, D., Dragojlovic, S., & Dragovic, R. (2014). Lean Manufacturing Effects in a Serbian Confectionery Company – Case Study, 143–152.
- Feld, W. (2001). *Principles of Lean Thinking Tools & Techniques for Advanced Manufacturing*, Estados Unidos.
- Gubata, J. (2014). *Just in Time Manufacturing*, Research Starters Academic Topic Overviews.
- Hathhorn, J., Sisikoglu, E., & Sir, M. Y. (2013). A multi objective mixed-integer programming model for a multi- floor facility layout, 4223–4239.
- Hernández, E., Camargo, Z. & Martínez, P. (2015) Impact of 5S on productivity, quality, organizational climate and industrial safety in Caucho Metal Ltda. Vol. 23 Nº 1, 2015, pp. 107-117.
- Hernández, J., & Vizán, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*, Madrid.



Huang, S. (2005) Supply chain Management for Enginneers, Texas, U. S.A., CRC Press.

Katz, D. & Kahn, R. (1966) The Social Psychology of Organization, Common Characteristics Open Systems, Cap. 2, 14-29

Kuzmicz, K. (2015). Benchmarking in University Toolbox, Business, Management and education, 158-174.

Kyrö, P. (2003). Revising the concept and forms of benchmarking, Vol. 10, No. 3, 210-224

Labach, E. (2010). Using Standard Work Tools For Process Improvement. Vo. 6 Num. 5, 39-47

Lasnier, G. (2007). Le lean-manufacturing (système de production à haute performance) dans les industries travaillant en juste-à-temps avec flux régulés par takt-time (rythme de la consommation du client).

López-ortega, E., Canales-sanchez, D., & Bautista-godinez, T. (2009). Technovation Classi fication of micro , small and medium enterprises ( M-SME ) based on their available levels of knowledge. *Technovation*, 47(2016), 59–69.

Mantilla Celis, Olga Lucía & Sánchez García, José Manuel (2012) Modelo tecnológico para el desarrollo de proyectos logísticos usando Lean Six Sigma, Universidad, Universidad ICESI.

Mast, J. De, & Lokkerbol, J. (2012). An Analysis of the Six Sigma DMAIC Method from the Perspective of Problem Solving, 1–29.

Melton, T. (1990). What Lean Thinking has to Offer the Process Industries, (June 2005), 662–673.

Midgley, G. (2010). Systemic Intervention, (September 2002), 283–300.

Milosan, I. (2011). Studies About The Total Quality Management Concept, 43–47.

Mingers, J., & Brocklesby, J. (1997). Multimethodology: towards a framework for mixing methodologies. *Omega*, 25(5), p489, 21p.

Morrysey. (1996). Planeación táctica, ¿Qué cosa? Resultados planeados, ¡claro!, 11-23

Pollack, J. (2002). Multimethodology in series and parallel : strategic planning using hard and soft OR, (2009), 156–168

Reyes, H., (2008). Análisis de Modos y Efectos de Fallas Potenciales (AMEF) para la Mejora de la Calidad en Organizaciones de Servicio, Universidad Nacional

Autónoma de México.

Rivera, L. (2013). Justificación Conceptual De Un Modelo De Implementación De Lean Manufacturing, 91-106.

Rodriguez, C, (2008). Propuesta par la implementación en las Industrias Alimentarias e la Metodología Japonesa de las 5'S como una Herramienta de Mejora Continua, Universidad Nacional Autónoma de México.

Sánchez G., Gabriel, [2003]. Técnicas participativas para la planeación. Fundación ICA, México. ISBN 968-5520 08-9.

Shahin, A., & Ghasemaghaei, M. (2010). Service Poka Yoke, International Journal of Marketing Studies, Vol. 2, No. 2, 190-201.

Simonassi, L. (2009) Capacitación Laboral: Análisis Con El Diagrama De Causas Y Efecto, 18-22

Suàrez, M., & Miguel, J. (2009). Encontrando al Kaizen: Un análisis teórico de la Mejora Continua, 285-311.

Trist, E. L. and K. W. Bamforth. 1951 - " Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting." Human Relations, 4:3-38. Shortened, Vol. II, "The Stress of Isolated Dependence: The Filling Shift in the Semi-Mechanized Longwall Three-Shift Mining Cycle," pp. 64-83.

Vienazindiene, M., & Ciarniene, R. (2013). Lean Manufacturing Implementation And Progress Measurement, 366- 373.

Vonderembse, M. A., Uppal, M., Huang, S. H., & Dismukes, J. P. (2005). Designing supply chains : Towards theory development, *100*(2006), 223–238.