

# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE BAJA CALIFORNIA

FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN  
Maestría en Administración



## “Mapeo de la Cadena de Valor” (VSM) como Estrategia de Reducción de Costos

CASO PRÁCTICO: Motor Baja S.A. de C.V.

PARA OBTENER EL GRADO EN:

Maestro(a) en Administración con especialidad en Productividad, Estrategia y Competitividad

**PRESENTA:**

Briceida Noemi López Cuevas

**DIRECTOR (A) DE TESIS:**

M.A. María Elizabeth Ojeda Orta

Tijuana B.C., Mayo del 2013

## **Dedicatoria y Agradecimientos**

---

Dedico este trabajo a mis padres que son la razón y fuente de mi existencia en esta vida y que a su vez, han sabido guiarme por el camino de la superación para llegar hasta hoy.

Agradezco primeramente a Dios porque sin su existencia la vida no tendría un rumbo fijo y por extendernos la mano cuando pensamos que ya no existe una salida.

A mis hermanos, ejemplos de vida y peldaños de ayuda en el alcance de mis metas y parte de los grandes apoyos para levantarme en altibajos de mi búsqueda personal y profesional.

A mis amigos, que han sabido comprender las etapas de agotamiento y estrés y han permanecido constantes.

A mis compañeros, los cuales han sabido compartir su experiencia en sus diferentes campos de trabajo para fortalecer nuestro conocimiento y porque muchos hemos logrado establecer una amistad.

A mi directora de tesis, por guiarme en la elaboración de este trabajo y por guiarme en el camino del conocimiento.

Al jurado por darme la oportunidad de ser escuchada y exponerles mi tema.

## Resumen

El objetivo de este estudio es reducir los costos de producción en una línea de ensamble de motores de la empresa Motor Baja S.A de C.V para mantener una ventaja competitiva, implementando una herramienta de manufactura esbelta denominada mapeo de la cadena de valor (VSM).

Para el desarrollo de la metodología se escoge una familia de productos considerada con mayores oportunidades de mejora, se aplican diferentes instrumentos para obtener información y se mapea el estado actual para posteriormente ser analizado por un equipo de involucrados y con esto dar propuestas de mejoramiento o eliminación de los problemas, éstas son proyectadas en el mapeo del estado futuro e implementadas para la obtención de resultados.

**Palabras claves:** costos de producción, mapeo de la cadena de valor, ventaja competitiva, mapeo del estado actual, mapeo del estado futuro.

## Abstract

*The objective of this study is to reduce the production cost of an assembly line at the Motor Baja S.A de C.V to keep a competitive advantage implementing a lean manufacturing tool know as Value Stream Mapping (VSM).*

*For the methodology development a family of products was chosen considered the one that had the most improvement opportunities, several different instruments to gather data were applied and the mapping of the current state of the process for analysis by a team group that are involved on the process is performed and after this be able to define the improvements for the process, these proposal will be added on the future state of the process and implemented in order to get the expected results.*

**Key words:** *production cost, value stream mapping, competitive advantage, current state map, future state map.*

## Índice

<b>Resumen</b> .....	2
<b>Capítulo I. Introducción</b> .....	5
1.1 Objetivo general.....	7
1.2 Tipo de diagnóstico en cuanto a profundidad y alcance.....	9
1.3 Modelo de solución de problema.....	9
1.4 Definición del mapeo de la cadena de valor (vsm), como herramienta de apoyo para la optimización de costos de producción.....	11
<b>Capítulo II. Marco teórico</b> .....	13
2.1 Mapa conceptual.....	13
2.2 Costo total de producción.....	13
2.3 Definición de variables.....	16
2.4 Competitividad.....	16
2.5 Manufactura esbelta (“ <i>lean manufacturing</i> ”).....	17
2.5.1 Beneficios de aplicar la metodología de manufactura esbelta.....	18
2.5.2 Herramientas comúnmente utilizadas en manufactura esbelta.....	19
2.6 Mapeo de la cadena de valor o “ <i>value stream mapping</i> ” (VSM).....	
<b>Capítulo III. Desarrollo del caso</b> .....	31
3.1 Situación actual de la empresa.....	31
3.2 Diagnóstico de la empresa.....	33
3.3. Análisis del problema e identificación de la causa.....	36
3.4. Definición de alternativas de solución.....	52
3.5 Desarrollo de la estrategia de implementación y su costo.....	61
<b>Capítulo IV. Conclusiones y recomendaciones</b> .....	64
<b>Bibliografía</b> .....	67

- Índice de figuras

#	DESCRIPCION	PAG.
<b>Figura 1</b>	Crecimiento en número de personal	8
<b>Figura 2</b>	El ciclo de Shewhart /Deming	9
<b>Figura 3</b>	Mapa Conceptual con estructura de araña, Método de las 5M's +1.	13
<b>Figura 4</b>	Diagrama de Flujo de la Metodología para la implementación del VSM	23
<b>Figura 5</b>	Tabla para la selección de familia de un producto	24
<b>Figura 6</b>	Iconos utilizados en el VSM para flujos de materiales.	25
<b>Figura 7</b>	Iconos utilizados en el VSM para flujos de Información	25
<b>Figura 8</b>	Iconos generales utilizados en el VSM.	25
<b>Figura 9</b>	Inicio del Value Stream Mapping (proceso externo)	26
<b>Figura 10</b>	Mapa del estado Actual (proceso interno)	28
<b>Figura 11</b>	Mapa del estado Futuro	30
<b>Figura 12</b>	Cronología Motor Baja S.A. de C.V.	32
<b>Figura 13</b>	Dankoll Motor- Impresión Global. 34	34
<b>Figura 14</b>	Grafica de Defectos Motor Baja S.A. de C.V 2012.	36
<b>Figura 15</b>	Grafica de Envíos a Tiempo, Motor Baja S.A. de C.V 2012.	37
<b>Figura 16</b>	Demanda Semanal por Modelo, Motor Baja S.A. de C.V 2012.	38
<b>Figura 17</b>	Matriz de modelos de Motor Baja S.A. de C.V.	39
<b>Figura 18</b>	Alcance "Puerta a Puerta" del VSM	41
<b>Figura 19</b>	Vista Inicial del VSM actual de "Industrial Drive",	42
<b>Figura 20</b>	Tabla de Tiempo de Operación de los modelos "Industrial Drive".	43
<b>Figura 21</b>	VSM Actual de la familia de "Industrial Drive"	44
<b>Figura 22</b>	Análisis del VSM Actual de la familia de "Industrial Drive"	45
<b>Figura 23</b>	Diagrama de Flujo de Proceso "Industrial Drive".46	46
<b>Figura 24</b>	"Diagrama de Espaguetti" del proceso de Maquinado a Envíos	47
<b>Figura 25</b>	Propuesta de Layout para estado futuro. Modelos Industrial Drive	48
<b>Figura 26</b>	Tiempos de Clico desglosados, Modelos Industrial Drive	49
<b>Figura 27</b>	Actividades Generales del proceso de Industrial Drive.	49
<b>Figura 28</b>	Valor Agregado Vs Valor no agregado de Industrial Drive.	49
<b>Figura 29</b>	Flujo de proceso Industrial Drive	50
<b>Figura 30</b>	Muestra de sobreproducción de proceso Industrial Drive.	50
<b>Figura 31</b>	Muestra de Inventario Innecesario de sub-ensambles.	51
<b>Figura 32</b>	Instrumento para desarrollo del VSM Futuro "Industrial Drive"	53
<b>Figura 33</b>	Tipo de Producción de los modelos "Industrial Drive",	55
<b>Figura 34</b>	Estudio de Capacidad de modelos "Industrial Drive",	55
<b>Figura 35</b>	Tiempo de Ciclo Actual Vs Tiempo de Ciclo Futuro	56
<b>Figura 36</b>	Balanceo de Línea Industrial Drive, Situación Actual,	57
<b>Figura 37</b>	Balanceo de Línea Industrial Drive, Situación Futura	57
<b>Figura 38</b>	"Takt time" Situación Futura de modelos Industrial Drive	58
<b>Figura 39</b>	Primera Vista, VSM Futuro de modelos Industrial Drive	61
<b>Figura 40</b>	VSM Futuro de modelos Industrial Drive	62
<b>Figura 41</b>	Propuesta de Plan de Acción" Kaizen"	63

## **Capítulo I. Introducción.**

Este trabajo fue desarrollado en la empresa Motor Baja S.A. de C.V. de Tijuana Baja California, de la cual se hablará más a fondo en el capítulo 3, para una mejor comprensión del caso.

Frente a la actual crisis financiera y la competencia global que se deriva de ésta, las empresas se ven obligadas a optimizar sus recursos como parte fundamental de su crecimiento, debido a que la competencia ha incrementado el estándar de desempeño en diferentes categorías incluyendo calidad, costo, tiempo de entrega, productividad, tiempo de introducción de nuevos productos y operaciones con flujo continuo (Patxy Ruiz, 2007).

Por lo anterior mencionado, el corporativo “DanKoll Motor” dueño de Motor Baja S.A. de C.V., ve la necesidad de realizar movimientos estratégicos para no perder clientes ni disminuir su variedad de productos; de esto, se deriva la necesidad de buscar a sus empresas que demuestren ser más rentables; de acuerdo a Gutiérrez (2004), “se es más competitivo si se puede ofrecer mejor calidad, a bajo precio y en el menor tiempo”.

Para lograr ser una empresa más competitiva y de clase mundial se deben cuidar todos los indicadores de desempeño; un buen desempeño incide de manera positiva en los costos de producción.

Los factores relacionados con el proceso y que intervienen en los costos de producción son materiales, maquinaria, mano de obra, mediciones, método y medio ambiente (Método de 5M's+1'M); por lo cual, se hace parte de este caso, un análisis general de este método.

El sistema de producción esbelto es el enfoque de gestión que permite a las empresas avanzar en la secuencia de fases que conducen a la competitividad; El objetivo de en este caso, es la optimización de costos de producción, por lo que se utilizarán las herramientas de la manufactura esbelta que se consideren necesarias para el logro de dicho objetivo.

Un pilar y/o herramienta de la manufactura esbelta conocido como Mapeo de la cadena de valor (VSM), es considera primordial para visualizar las diferentes anomalías que existen en

determinado flujo de proceso; se proyecta como una fotografía de la realidad y es utilizado como base para simplificar la detección de oportunidades mejora que conllevan a la optimización de costos de producción.

Una descripción del alcance del VSM, es que ésta herramienta permite una visión completa del flujo de proceso; es decir, si analizamos un flujo de proceso de producción, éste inicia con la materia prima en su estado bruto (Entradas), se transforma y se manufactura (Proceso) hasta llegar a ser un ensamble final o producto terminado (Salidas), permitiendo un análisis de principio a fin o técnicamente conocido como “de puerta a puerta”.

La secuencia de los pasos mencionados anteriormente, arroja un mapa del estado actual del flujo, que indica la realidad del proceso; para que este sea posteriormente analizado y puedan realizarse proyecciones o mapas a futuro; es decir, que es lo que se desea lograr.

La principal ventaja del Mapeo de la Cadena de Valor es que muestra los tiempos muertos del flujo del proceso (valor no agregado) y por consiguiente una de las oportunidades de eliminar desperdicios es decir, reducción de costos (Flores, 2005).

Para obtener el mayor beneficio de este trabajo el proceso se inicia con la división de cuatro principales etapas como son:

1. Elección de una familia de productos: Se elige una de las familias con alta demanda de producción, que tenga antecedentes de procesos que generan valor no agregado y que a su vez, tengan operaciones similares para con esto, poder abarcar mayores beneficios para la empresa.
2. Mapeo de la situación actual o inicial: visualización del valor no agregado en el flujo del proceso.
3. Análisis de la situación real: Se busca evidencia de lo que arroja la fotografía con diferentes datos históricos de los problemas detectados para analizar las tendencias y concluir el problema.
4. Mapeo de la situación futura: Se determinan las diferentes herramientas que se necesitan aplicar para mejorar o eliminar el problema y se traza el camino eficiente a seguir para alcanzar el objetivo con una proyección de los beneficios.

## **1.1 Objetivo General.**

Reducir los costos de Manufactura al menos 25% en la familia de modelos “Industrial Drive” de la empresa Motor Baja, S.A de C.V.

### **1.1.1 Objetivos Específicos.**

- Seleccionar la familia de motores de mayor impacto para la aplicación del caso.
- Implementar la herramienta del VSM e identificar las oportunidades de mejoras
- Determinar que herramientas serán las más adecuadas para la mejora o eliminación de los desperdicios encontrados con el VSM.
- Elaborar una propuesta de mejora con un mapeo de estado futuro.

### **1.1.2 Justificación e Importancia del Caso**

Durante los últimos años ha habido una oleada de empresas transnacionales que buscan otros países diferentes a México para desarrollar y manufacturar sus productos estableciéndose en lugares como China, Malasia, la India, etc., formando parte de una estrategia de la globalización de los mercados internacionales, así como también, la búsqueda de ventajas competitivas en relación a sus competidores.

Es en esta competencia, donde se busca la sobrevivencia en el mercado, se debe lograr un rendimiento por arriba del promedio en relación a los competidores.

Como parte de la globalización, las empresas se han movido de forma inaudita, buscando menores costos para obtener un mejor retorno sobre la inversión; obteniendo mayores ganancias que sus competidores (Candía, 2006).

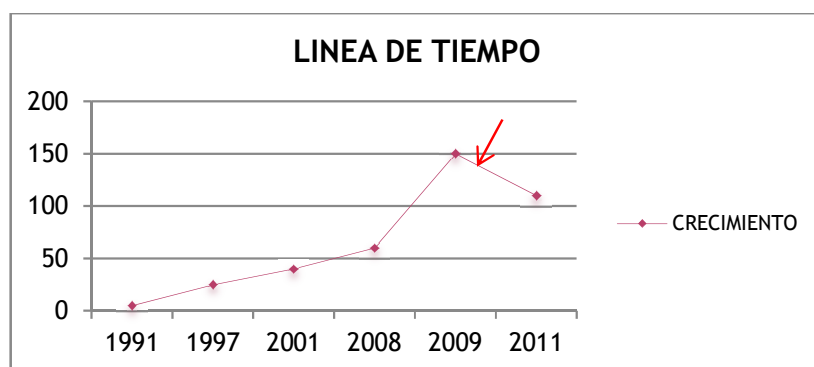
Motor Baja S.A de C.V., es una empresa que a través de los años ha demostrado ser competente, presentándose como principal opción para que su corporativo realice los movimientos estratégicos anteriormente mencionados siendo ambos beneficiados.

Derivado de una transferencia en el 2009 y de la situación financiera que se vive actualmente, “Motor Baja S.A de C.V.” ha tenido problemas para mantenerse competente dentro de su

corporativo, ya que ha perdido credibilidad de que sigue siendo principal opción para el logro de mayores rendimientos.

Lo anterior mencionado, ha provocado la reducción de la plantilla de trabajadores (tabla 1), así como también se cancela una transferencia de dos grandes líneas de producción que el corporativo tenía planeada para el año 2011, poniendo en competencia a sus empresas de Estados Unidos, India y México (Motor Baja S.A de C.V).

**Figura 1.** Crecimiento en número de personal, Periodo de 1991-2011



Fuente: (Elaboración propia).

Esta situación de competencia, no deja de ser una etapa de oportunidad para la empresa Motor Baja S.A. de C.V., pero a la vez difícil, debido a que para poder seguir creciendo necesita demostrar que puede mantenerse competente a través del ofrecimiento de mejores rendimientos.

La herramienta que se utilizará para esto, será el Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) y con ésta, demostrar que se tienen oportunidades de mejora.

La realización de este trabajo será muy útil principalmente para la empresa, ya que evidenciará cuáles son las etapas de los procesos que necesitan mejoras y que influirán en la reducción de los costos de producción. Con esto, la empresa podrá demostrar que tiene un equipo que busca siempre la detección de mejoras para optimizar sus recursos y que puede seguir siendo competente para el corporativo y el mercado en general.

Una vez mostrados los resultados del trabajo de las áreas o productos aplicados, existe la probabilidad de que se elabore un plan de implementación del mismo en toda la empresa.

Este trabajo también mostrará al lector los beneficios que tienen la utilización de las diferentes herramientas de Manufactura Esbelta y el papel primordial que juega el VSM (Mapeo de la cadena de Valor) para visualizar las oportunidades de mejora.

### **1.2 Tipo de diagnóstico en cuanto a profundidad y alcance.**

Aunque la visión del Mapeo de la Cadena de Valor puede ser tan grande para incluir a los proveedores, clientes y de puerta a puerta, por limitaciones de tiempo y disponibilidad de la información, el alcance de la aplicación de esta herramienta será de “puerta a puerta” (dentro de la misma empresa Motor Baja S.A de C.V., desde que comienza hasta que termina el proceso de producción).

### **1.3 Modelo de solución de problema**

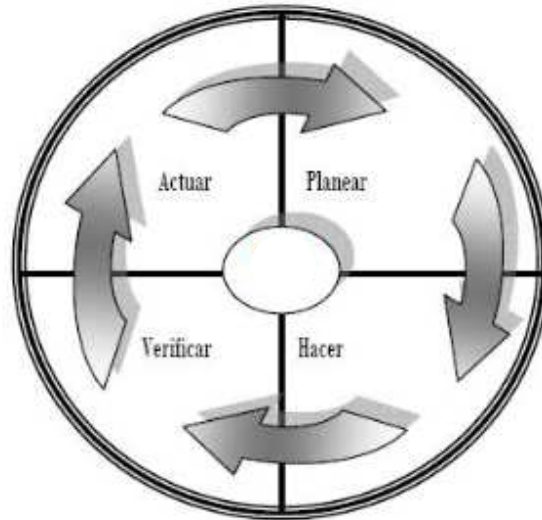
Un caso práctico, es un método de investigación empírico (modelo de investigación científica) basado en la experimentación, observación y análisis estadístico que consiste en describir una situación o problemática real ocurrida, esto con el objetivo de analizar dicha problemática y presentar alternativas de solución a través de un diagnóstico.

Cuando se realiza un método de investigación empírica, se desarrollan argumentos teóricos y prácticos fundamentados, que sirven para la toma de decisiones de la solución de la problemática, así como para evaluar los resultados acontecidos o futuros de dicha solución.

El diseño de una investigación empírica, se concreta a la totalidad de las etapas mencionadas en el marco de la investigación (Heinemann, 2003).

Para el desarrollo de este caso, se ha utilizado el modelo metodológico de Shewhart /Deming (figura 2), que permite controlar el proceso de obtención de resultados deseados sin que ocurran desvíos con relación a las expectativas.

**Figura 2.** El ciclo de Shewhart /Deming (1940-1950)



Fuente: (Ruiz Canela, 2004.)

La explicación de sus fases son las siguientes:

- 1) Planear: Es la etapa de definición del problema, es decir, la descripción de los efectos provocados por una situación adversa, o la explicación de algún proyecto de mejora que se desea realizar con el fin de conocer el problema y definir los objetivos (Escalante Vázquez, 2006); en ésta se definen los elementos del proceso, sus pasos a seguir, las entradas y salidas, así como sus características. En la aplicación de este caso, esta etapa, abarca desde la definición del problema, hasta el desarrollo teórico y contextual.
- 2) Hacer: En esta etapa se empiezan a evaluar todos los sistemas de medición con los que se cuentan para el análisis de las variables significativas del problema definido. Posteriormente se evalúa la capacidad del proceso tomando en cuenta la evaluación de los problemas con el fin de la optimización de estos reduciendo o eliminando el valor no agregado (Escalante Vázquez, 2006). En este caso, lo anterior descrito, abarca la aplicación de la herramienta desde el mapeo del estado actual al mapeo del estado futuro.
- 3) Verificar: En esta etapa se valida la mejora con la presentación de resultados, a través de comparativos de datos anteriores contra los arrojados después de la aplicación de las herramientas de Manufactura Esbelta.
- 4) Actuar: Esta etapa es donde se controla, se da seguimiento al proceso implementado y se mejora; en este caso práctico, el seguimiento del proceso se presentará a manera de

recomendaciones para implementación de mejoras en las áreas restantes, esto por las limitaciones de tiempo y de aprobaciones de las personas responsables de la empresa.

La metodología aplicada para el presente caso, consta de las siguientes etapas:

- 1. Planear:** Introducción al caso analizado
  - 1.1 Objetivos, justificación e importancia del caso
  - 1.2 Tipo de diagnóstico en cuanto a profundidad y alcance
  - 1.3 Modelo de solución del problema sugerido para el caso
  - 1.4 Definición de la herramienta de apoyo para la toma de decisiones acorde al caso
- 2. Marco Teórico (Fundamentación de la investigación)**
  - 2.1 Desarrollo del marco conceptual y contextual
- 3. Hacer:** Desarrollo del caso
  - 3.1 Situación actual de la empresa
  - 3.2 Diagnóstico de la empresa
  - 3.3 Análisis del problema e identificación de la causa raíz
  - 3.4 Definición de alternativas de solución y selección de la mejor alternativa
  - 3.5 Desarrollo de la estrategia de implementación (Metodología)
- 4. Verificar:** Evaluación de resultados
- 5. Actuar:** Conclusiones y recomendaciones

#### **1.4 Definición del mapeo de la cadena de valor (VSM), como herramienta de apoyo para la optimización de costos de producción.**

La metodología de Manufactura Esbelta se consideró óptima para la aplicación de este caso, ya que su competitividad se basa en la unión de diversos objetivos como lo son: el logro de un elevado nivel de productividad, la rapidez en entrega de productos, la minimización de costos, la entrega de productos con calidad, entre otros (Patxy Ruiz, 2007).

El objetivo de este caso en particular, se centra en la minimización de costos como consecuencia de la eliminación de despilfarros y en general, de todo consumo innecesario de recursos; para el cumplimiento de este objetivo, la metodología de Manufactura Esbelta, cuenta con un pilar

principal que es la herramienta de “Mapeo de la Cadena de Valor (VSM)”, es por ello que se aborda la utilización de ésta como herramienta esencial para el logro del objetivo

En una producción con enfoque esbelto, todo gira alrededor del producto, al igual que en los sistemas de Calidad Total es el cliente. Para llegar a un producto, es necesaria la transformación de los materiales hasta transformarlos en productos terminados. El proceso de transformación se produce por fases de acuerdo a su flujo.

En este contexto, el pilar principal en una producción esbelta (donde se optimizan procesos con la finalidad de reducción de costos) es identificar el flujo del valor para cada producto, que consiste en el análisis de las actividades para realizar el producto, donde su objetivo es incorporar solo las actividades que agreguen valor al producto (Albertini, 2007).

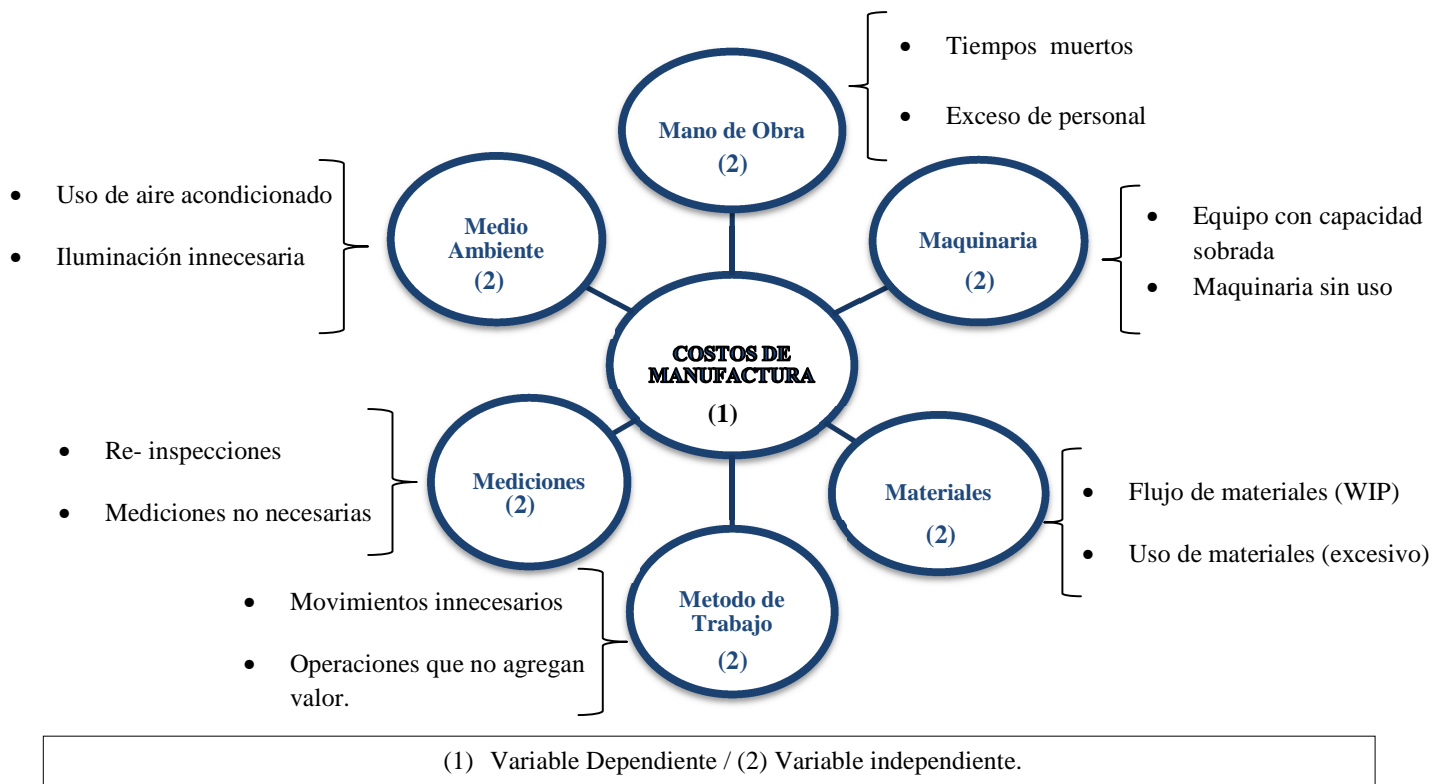
El mapeo de cadena de valor muestra una fotografía de cómo se encuentra nuestra empresa actualmente, así como también hacia donde queremos llegar; Ejemplificando un procesos de producción, se puede mencionar que si lo que se desea es la reducción de costos que no agreguen valor al producto, esta herramienta muestra donde existen inventarios, sobreproducción, tiempos de espera, transporte, movimientos, fallas de calidad y reprocesamientos, entre otros, lo anterior mencionado, son costos que influyen en la fugas de capital y el evitar esto se vuelve primordial para la estabilidad de una organización, al igual que un mejor control y monitoreo de todas las etapas que el producto necesita para su transformación. (Delgado C., 2011).

Muchas empresas han implementado las estrategias de manufactura esbelta sin tomar en cuenta toda la cadena de valor para sus productos, esta aplicación puede provocar buenos resultados pero no eficientes (Albertini, 2007). Este caso de estudio, se centra en presentar, explicar y aplicar la herramienta del mapeo de la cadena de valor (VSM) para hacer progresos reales de una manufactura esbelta.

## Capítulo II. Marco teórico.

### 2.1 Mapa conceptual.

Figura 3. Mapa Conceptual con estructura de araña, Método de las 5M's +1.



Fuente: (Elaboración propia, 2012).

Para una mejor comprensión de este caso, se definirán los siguientes conceptos que intervienen en el desarrollo del tema:

### 2.2 Costo total de producción

Es la suma de los gastos invertidos para la obtención de los recursos utilizados en la transformación, distribución o servicio de un producto más los desperdicios generados (Candía, 2006).

$$\text{Costo total} = \text{Costo fijo} + \text{Costo variable}$$

El objetivo del análisis de costos y el control de estos es mantener a la empresa en una posición económica satisfactoria. Existen diferentes tipos de costos como lo son:

**2.2.1 Costos fijos.** Son los que agregan valor o no al producto. (John, Radebaugh, & Sullivan, 2004).

**2.2.1.1 Valor agregado.** Son todos los valores adicionales que obtienen los productos al ser transformados o los ofrecidos en los servicios y que el cliente está dispuesto a pagar por ello (Hansen & Mowen, 2003).

Cuando se habla del contenido del valor agregado, hablamos de reducción de costos más que de su distribución, es por eso que forma parte fundamental de un análisis de actividades que agregan valor al producto y actividades que no lo agregan; los costos de valor agregado son los únicos en los que una organización debería de tener, porque son los únicos que tienen justificación.

De acuerdo a Hansen & Mowen (2003), existe una norma de valor agregado de que “se requiere la completa eliminación de las actividades que no agregan valor”; para estas actividades el producto es cero con cero costos”. Esta norma también abarca las operaciones o actividades que son realizadas de manera ineficiente pero que son necesarias, para con ello se puedan corregir y alcanzar un óptimo nivel de producción.

**2.2.1.2 Valor no agregado.** Es todo aquello que no agrega valor al producto, y se consideran como actividades de desperdicio total ya que son operaciones no necesarias y se debe de buscar la completa eliminación (Patxy Ruiz, 2007).

Ejemplos de esas operaciones incluyen tiempos muertos, inventario de productos y re-trabajo de productos. Una forma de calcular los costos de valor no agregado es determinando la ineficiencia de una actividad y potencial mejoramiento.

Lo principal que se tiene que hacer para la identificación de las actividades que agregan valor y que no lo agregan es la definición de cada una de esta. Después de definidas, para

determinar el costo del valor agregado se determinan las cantidades de la norma de valor agregado (SQ) y se multiplica por el precio estándar (SP).

Los costos sin valor agregado pueden calcularse entre la diferencia entre el nivel actual del producto de la actividad (AQ) y el nivel de valor agregado (SQ), multiplicado por el costo estándar unitario (Hansen & Mowen, 2003).

**2.2.2 Costos variables.** Son los que dependiendo de la cantidad de la producción cambian (Candía, 2006).

**2.2.3 Costos marginales o incrementales.** Es la adición al costo total que se atribuye a una unidad más de fabricación (Candía, 2006).

La optimización de costos, la búsqueda de 100% calidad, la innovación y el ser confiable y flexible son estrategias que las organizaciones usan para ser más competentes. Para mayor comprensión se puede dar referencia a lo siguiente:

Cuando se habla de optimización de costos se refiere a la reducción de costos de manufactura; la confiabilidad es la confianza que los clientes depositan en los productos de una empresa, refiriéndose ya sea en entrega, costo y calidad; la calidad se puede clasificar en calidad del producto, de servicio, de entrega, entre otros; ser flexible en una empresa significa tener la capacidad de adaptarte a los requerimientos del cliente ya sea para aumentar o disminuir la capacidad de línea con capacidad de manufacturar diferentes modelos de productos, de esta manera, si existen innovaciones poder desarrollar nuevos productos (John, Radebaugh, & Sullivan, 2004).

De acuerdo a Mangones (2006): los costos de producción se definen también como “el valor de los insumos que requieren las unidades económicas para realizar su producción de bienes y servicios; se consideran aquí los pagos a los factores de la producción: al capital, constituido por los pagos al empresario (intereses, utilidades, etc.), al trabajo, pagos de sueldos, salarios y prestaciones a obreros y empleados así como también los bienes y servicios consumidos en el proceso productivo (materias primas, combustibles, energía eléctrica, servicios, etc.)”.

## **2.3 Definición de variables que inciden en los costos de producción (Método 5m's + 1).**

- 2.3.1 Maquinaria.** Son todos aquellos equipos necesarios para la transformación de los productos que tiene la empresa. Su depreciación, mantenimiento y mejoras se presentan como parte integral de los costos fijos.
- 2.3.2 Mano de obra.** Comprende el personal directo que se utiliza específicamente para el proceso de producción. Es el gasto que se genera por el pago de sueldos y salarios de todos aquellos trabajadores que trabajan directamente en el proceso de elaboración de los productos, ya sea manipulando la maquinaria y/o equipo o bien participando en la transformación del material que se convertirá en el producto final (Candía, 2006).
- 2.3.3 Método.** Es la forma o procedimiento previamente establecido por el departamento de ingeniería de manufactura, en la que se elabora un producto.
- 2.3.4 Materiales.** Son todos aquellos componentes o materia prima que serán transformados para conformar un producto.
- 2.3.5 Mediciones:** Es el aseguramiento de que el producto cumple con las especificaciones requeridas.
- 2.3.6 Medio ambiente:** En este caso, se referirá a las condiciones o factores ambientales que pueden ser requeridos en la elaboración del producto, tales como iluminación, clima controlado, etc.

## **2.4 Competitividad.**

Realmente no hay un acuerdo sobre el concepto de competitividad, solo es una traducción de inglés de la palabra "*Competitiveness*" que significa "justa rivalidad; por lo tanto, competitividad es entendida como la capacidad de una organización de mantener u obtener ventajas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico (Flores Ortiz, Vega López, & Chávez Moreno, 2012).

La competitividad, es un tema que pareciera estar de moda, ya que por la economía que se está viviendo las empresas han adaptado éste tema como manera de sobrevivencia en el mercado. Cada día se multiplican las conferencias, cursos y seminarios que marcan una dinámica diferente en los entornos nacionales e internacionales y todos buscan adaptarse a los cambios. Los factores

que juegan un papel muy importante en la competitividad son los costos de los insumos intermedios, los costos de productos terminados, los factores de producción, etc.

La competencia es una lucha entre dos o más personas, grupos o empresas que buscan la obtención del mismo beneficio; sin embargo, para tener mayor probabilidad de ganar una competencia se necesita ser competente que significa ser alguien idóneo o capaz de realizar lo esperado dominando la técnica necesaria (Feld, 2002).

De acuerdo al Banco Internacional de Desarrollo (2001) y la teoría del comercio internacional nos dicen: “un país tendrá ventaja comparativa en la producción de los bienes y servicios que hacen intensivos el factor más abundante en el país. Ello se debe a que hacen uso intensivo del factor más abundante en ese país”. Es decir, que si hay abundancia de algo en un país se aplica un factor que indica un precio más bajo; y haciendo relación, si los bienes se producen con insumos más baratos el precio del producto será menor. “Este razonamiento se ha aplicado a América Latina para predecir que región posee una ventaja en la producción de bienes de uso intensivo de mano de obra”.

Cuando las estrategias competitivas de una empresa cambian, al mismo tiempo cambian las estrategias de manufactura (John, Radebaugh, & Sullivan, 2004).

## **2.5 Manufactura esbelta (“*Lean manufacturing*”)**

De acuerdo a (Reyes, 2002), “El término *lean* (esbelto) fue acuñado por un grupo de estudio de “*Massachusetts Institute of Technology*” para analizar el nivel mundial de los métodos de manufactura de las empresas de la industria automotriz”.

Este grupo destacó las ventajas de la manufactura de la empresa Toyota, calificada como mayor fabricante en su clase es por eso que denominó “*Lean Manufacturing*” o manufactura esbelta al grupo de herramientas utilizada en la década de los sesenta y mejorada en la década de los ochenta con la participación de Taiichi Ohno y Shigeo Shingo. La combinación de las diferentes herramientas tenía el objetivo de lograr mayor eficiencia en los recursos, derivado de esto

mejorar el tiempo de entrega y tendencia a cero defectos para lograr una completa satisfacción del cliente.

Manufactura esbelta aparece con la esperanza de poder enfrentar una variedad de demandas juntas y a la competencia incluyendo calidad en procesos y productos. Es por eso que muchas empresas acuden a las técnicas de “Manufactura esbelta” y pueden cumplir con los requisitos de la competencia reduciendo costos, tiempos de ciclo, etc. y con esto aumentar su ventaja competitiva (Vendan & K., 2010).

El enfoque de manufactura esbelta es la eliminación de cualquier tipo de pérdidas sean de materiales o procesos. Es eliminar lo que no nos sirve para aumentar la productividad, además de que propone mejoras en los procesos a través del Mapeo de la cadena de valor, la implementación de herramientas de calidad e indicadores (Reyes, 2002).

### **2.5.1 Beneficios de aplicar la metodología de manufactura esbelta.**

Manufactura Esbelta, es la eliminación sistemática de los desperdicios de todos los aspectos de las operaciones en una organización (en muchos procesos industriales, una operación sin valor agregado puede comprender más de un 90% de la actividad total de una fábrica). Manufactura Esbelta es una palabra de moda (Vendan & K., 2010).

De acuerdo a Hamind (2000), los beneficios de la aplicación de la metodología Lean son:

**2.5.1.1 Reducción de los costos de producción.** Esto se refiere a la mejora de procesos evitando cuellos de botella (a través de balanceo de líneas o con la implementación de las máquinas o herramientas necesarias para hacer el proceso más eficiente), tiempos muertos (por maquinaria caída) y mano de obra ociosa.

**2.5.1.2 Reducción de inventarios.** No tener material sin movimiento, solo comprar las materias primas en la cantidad que se necesita por cada orden de producción, de tener proveedores con un tiempo de entrega corto y que puedan suplir de material en la medida el proceso de producción lo vaya requiriendo, todo esto permitirá obtener inventarios bajos para minimizar costos por inventarios.

**2.5.1.3 Reducción de tiempos de entrega.** Una mejor visión y análisis de procesos te permiten una mejor planeación, al tener una mejor planeación la producción permite cumplir con

los tiempos comprometidos, con una mayor eficiencia y por ende se reducen los tiempos de entrega.

**2.5.1.4** Mejor calidad. Al estar el producto controlado en el proceso y no al final se disminuyen considerablemente los desperdicios. Cada operador es responsable de su propia calidad, con lo cual se asegura que la operación que está realizando cumple con las especificaciones requeridas por el cliente.

**2.5.1.5** Menor mano de obra. Permite tener personal entrenado en diferentes operaciones capacitado para estar en más de una estación de trabajo, un ejemplo puede ser un empleado capacitado en calidad y en diferentes estaciones de proceso.

**2.5.1.6** Mayor eficiencia de equipo. Se desarrolla un control en las máquinas y equipos provocando un mayor rendimiento, mantenimiento y tasas de calidad, lo cual hace un proceso más eficiente.

**2.5.1.7** Disminución de los desperdicios. La aplicación de la metodología lean permite visualizar anomalías en el proceso y permite destacar los costos ocultos para disminuirlos.

**2.5.1.8** Disminución de la sobreproducción. Producir solo lo que el cliente requiere y necesita para no mantener material en stock.

**2.5.1.9** Optimización del transporte y de los movimientos. Una producción planificada permite que las actividades de distribución actúen en forma coordinada, optimizando la transportación.

## **2.5.2 Herramientas comúnmente utilizadas en manufactura esbelta.**

Las herramientas más comunes utilizadas en la manufactura esbelta son:

**2.5.2.1** 5's: Con la aplicación de esta herramienta se logra mantener las áreas de trabajo limpias, organizadas y seguras y básicamente para el logro de estos objetivos, están clasificadas en cinco etapas que se deben de aplicar consecutivamente, estas son (Michel L, 2002):

1. Clasificar, organizar o arreglar - Seiri
2. Ordenar - Seiton
3. Limpieza - Seiso
4. Estandarizar - Seiketsu
5. Disciplina - Shitsuke

- 2.5.2.2. Justo a Tiempo: (“Just in Time”)** La estrategia de esta herramienta es alcanzar grandes volúmenes de producción minimizando el trabajo en proceso, las materias primas y productos terminados; a la disminución anterior mencionada la podemos llamar reducción de desperdicios (actividades que no agregan valor), estas actividades abarcan desde compras hasta producción (Chase, 2002).
- 2.5.2.3. Kanban:** o también conocido como “etiqueta de instrucción” en Japonés. El objetivo de esta herramienta es facilitar una orden de trabajo, es decir, da dirección automática de información acerca de lo que se va a producir, la cantidad, mediante qué medios y como transportarlo, de esta forma el sistema jala el producto necesario de la operación anterior a medida que lo vaya necesitando. Sus dos funciones principales son: control de producción y mejora de procesos (Chase, 2002).
- 2.5.2.4. SMED: Método de cambios rápidos,** consiste en las teorías y técnicas para realizar el cambio del “Set-up” (puesta en marcha) o preparación, es decir cambios de herramienta de una máquina para empezar a manufacturar un producto diferente en un tiempo menor de diez minutos. (William M, 2002)
- 2.5.2.5. Poka-Yoke:** El principal objetivo de esta herramienta es enfocarse en la búsqueda de la calidad; esta herramienta consiste en la fabricación de herramientas o procesos a prueba de error es decir, no te permiten un mal ensamble aun cuando haya descuido; Esta herramienta fue desarrollada por Shigeo Shingo después de la segunda guerra mundial. (Shingo, 1987).
- 2.5.2.6. TPM: Mantenimiento Productivo Total (“Total Productive Maintenance”):** Este método es recomendado para que los equipos y maquinarias tengan mayor disponibilidad en manufactura; este método involucra los operarios de la maquinaria o a diferentes tipos de departamentos en la manutención básica de la maquinaria logrando así mantenerlo actualizada evitando las fallas inesperadas y los defectos generados. Es un esquema parecido a la calidad total, pero enfocado a los equipos de manufactura (William M, 2002).
- 2.5.2.7. Control Visual:** Es la estandarización de controles visuales representados mediante elementos gráficos o físicos, se pueden incluir colores o números para que sean de fácil identificación. De acuerdo a Sacristán (2010) “un control visual se utiliza para informar de una manera fácil entre otros de los siguientes temas:”

- Localización de los equipos.
- Con que frecuencia se lubricará un equipo, el tipo de lubricante y donde se aplicará.
- Estandarización de actividades para un equipo o proceso de trabajo.
- Ubicación del material en proceso, producto final, y si existe, productos defectuosos.
- Ubicación de los elementos de aseo, limpieza y residuos clasificados.
- Sentido de giro de motores
- Conexiones eléctricas
- Sentido de giro de botones de actuación y válvulas.
- Flujo de líquidos de una tubería, marcación de esta, etc.
- Estandarización de franjas de operación de manómetros.
- Ubicación de elementos de oficina como calculadora, carpetas, bolígrafos, lápices en el sitio de trabajo
- Etc.

**2.5.2.8 Kaizen Blitz:** Es un método utilizado para dar soluciones rápidas a problemas que se presentan en una planta de manufactura, esto es a través de un equipo de acción rápida. De acuerdo a Reyes (2002) “el termino Blitz se refiere a un ataque rápido de problemas, normalmente se tratan de problemas sencillos a solucionar, pero que afectan de manera importante a la producción”. Este método se divide en diferentes etapas estratégicas, la primera es formar los equipos kaizen Blitz los cuales deben de incluir a trabajadores de diferentes departamentos como trabajadores, supervisores, mecánicos, inspectores, etc. con el objetivo del aprovechamiento de la larga experiencia de los operadores para la identificación del problema y sus causas, a su vez participen en la aporten ideas, sugerencias e implantación de soluciones.

**2.5.2.9 Mapeo de Proceso:** También conocido como Mapeo de la Cadena de Valor. Esta metodología permite la orientación y redefinición de todos los elementos que el cliente considera que agregan valor al producto, para una reinención de los mismos.

La elaboración de un mapa de proceso te permite planificación e identificación de los elementos de entrada y salida para mejorar su diseño y operación. El principal objetivo es el establecimiento de las estrategias necesarias para resolver las necesidades de nuestros

clientes (interno/externo); Este método te permite medir los avances internos sistemáticamente y con esto poder publicar los requerimientos de la empresa; además permite resaltar los principales obstáculos y oportunidades que se pueden presentar en el proceso desde que entran los insumos hasta que se presenta el producto o se da el servicio terminado (Miranda, 2006).

Muchas empresas han implementado estrategias de Manufactura Esbelta sin tener en cuenta la el Mapeo de la Cadena de Valor, esto puede provocar buenos resultados pero no siempre eficientes para la empresa en general (Patxy Ruiz, 2007).

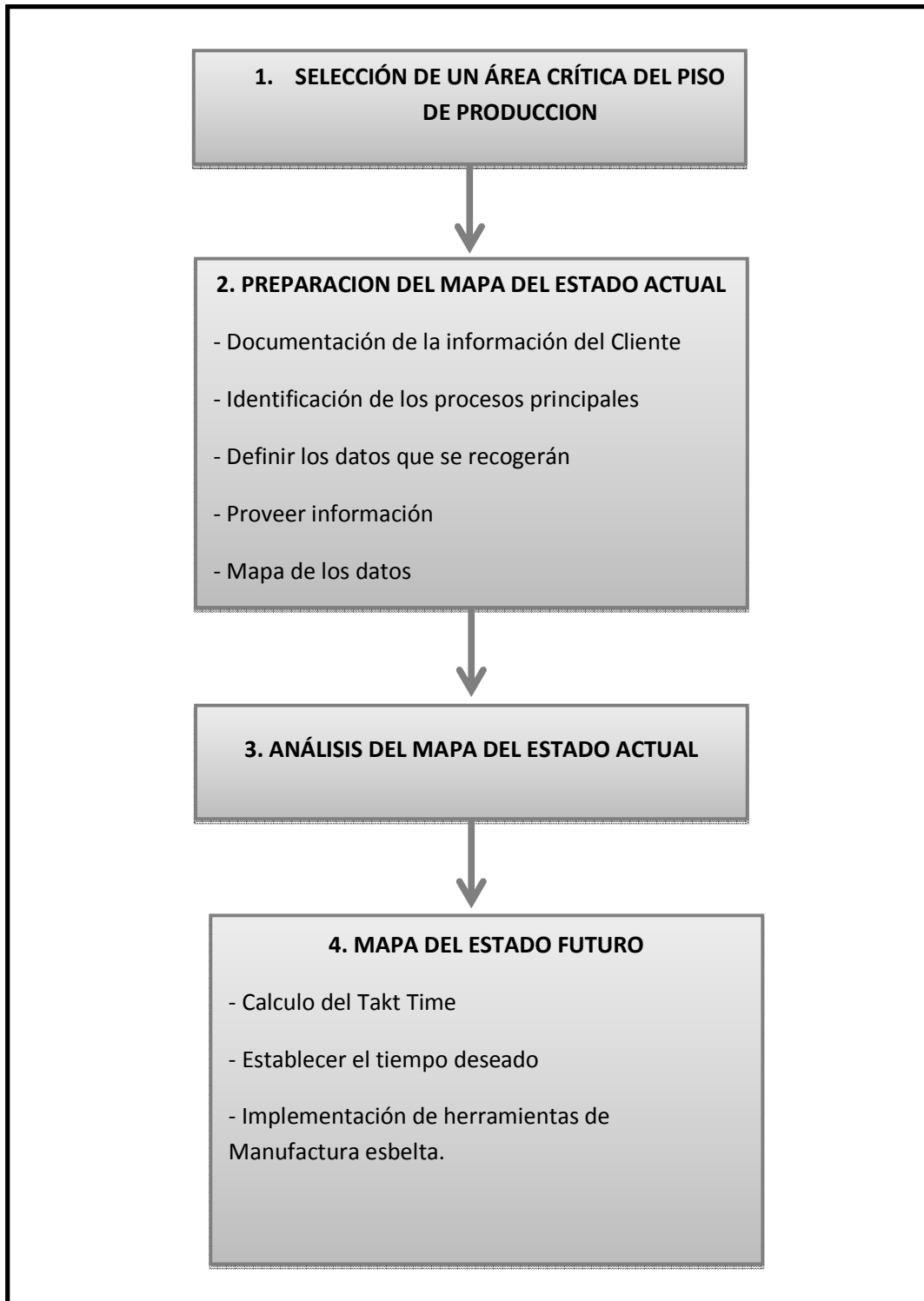
## **2.6 Mapeo de la cadena de valor o “Value Stream Mapping” (VSM).**

Esta herramienta potente y sencilla, alinea y distingue el verdadero valor del producto como ninguna otra herramienta. La belleza del VSM se encuentra en su utilidad y su simplicidad.

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta que te permite la representación gráfica del estado actual y futuro del sistema de producción, con el objetivo de que los usuarios tengan un mejor entendimiento de las actividades de desperdicio que necesitan ser eliminadas (Lovelie, 2001).

De acuerdo a Vendan & K. (2010) “un sistema de manufactura opera con sincronización de las actividades paso por paso”. Los pasos de la implementación del mapeo de la cadena de valor son mostrados en la figura 4.

**Figura 4.** Diagrama de Flujo de la Metodología para la implementación del VSM.



Fuente: (Vendan & K., 2010).

### 1. Selección de un área crítica o de una familia de productos:

Si se quiere realizar el mapeo en todas las diferentes familias (de modelos de productos) que existen en una empresa resultaría complicado con riesgo a no desarrollarse de la manera adecuada; es por eso que es necesario focalizar el proceso de mapeo en una única familia de productos.

Una familia de producto es el conjunto de productos que comparten pasos similares de proceso, equipos comunes y tienen aproximadamente la misma carga de trabajo, sin que sea necesario venderse a un cliente en específico. Cuando se quiere encontrar a una familia de productos puede llegar a ser una tarea complicada. Existen algoritmos y métodos para la asignación de familias que han sido desarrollados y se siguen desarrollando; el objetivo de la separación de las familias es el rediseño de las distribuciones en plantas funcionales orientadas al flujo de productos.

Por esta razón, existe una gran variedad de técnicas para la identificación de posibles familias de productos que en ocasiones resultan complicadas de aplicar lo que provoca que sean poco conocidas y empleadas. En los casos prácticos comunes, no hay necesidad de valerse de técnicas demasiado sofisticadas para la identificación de diferentes familias, se puede elaborar una tabla con los diferentes productos así como los equipos y pasos necesarios para la realización de cada uno de estos. Un ejemplo de esto lo analizamos en la figura 5.

Figura 5. Tabla para la selección de familia de un producto.

		Assembly Steps & Equipment							
		1	2	3	4	5	6	7	8
PRODUCTS	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

A Product Family

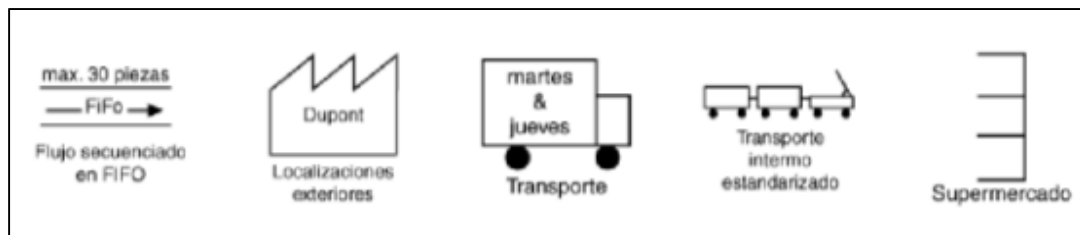
Fuente: (Mier Ríos, 2006)

Cuando existe una variedad de referencias y se hace complicado escoger entre cada una de estas, se recomienda la aplicación de criterios de la regla ABC o del principio 80-20 de Pareto (Mier Rios, 2006).

## 2. Mapa del estado actual:

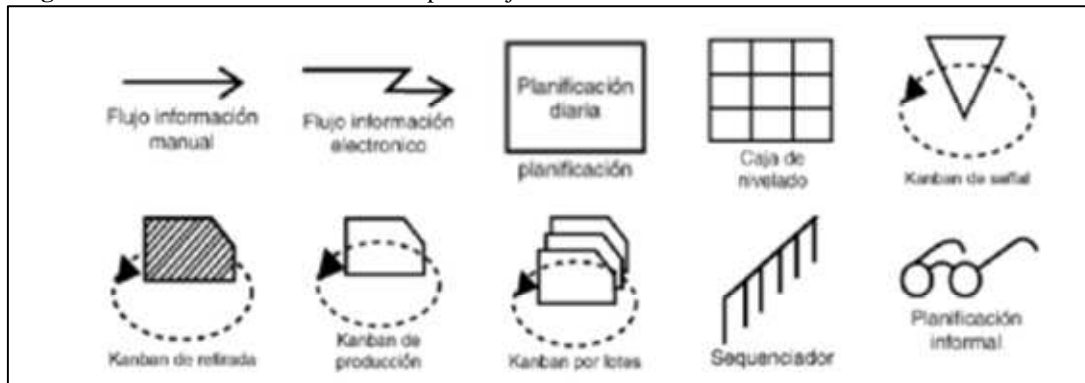
La primera pregunta a contestar es: ¿Por dónde empezamos este mapeo y cómo funciona? , para empezar a desarrollar el mapa, se requiere dibujar una serie de iconos de los cuales cada uno tiene diferentes significados y aplicaciones en las diferentes etapas de la cadena de valor. La clasificación de estos iconos son para la aplicación tres diferentes tipos de flujos que intervienen en el proceso como lo son los flujos de material, de información e iconos generales (figura 6, 7 y 8) (Lovelley, 2001).

**Figura 6.** Iconos utilizados en el VSM para flujos de materiales.



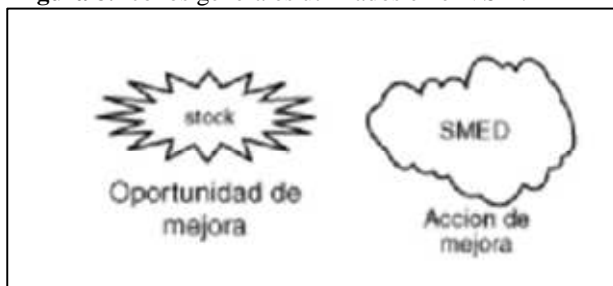
Fuente: (Lovelley, 2001)

**Figura 7.** Iconos utilizados en el VSM para flujos de Información.



Fuente: (Lovelley, 2001)

**Figura 8.** Iconos generales utilizados en el VSM.

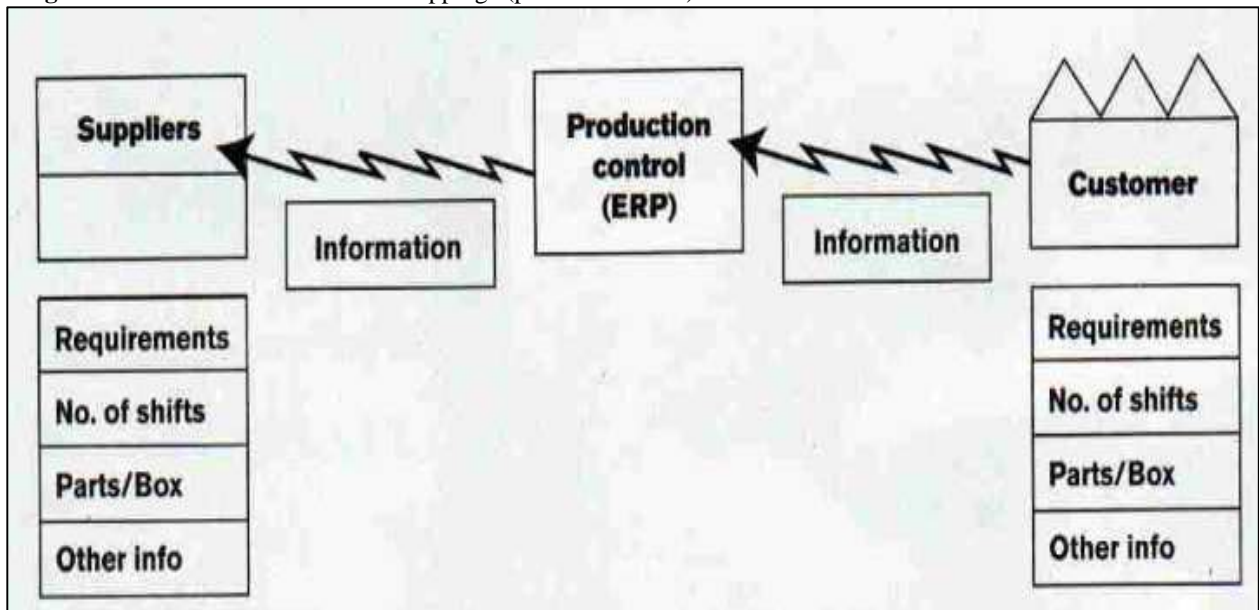


Fuente: (Lovelley, 2001)

### 3. Preparación del mapa del estado actual (mapa externo).

Empieza el mapa dibujando un icono de una empresa y un cuadro de datos en la esquina de arriba del lado derecho del papel (figura 9). Llena la caja de datos con la lista de requerimientos del cliente, como unidades por día, número de cambios, complejidad y otra información de producción.

**Figura 9.** Inicio del “Value Stream Mapping “(proceso externo).



Fuente: (Lovelley, 2001)

El próximo paso es delinear los procesos de producción básicos de los proveedores. Usa una caja de datos en el lado izquierdo del mapa para representar a los proveedores. Usualmente no se pueden listar todos los proveedores, por lo tanto se usan los de mayor impacto por cantidad de dólares. Esta información debe de estar disponible para el departamento de compras.

El último paso para el mapeo externo es dibujar los iconos apropiados basados en el tipo de flujo de información. La figura 9 tiene un flujo de información electrónica que son indicadas con líneas que aparecen como relámpagos. Debajo de cada icono de información dibuja una caja de datos de descripción y llena en la frecuencia del flujo de información; con esto el mapa externo está completo (Lovelley, 2001).

#### **4. Preparación del mapa del estado actual (mapa interno).**

El equipo debe de hacer la transferencia del mapa del estado externo al mapa del estado interno. La llave del mapa del estado interno es que todos los miembros del equipo se vallan fuera de sus sillas y observen la producción desde el piso para tener una mejor información del proceso y los problemas que puedan existir.

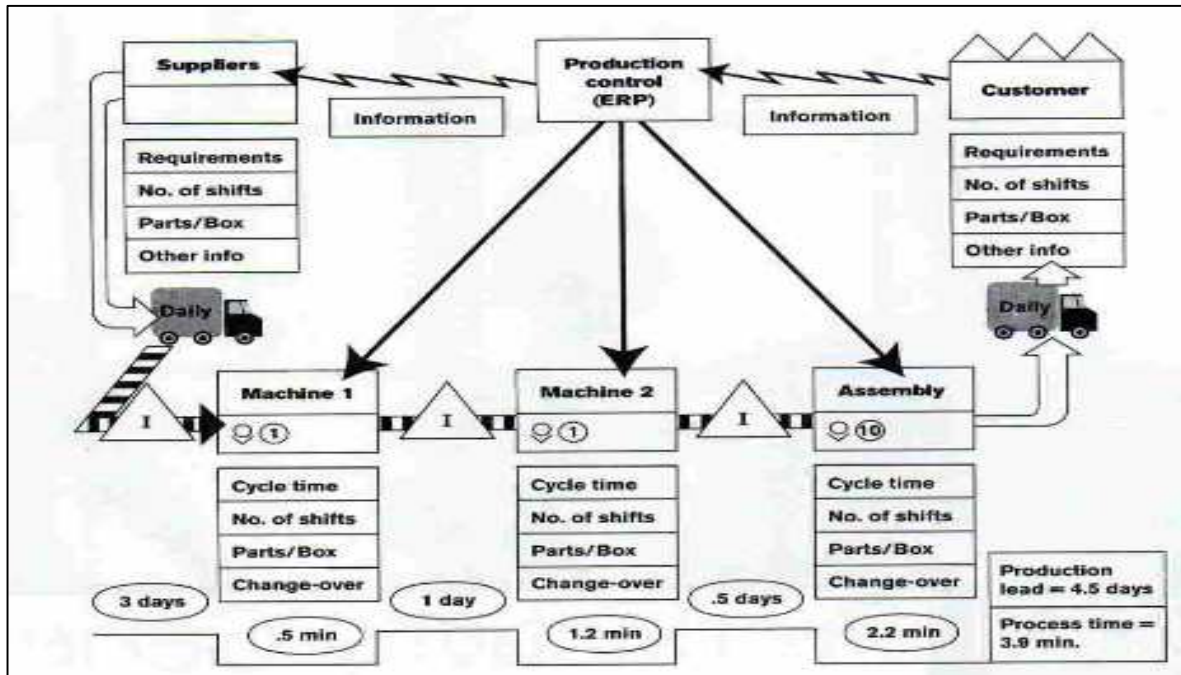
El mejor lugar para empezar es el departamento de envíos. El equipo se deberá partir en pequeños grupos y documentar todos los procesos en orden reverso, trabajar en reversa deja mejor entendimiento de los flujos y construye la información necesaria del piso de producción incluyendo todas las máquinas de proceso, WIP, inventario y todos los tiempos de ciclos entre cada proceso de un producto. Una vez que la información es colectada el equipo debe reunirse y dibujar los apropiados iconos en la parte de abajo del mapa.

Otra vez empieza con el departamento de envíos y trabaja de final a principio. Coloca cajas de procesos en el mapa (maquinas, ensambles, pintura, etc.); Agrega cada caja de datos debajo de cada proceso e incluye toda la información que el equipo obtuvo del piso de producción. Después de dibujar las cajas del proceso interno, completa el mapa agregando los correctos iconos del flujo de material de un proceso a otro.

Un ejemplo es el sistema de empuje con el WIP, éste está representado con una flecha reducida en la figura 10 y con un icono de inventario. Se debe de ser honesto cuando se dibuja el estado actual, especialmente con el inventario y el WIP. Después se dibujan los troques de envío del proveedor del lado izquierdo debajo del primer icono interno. Se repite este paso en el lado derecho.

El último paso es dibujar una línea de tiempo debajo de cada caja de proceso y triangulo de inventario al esquema del tiempo de espera de producción. La figura 10 muestra un ejemplo de una producción de tiempo de espera de 4.5 días, un tiempo de valor agregado de 3.9 minutos. El estado actual es ahora terminado (Lovellette, 2001).

Figura 10. Mapa del estado actual (proceso interno)



Fuente: (Lovelie, 2001)

##### 5. Análisis del mapa del estado actual o análisis muda (desperdicio):

El principal objetivo al elaborar el mapa de la cadena de valor es la identificación del desperdicio a través del análisis del mismo; para una fácil eliminación de estos, fueron clasificados de acuerdo a lo propuesto por Ohno (responsable del sistema de producción Toyota) de la siguiente forma (Paciarott, Ciatteo, & Giacchetta, 2011):

- Sobreproducción: es la acumulación de inventarios en manos de las empresas. La sobreproducción es una medida relativa, es la diferencia entre lo producido y lo requerido.
- Espera: Las personas ociosas que esperan inventario son una indicación de que la planta no está balanceada. Todos los trabajadores deben dedicar aproximadamente la misma cantidad de esfuerzo reflejada en tiempo para la eliminación del tiempo de espera.
- Inventario: La producción de inventario que nadie quiere en ese momento, desperdicia espacio, estimula daños y obsolescencias en los productos.
- Transportación: Debe ser fácil y de alta accesibilidad para la fácil adaptación a las exigencias del entorno.

- Sobre procesamiento: Son actividades innecesarias realizadas en un producto que podrían ser eliminadas sin afectar el valor ni la calidad del producto, todo tipo de sobre procesamiento es catalogado también como desperdicio y causa un aumento en costos de producción.
- Movimientos: Desperdicio es cualquier movimiento de gente o inventario que no crea valor, así como también una operación con movimientos no ergonómicos que causan fatiga y disminuyen la capacidad de producción.
- Defectos: Errores que requieren rectificación; cualquier trabajo repetido es buena indicación de desperdicio. Un defecto es una actividad o proceso con resultados contrarios a lo especificado.

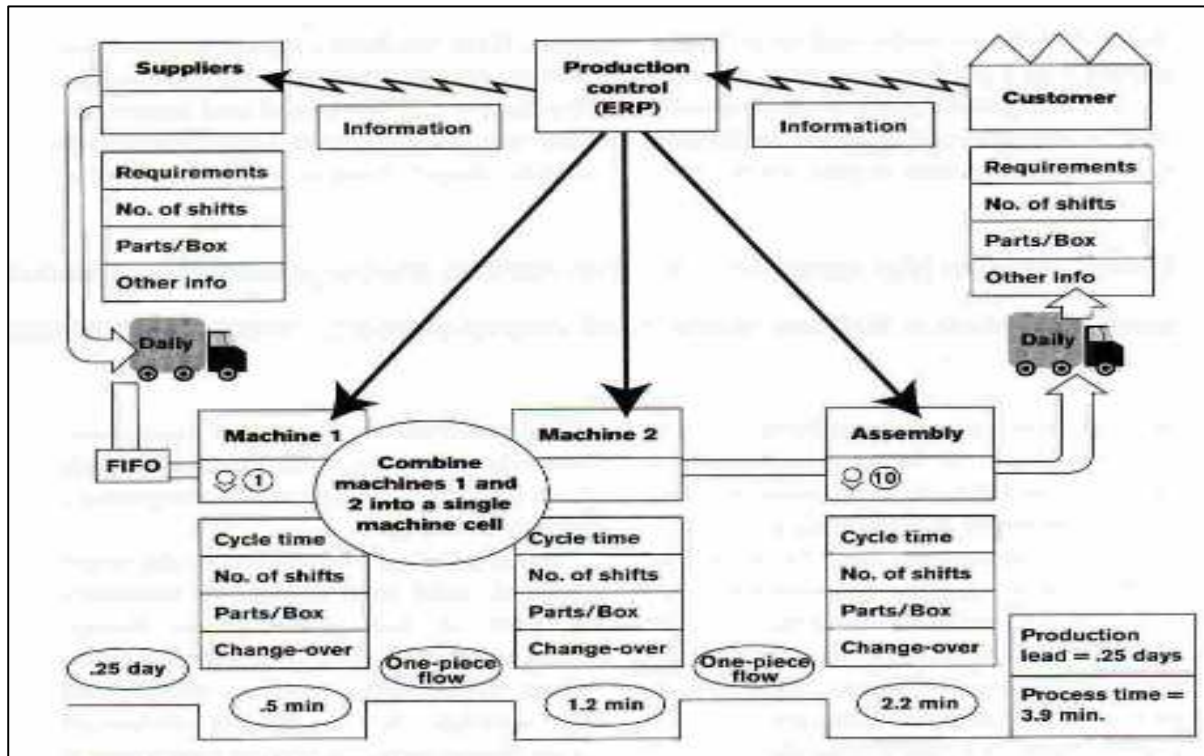
### **6. Mapa del estado futuro:**

El mapa del estado futuro es fácil de desarrollar pero requiere determinación y persistencia para implementarlo. Es decir, el desarrollo del mapa de estado futuro es crítico para proveer una impresión ideal del estado esbelto, ya que en este se proyectan todas las mejoras necesarias para llegar a un resultado ideal. Hay un método para desarrollar el estado futuro:

El primer paso requiere el cálculo del “*Takt Time*”. El “*takt time*” define cual debe de ser la cadena de salida del producto que adapta la producción a la demanda. Para calcular el “*takt time*” use la siguiente formula:  $Takt\ time = (\text{tiempo neto de operación/periodo}) / (\text{requerimientos de cliente/periodo})$ ; La importancia del “*takt time*” es que la meta es producir una unidad justo en el tiempo para remplazar una unidad usada por el cliente, en otras palabras un tiempo de ciclo basado en una pieza a la vez (“*one-piece flow*”). Reducir el tiempo de ciclo y crear “*one-piece flow*” dentro del estado futuro del mapa te hace la pregunta: ¿Dónde puede el sistema de producción usar un flujo continuo? Un ejemplo de flujo continuo es automatizar una línea de ensamble.

El resultado del estado futuro no significa que sea el final de este, una vez que es dibujado el estado futuro se analiza el desperdicio del proceso y se reevalúa el mapa, se repite este proceso las veces que sea necesario, durante y después del evento. Un evento del mapa del estado futuro lo podemos encontrar en la figura 11.

Figura 11. Mapa del estado futuro.



Fuente: (Lovelley, 2001)

Después del mapeo del estado futuro abra que desarrollar un plan de acciones que debe ser seguido, este es creado para hacer la transferencia del estado actual al estado futuro. Un plan extendido de la cadena de valor envuelve eventos Kaizen y reevaluación del estado futuro una vez que este ha sido implementado. El mapeo de cadena de valor es una herramienta de comunicación, es una herramienta de planeación de negocios y una herramienta para manejar las empresas (Lovelley, 2001).

Una cadena de valor incluye todas las actividades tanto de valor agregado como las de valor no agregado, así como también las que soportan todas las actividades que son necesarias en la creación de un producto (o servicio) y lo hacen disponible para el cliente. Estas actividades incluyen procesos de operación, flujo de materiales entre el proceso, todas las actividades de control y dirección, así como el flujo de información. Una medida para determinar el potencial de mejora es determinar la diferencia entre las operaciones y el tiempo de espera. Esto incluye Cuanto mayor sea la diferencia entre operación y tiempo de espera mayor es el potencial de mejora (Edtmayr, Kuhlmann, & Sihm, 2011).

Mapear la cadena de valor es una técnica que dibuja una gran fotografía y toma en consideración los procesos buscando mejorar la empresa como un todo. El objetivo general del mapeo de la cadena de valor es mover el trabajo de producción por lotes a producción de flujo de una pieza. (Lovellette, 2001).

## Capítulo III. Desarrollo del caso

### 3.1 Situación actual de la empresa

#### 3.1.1 Antecedentes de la empresa

- **Dankoll Motor: Marca global**

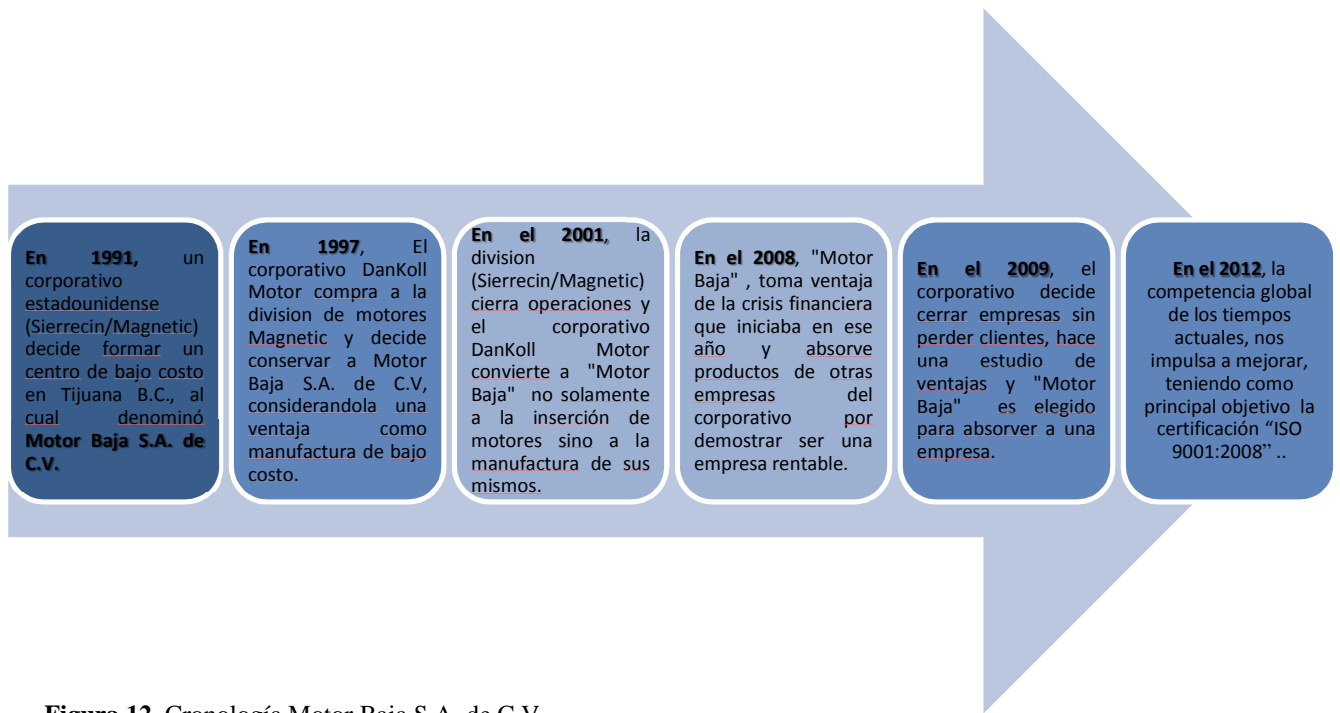
Dankoll Motor tiene centros de excelencia de ingeniería y servicio al cliente en todas las regiones importantes del mundo para apoyar las necesidades de sus clientes globales. Ofreciendo bajos costos de manufactura en las empresas de Norte América, Europa y Asia, asegurando el costo-eficiencia, continuidad y oportunidad de oferta. Su cadena de suministro global, con múltiples fuentes, proporciona una mayor flexibilidad y reduce el riesgo en esta época financiera turbulenta.

En la ciudad de Tijuana Baja California, el corporativo Dankoll Motor (*“proveedor de sistemas de movimiento y componentes para fabricantes de equipos originales a nivel mundial”*.) tiene a una empresa llamada **Motor Baja S.A de C.V.** Esta empresa se encarga de la manufactura del corazón del motor conocido como “armatures” (armaduras). Siendo este el principal impulsor del movimiento.

Motor Baja S.A de C.V., es una importante manufacturera para Dankoll Motor, debido a que demostrado su rentabilidad con diferentes empresas del corporativo y ha destacado por ofrecer mejores precios de manufactura, buena Calidad y entregas a tiempo, llegando así, a ser el complemento esencial.



- **Cronología Motor Baja S.A De C.V.**



**Figura 12.** Cronología Motor Baja S.A. de C.V.

AÑO	1991	1997	2001	2008	2009-2012
<b>CRECIMIENTO EN EMPLEADOS</b>	5	25	40	60	98
<b>PRODUCCION</b>	Prototipos	Bajo volumen	Mediano volumen	Alto volumen	Crecimiento

Fuente: (Elaboración propia, 2012).

- **Definición y campo de aplicación**

Motor Baja S.A de C.V., cuenta con diferentes líneas de ensamble para diferentes modelos y aplicaciones, entre ellas están “*Gremote*” (aplicaciones médicas), “*Brushmot*” (militares e industriales), “*PackMotor*”, (Industriales), entre otras.

Los productos que son desarrollados en estas líneas de producción son denominadas armaduras que son el corazón del motor.

### **3.1.2 Problemática actual o situación de mejora**

“DanKoll Motors” es un corporativo con presencia global al que pertenece Motor Baja S.A de C.V., el cual no está exento de verse afectado por los factores de la crisis; es por esto, que para mantener ventajas competitivas ante el mercado, aplica la estrategia de transferencias de líneas de producción a sus empresas que demuestren ser más rentables.

Como se explica en la justificación de este caso, Motor Baja S.A de C.V ha tenido problemas para mantenerse competente dentro de su corporativo, ya que ha perdido credibilidad de que sigue siendo principal opción para la transferencia de líneas de producción y el logro de mayores rendimientos.

En el presente caso, se analizan diferentes situaciones de mejora para poder contrarrestar la falta de credibilidad que se ha generado; Realizando un análisis, se observan diferentes áreas de oportunidad que se consideran de mejora, de las cuales se eligen las que se consideran que pueden ser de mayor impacto para la obtención de los objetivos y solución del problema.

## **3.2 Diagnóstico de la empresa**

### **3.2.1 Análisis Interno**

La empresa Motor Baja S.A de C.V., con veinte años de permanecer al corporativo Dankoll Motor forma parte esencial para éste y ha logrado mantenerse por sus *fortalezas* como:

- Calidad: Registros y credibilidad por veinte años.
- Costos : Mano de obra, transportación y “*overhead*”(edificio, departamentos de soporte)
- Equipos multifuncionales: Equipos administrativos y de soporte técnico pequeños cubriendo las diferentes áreas o necesidades.
- Entre otros.

Sin embargo, la tendencia en las entregas a tiempo se muestra en forma descendente convirtiéndola en una *debilidad* latente e incluso, puede llegar a generar mayores costos estresando el proceso (pagos de tiempos extras, incremento en costos de envíos, costos por baja calidad, costos de inventarios no requeridos, etc.).

### 3.2.2 Análisis externo (Análisis del entorno y análisis de la Industria)

El corporativo “Dankoll Motor” es un proveedor líder mundial de sistemas de movimiento y componentes como lo son los motores eléctricos y es dueño de empresas categorizadas en manufactureras, de diseño y centros de aplicaciones.

Figura 13. Dankoll Motor- Impresión Global.



Fuente: (Dankoll Motor, 2012)

#### Competitividad Manufacturera

Dankoll Motor Mundial

Dankoll Motor E.U.

Dankoll Motor India

Dankoll Motor Tijuana

Motor Baja S.A. de C.V., ubicada en Tijuana B.C., como parte de este corporativo ha demostrado capacidad para vencer retos de competitividad en el pasado; sin embargo, por disposición de Dankoll Motor, se ve obligada a competir con dos empresas manufactureras ubicadas en India y en Estados Unidos.

De acuerdo al Índice de competitividad Manufacturero (Renero, 2010), las ventajas que tiene Estados Unidos sobre México, son la propiedad intelectual, la transferencia

y adopción de tecnología; sin embargo, por su cercanía con México (Baja California), estas atributos se transfieren a las empresas mexicanas de tal manera que no afecte en gran manera el no ser dueño de propiedad intelectual, tecnología, etc.

Referente a India, éste presenta globalmente mayores ventajas sobre México en tecnología, costos, propiedad intelectual, etc. (Rennero, 2010); sin embargo, de acuerdo a la distribución global (figura 13), ésta no es favorable, ya que no tiene cerca ningún centro de Diseño en donde se puedan hacer muestras de manufactura confiables ya que estas son desarrolladas en Estados Unidos. La empresa de Tijuana tiene a Centros de Diseño en Santa Bárbara y Virginia, significando esto, una posición geográfica favorable.

### 3.2.3 Diagnóstico de la empresa y definición del problema



Haciendo un análisis de la empresa tanto interno como externo, se puede diagnosticar que la empresa tiene muchas fortalezas que le han permitido mantenerse competente a través de los años, sin embargo, las circunstancias han cambiado por la globalización de los últimos tiempos, y si como se muestra en el análisis interno una de las debilidades es el no poder enviar el producto a tiempo y en el análisis externo la ventaja que presenta ante su competencia de India es la ubicación geográfica estratégica, ésta ventaja puede perderse y con este resultado India superaría a México (Tijuana) teniendo mayores oportunidades de ganar el negocio.

Con la aplicación de este diagnóstico empresarial se conoce la situación actual de la empresa, lo cual nos permite darnos cuenta de la necesidad de crear un plan para superar ésta debilidad y poder convertirla en fortaleza.

Por datos proporcionados por la empresa, el problema principal que pone en riesgo la pérdida de la ventaja competitiva son envíos tardíos por razones aún desconocidas, es por eso que el objetivo principal será analizar cuáles son las variables que inciden en este problema.

### 3.3. Análisis del problema e identificación de la causa – raíz del problema.

Para analizar el problema se utiliza la herramienta del “Mapeo de la cadena de Valor” (VSM) que tiene como principal ventaja el permitir visualizar claramente la situación real en la que se encuentra un área determinada, permitiéndote con esto detectar donde se encuentran los problemas u oportunidades de mejora y poder llegar a ellos para resolverlos de una manera eficiente.

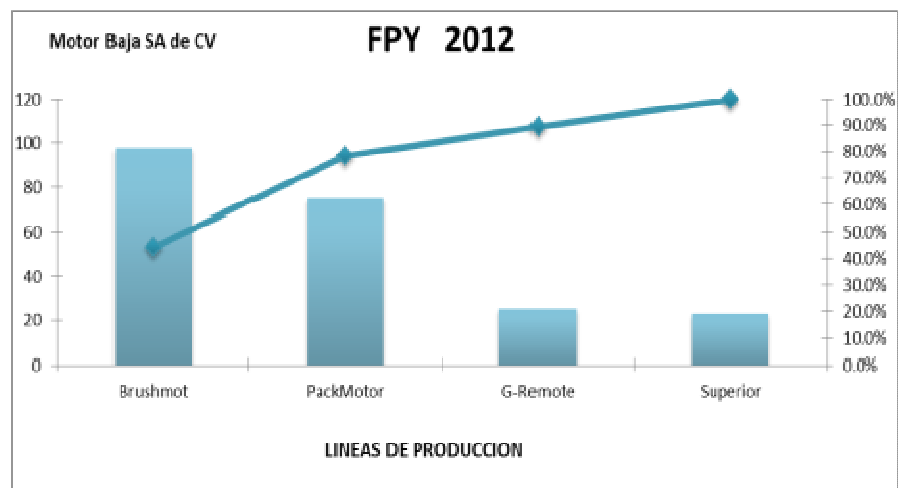
El tipo de metodología presentada en este caso se denomina Descriptiva ya que se basa sobre realidades de los hechos para hacer la propuesta, la Metodología del VSM se desarrolla a continuación:

#### (1) Determinación de los sujetos de investigación o selección del área crítica.

Para determinar el área crítica que con su mejora aporte el mayor impacto para el logro del objetivo, se toman en cuenta factores de gran importancia para el corporativo como lo son Calidad, Entrega y Costo.

En la siguiente gráfica (figura 14), se analizan las tendencias de Calidad a través del año 2012 en las diferentes áreas de producción.

**Figura 14.** Grafica de Defectos Motor Baja S.A. de C.V 2012.



Fuente: (Elaboración propia, 2012).

El total de envíos en el periodo del 2012 fueron 102, los cuales se estuvieron monitoreando para determinar qué línea o área de producción cumplía satisfactoriamente con el tiempo de entrega. Los resultados se muestran en la figura 15.

**Figura 15.** Grafica de Envíos a Tiempo, Motor Baja S.A. de C.V 2012.



Fuente: (Elaboración propia, 2012).

Con el análisis anterior se puede observar claramente que la línea o área que presenta mayores problemas en el cumplimiento con la Calidad y Envíos a tiempo que es conocido que estas variables inciden en los costos, es “Brushmot”, lo cual nos impulsa a determinar qué modelo o familia es la adecuada para empezar con la mejora y eliminación del problema.

Como primer punto se analiza la demanda de las diferentes familias de la línea “Brushmot” (Figura 16).

La siguiente prueba para la mejor elección de la familia de productos fue la realización de una tabla con los pasos de ensamble y equipo de cada familia (figura 17).

De acuerdo a la demanda (figura 16), la familia de modelos ideal para el desarrollo de este caso es Industrial Drive, ya que la demanda de los diferentes modelos es similar y aunado a esto es la que tiene mejor pronóstico de producción (“forecast”).

**Figura 16.** Demanda Semanal por Modelo, Motor Baja S.A. de C.V 2012.

<b>MODELOS X FAMILIA</b>	<b>DEMANDA SEMANAL</b>
HT 7-1	150
HT 7-2	80
HT 7-3	20
<b>FAMILIA HT 7</b>	<b>250</b>
ID-1	90
ID-2	100
ID-3	110
ID-4	100
<b>FAMILIA INDUSTRIAL DRIVE</b>	<b>400</b>
KDR - 1	20
KDR - 2	5
KDR - 3	35
KDR - 4	1
<b>FAMILIA KDR</b>	<b>61</b>
MC -1	5
MC -2	10
MC -3	10
<b>FAMILIA MOTOR CORE</b>	<b>25</b>
QBT -1	80
QBT -2	30
QBT -3	5
<b>FAMILIA QBT</b>	<b>105</b>

Fuente: (Elaboración propia, 2012).

En la figura 17 se observa (con referencia a la teoría de la elección del área adecuada), que la familia de productos “Industrial Drive” cuenta con operaciones más comunes entre sus modelos de producción, así como también equipo en común.

Con el resultado de la figura 16 y 17 se concluye que la familia de modelos ideal para la desarrollo de este proyecto es “Industrial Drive”, el modelo base para la realización del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) será el que con la solución de su problemática alcance a cubrir a los demás.

Figura 17. Matriz de modelos de Motor Baja S.A. de C.V.

OPERACION	EQUIPO	FAMILIA HT 7			FAMILIA Industrial Drive				FAMILIA KDR				FAMILIA Motor Core			FAMILIA QBT 01		
		HT 7-1	HT 7-2	HT 7-3	ID -1	ID -2	ID -3	ID -4	KD R-1	KD R-2	KD R-3	KD R-4	MC 1	MC 2	MC 3	QB T-1	QB T-2	QB T-3
Prensado De Stack	Prensa neumática	X	X															
Encartonado/ insulador	maquina	X		X												X	X	X
Insulador	Manual		X					X		X								
Embobinado semiautomat	Maq. Embobin.				X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Embobinado automático	Maq. Automati.	X	X	X														
Ensamble Tablilla	cautin	X		X					X	X	X	X	X		X			
Inserción	Fixturas manual				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Tejido	Aguja, manual	X	X		X		X	X		X	X	X		X	X			
Desfo. De alamb.	Desforradora	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Conexiones	Crisol		X		X	X	X	X			X		X	X	X			
Insp. en proc	Visual-				X	X	X	X		X	X					X		X
Formado	prensa				X	X	X	X		X	X		X	X			X	
Ins. En proc.	Eq. Eléctrico	X	X	X	X	X	X	X		X	X							
Barnizado	Manual	X	X		X	X	X	X					X	X	X			X
Desf. con sal	Crisol								X	X		X					X	
Cruzar alamb.	Manual															X	X	X
Encapsulado	Fixturas															X		X
Soldar bars	Cautin															X		X
Colocar tape	Manual															X		X
Insp.Final	Eq. Eléctrico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Empaque	manual	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fuente: (Elaboración propia, 2012).

Nota: La cantidad de modelos por familia es un muestreo de los modelos que se consideraron más viables para el estudio.

## **(2) Realización del mapa del estado actual**

Como principal instrumento o herramienta para obtener la información del sujeto de estudio se utiliza el mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ya que es una herramienta esencial de la Manufactura esbelta para mostrar las principales fuentes de desperdicio, provee un lenguaje común, entre otras ventajas.

### ***Ventajas y desventajas del diseño de la investigación (Realización de mapeo de la cadena de valor).***

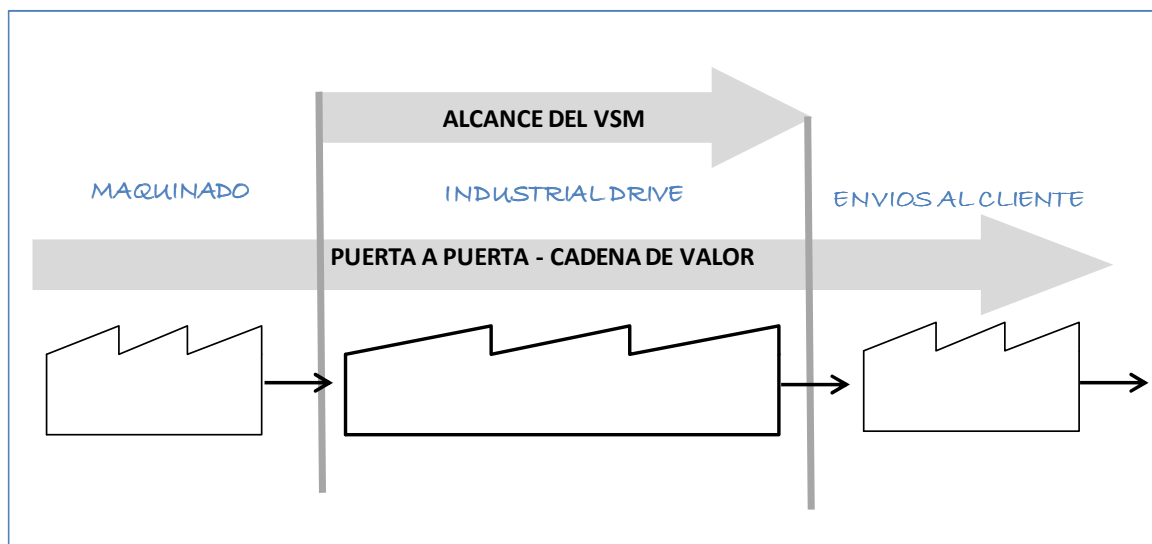
Las ventajas para el desarrollo de este caso, es la aceptación y apoyo de la empresa para las propuestas de mejoras, así como el apoyo e involucramiento de algunos empleados para la obtención de datos para el análisis. Una vez cumplido el objetivo, los datos quedarán documentados para la posible aplicación a otras áreas de producción, pero la mayor ventaja, es que con el logro de esto, Motor Baja S.A. de C.V., podrá demostrar que es capaz de mantener o mejorar sus costos de producción logrando ser catalogada como una empresa rentable para el corporativo, con opción al recibimiento de nuevas líneas de producción.

Las desventajas son que no se cuenta con la información actual para el análisis y tendrá que ser desarrollada; algunas limitantes son la privacidad para algunos datos de la empresa, el tiempo para la implementación en diferentes áreas de producción.

“Industrial Drive” es una familia de productos estándar de las que más frecuentemente presenta mayor demanda de producción en la empresa “Motor Baja S.A de C.V”, el diseño de sus productos diferencia en tamaño pero sus procesos son similares.

El alcance de la Cadena de Valor de “Industrial Drive” abarca del envío de producto Maquinado (considerado como proveedor) y termina en el área de envío de Producto Terminado. Este tipo de mapeo es considerado de “puerta a puerta” (ver figura 18).

**Figura 18.** Alcance “Puerta a Puerta” del VSM.



Fuente: (Elaboración propia, 2012).

En esta sección se procede a aplicar los conocimientos empíricos para la obtención de la información o mostrar la estructura de los instrumentos que se necesitan para poder procesarla.

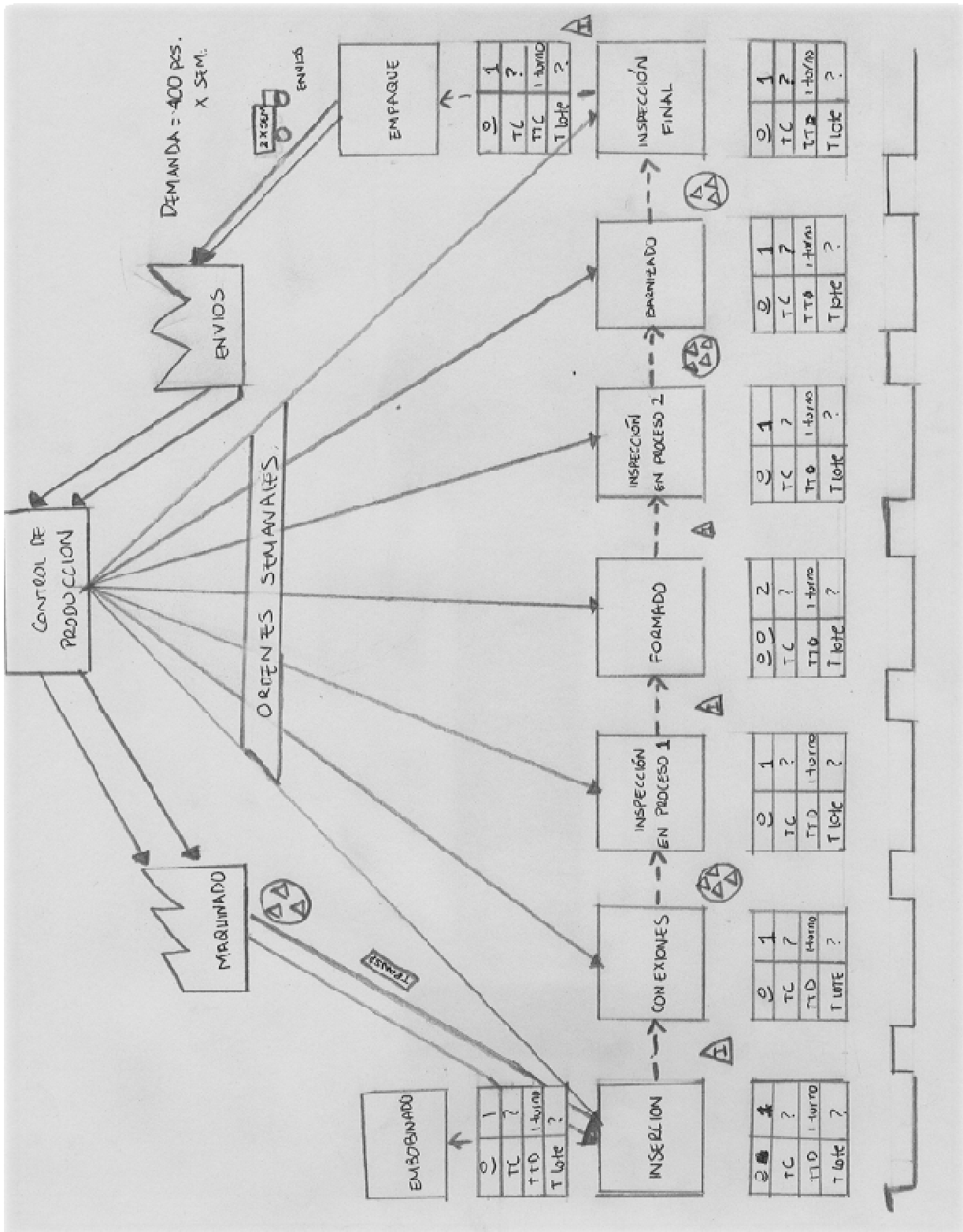
El Mapeo del Estado Actual, comienza definiendo el requerimiento del cliente, por lo cual se procede a determinar el “takt time” (Rapidez a la cual debe de fabricarse un producto para satisfacer la demanda del cliente (Abert, Francisico, & Arcusa, 2004)).

<b>Tiempo diario disponible</b>	<b>9.5 hrs.</b>	<b>34,200 Seg.</b>
<b>Demanda del Cliente</b>	400 pzas. x semana	80 pzas diarias
<b>Takt Time</b>	34,200 seg. /80 pzas.	<b>427 Seg.</b> (7.12 min.)

Para reunir la demanda del Cliente, Industrial Drive debe de producir una pieza terminada cada 6.70 minutos durante tiempo disponible de trabajo.

Después del cálculo de la necesidad del Cliente, el “equipo VSM” procede al recorrido por la línea de “Industrial Drive”, la cual se comienza a mapear a lápiz de forma preliminar a través de observación para realizar la primera vista del estado Actual del VSM; en este punto solo se anotan los procesos y se detecta donde existe inventario (Figura 19).

Figura 19. Vista Inicial del VSM actual de "Industrial Drive".



Fuente: (Elaboración propia, 2012).

Siguiendo con el desarrollo del VSM actual, fue necesario determinar los tiempos de operación para los modelos de “Industrial Drive” (figura 20).

**Figura 20.** Tabla de Tiempo de Operación de los modelos “Industrial Drive”.

# OP.	OPERACIONES	TIEMPO EN MINUTOS
10	Inserción	11.000
20	Conexiones	12.000
30	Inspección en proceso	6.000
40	Formado	4.000
50	Inspección en proceso	4.000
60	Barniz	8.500
70	Inspección Final	3.000
80	Empaque	1.000

FUENTE: (Elaboración propia, 2012).

Nota: En la información anterior (Figura 20) se observa e incluyen en los tiempos operaciones o actividades que agregan y no agregan valor al proceso; algunas actividades que se analizaron fueron tiempos de espera, recorridos, entre otros.

En la figura 21, los iconos de inventario, fueron colocados por observación visual en la línea de producción y posteriormente se describen los inventarios en días con la utilización de la siguiente formula:

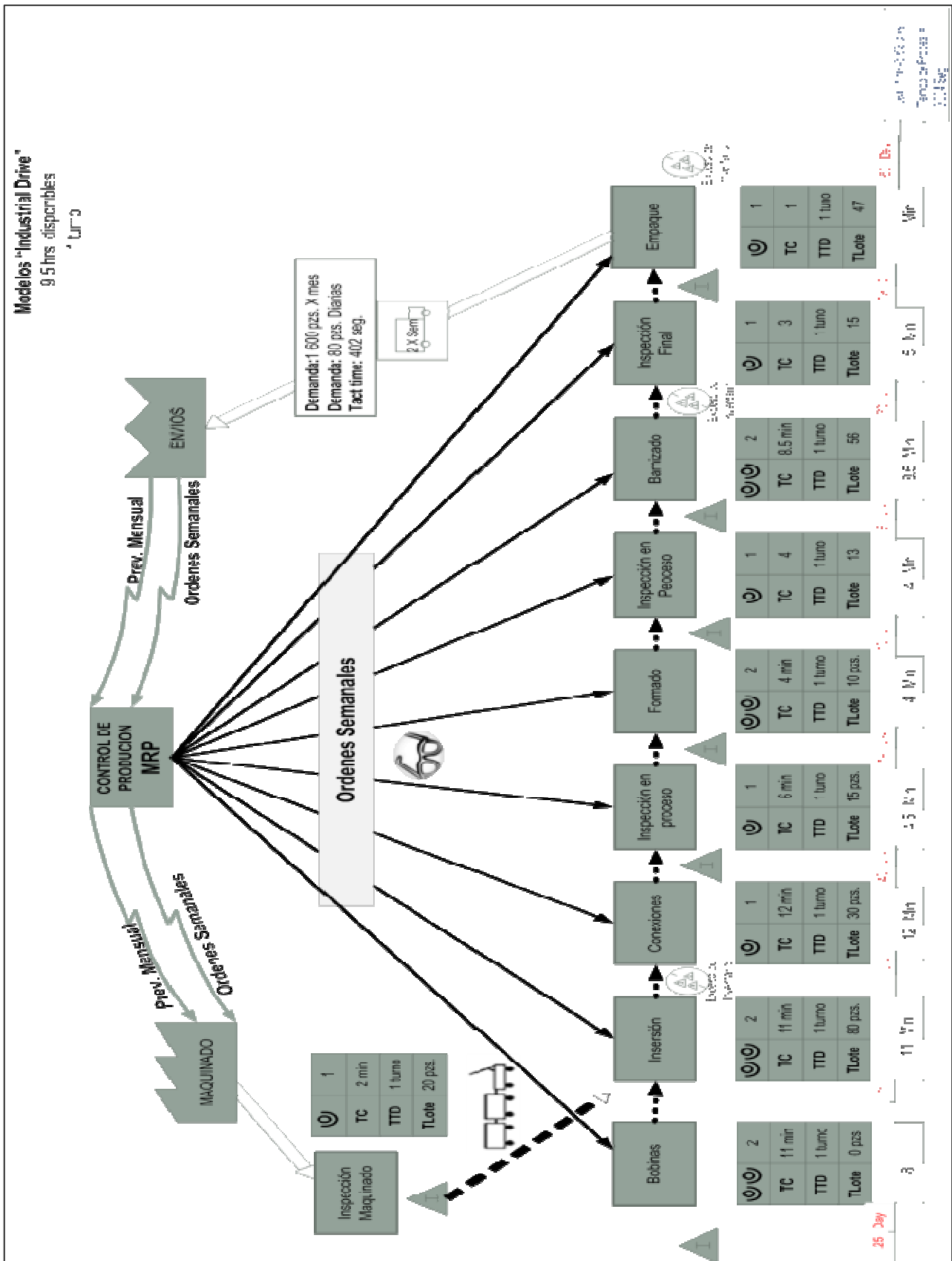
$$\text{Inventario} = \frac{\text{Cantidad de inventario}}{\text{Demanda diaria}} = \text{días}$$

El tiempo de Ciclo por estación de trabajo para el estado actual, fue recabado de información proporcionada de los estándares existentes y supervisión cronometrada.

Con la información recabada de estas actividades, se procede a llenar la información en la parte inferior del “VSM” actual. Las actividades que no agregan valor son identificadas con una línea superior y las actividades que agregan valor con una línea inferior.

La suma de la información anteriormente mencionada, fue requerida para completar el mapeo del estado actual (ver figura 21).

Figura 21. VSM Actual de la familia de "Industrial Drive".

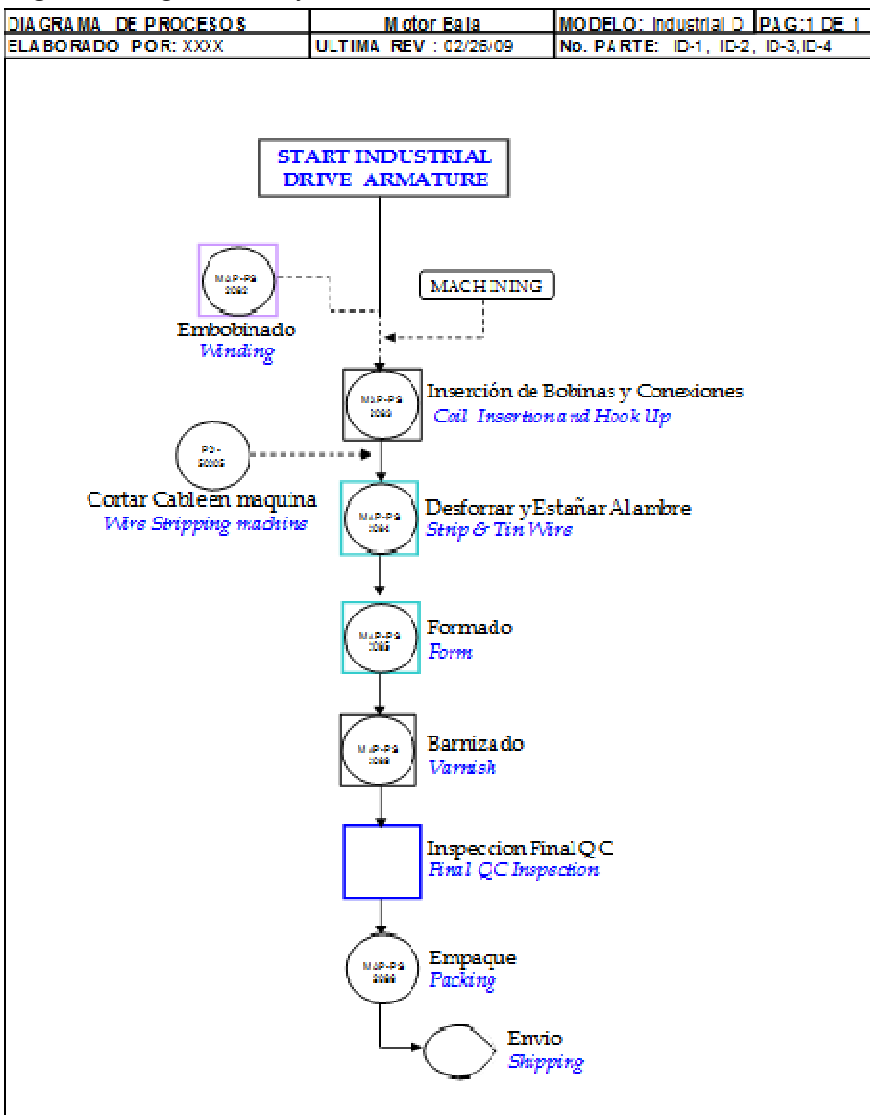


FUENTE: (Elaboración propia, 2012).



Como lo hemos mencionado anteriormente el Mapeo de la Cadena de Valor es una herramienta que ayuda a ver y entender un proceso y a identificar desperdicios; reducir o eliminar desperdicios ayuda a las empresas a ser más competitivas, los desperdicios más comunes en numerosas ocasiones aceptados por las empresas son la sobreproducción, espera, transporte, procesos inadecuados, inventarios, defectos y movimientos, algunos de estos desperdicios se pudieron observar en la realización del Mapeo del Estado Actual de “Industrial Drive”.

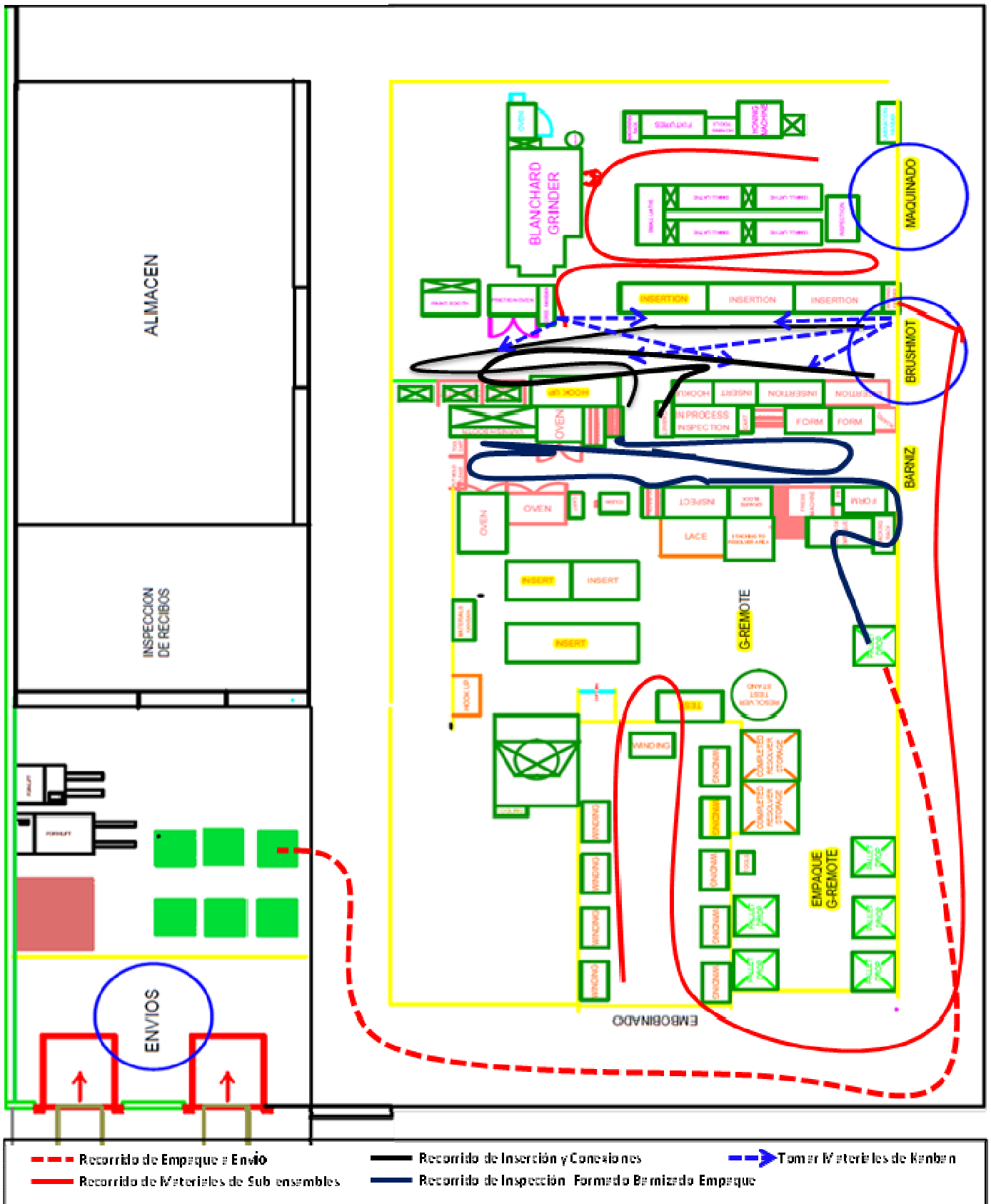
Figura 23. Diagrama de Flujo de Proceso “Industrial Drive”.



FUENTE: (Elaboración propia, 2009).

Una herramienta que se requirió como complemento para dibujar el mapa del Estado Actual, fue el diagrama de flujo de proceso (figura 23). Cuando se realiza recorrido para dibujar el VSM actual se observan los primeros desperdicios que fueron movimiento y transporte, para ejemplificar esto se muestra en un diagrama de espagueti (figura 24).

Figura 24. "Diagrama de Espaguete" del proceso de Maquinado a Envíos. Modelos Industrial Drive.



FUENTE: (Elaboración propia, 2012).

Al observar este desperdicio (figura 24), se trabaja en propuesta de reorganización de las áreas para propuesta de estado futuro. (Figura 25).

**Figura 25.** Propuesta de Layout para estado futuro. Modelos Industrial Drive.



FUENTE:(Elaboración propia, 2012).

Esta propuesta incluye un mejor flujo de materiales desde que inicia el proceso en el área de maquinado y bobinas, hasta envíos.

Siguiendo con el análisis se puede observar también los desperdicios de espera y procesos inadecuados mostrados en las figuras 26, 27 y 28.

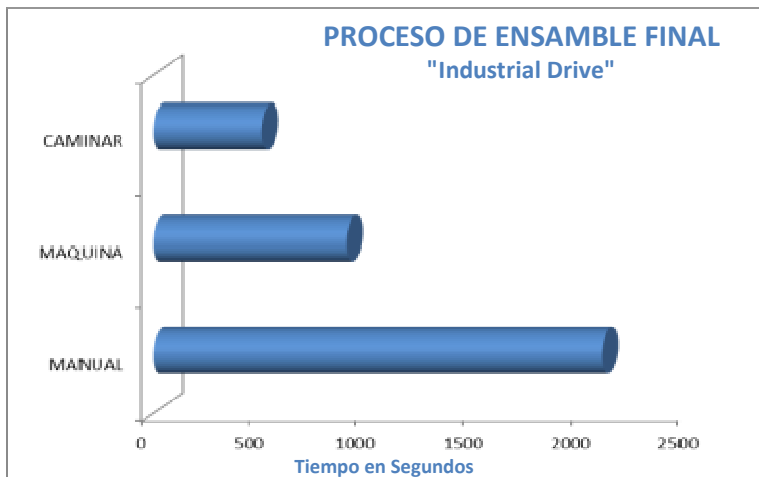
**Figura 26.** Tiempos de Clico desglosados, Modelos Industrial Drive.

Paso	Descripción de Operación	Tiempo (seg.)		
		MANUAL	MAQUINA	CAMINAR
05	Embobinado	149	300	36
10	Inserción	642		18
20	Conexiones	488		232
30	Inspección en Proceso 1	150	60	60
40	Formado	100	77	63
50	Inspección en Proceso 2	196		43
60	Barniz	100	372	38
70	Inspección Final 100%	200	90	10
80	Empaque	60		

FUENTE: (Elaboración propia, 2013).

Para entender el tiempo de espera entre procesos, se desglosan los tiempos requeridos de máquina, manual y cuales son solo recorridos (Figura 26).

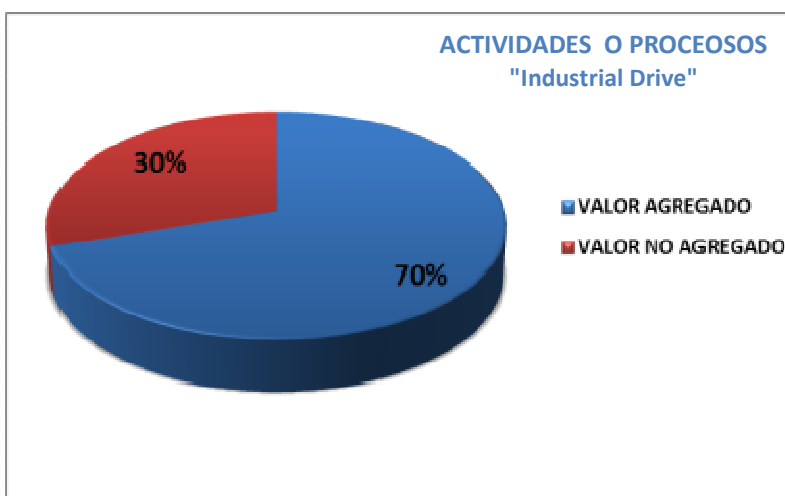
**Figura 27.** Actividades Generales del proceso de Industrial Drive.



FUENTE: (Elaboración propia, 2013).

En términos generales se observa que el proceso es en un 60% manual, posteriormente un 25% en tiempo de máquina y un 15 % de tiempo de recorrido. Con esta información se destaca que gran parte de las operaciones dependen del operario por lo cual se debe de contar con un buen balanceo para evitar tiempos de espera (Figura 27).

**Figura 28.** Valor Agregado Vs Valor no agregado de Industrial Drive.

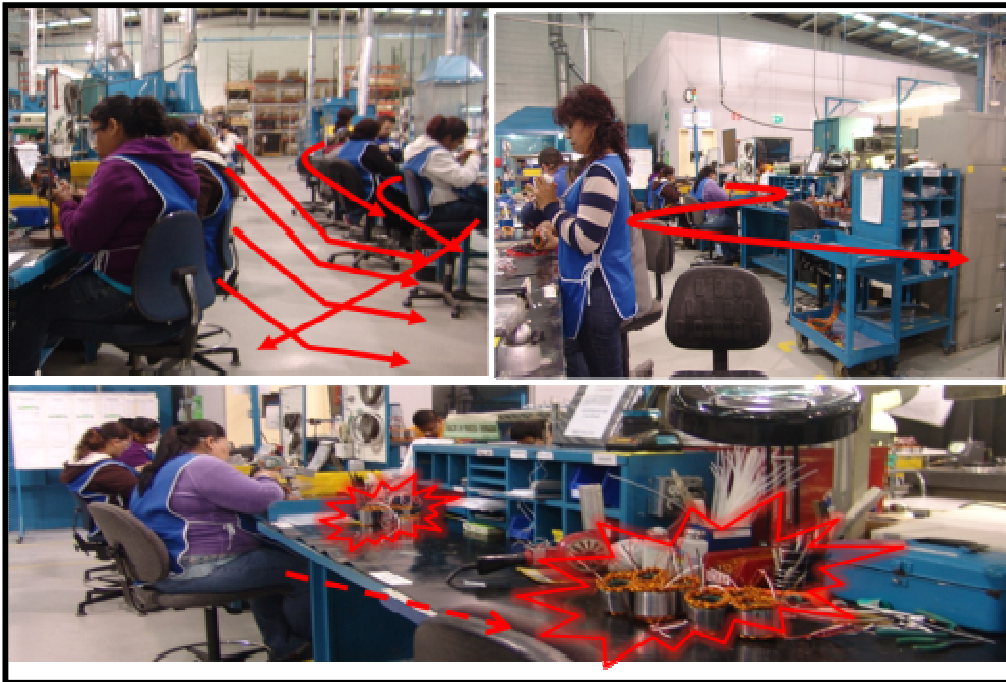


FUENTE: (Elaboración propia, 2013).

Agregando el desperdicio de procesos innecesarios, se puede observar que el 30% de las actividades del proceso de industrial Drive se consideran que no agregan valor, lo cual tiene oportunidad de mejora (Figura 28).

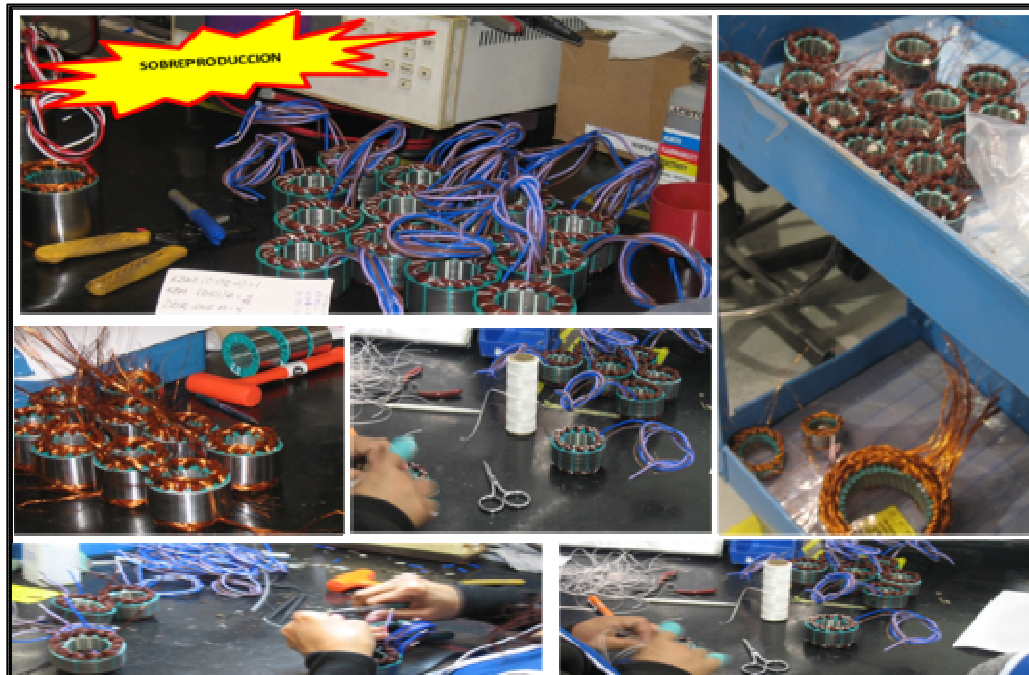
El desperdicio más notable en el recorrido de la creación del Mapeo del estado actual y que fue razón de análisis fue la falta de flujo de proceso y la sobreproducción, esto se presenta en las siguientes fotografías:

**Figura 29.** Flujo de proceso Industrial Drive.



FUENTE: (Elaboración propia, 2013).

**Figura 30.** Muestra de sobreproducción de proceso Industrial Drive.



FUENTE: (Elaboración propia, 2013).

**Figura 31.** Muestra de Inventario Innecesario de sub-ensambles.



FUENTE: (Elaboración propia, 2013).

Como se puede observar en los datos anteriores, en el área de Industrial Drive están involucrados algunos de los siete desperdicios explicados en este análisis, en los cuales se observó la intervención de variables como Mano de obra, Maquinaria, Materiales, Métodos de trabajo, Mediciones y Medio Ambiente (Metodología de las 5M's +1) las cuales pueden afectar directamente los costos de producción.

Como resumen de este análisis, se puede ver que el desperdicio de recorrido, sobreproducción, mal balanceo, inventario no necesario, etc., afecta directamente al **flujo del proceso** el cual se convierte en el mayor desperdicio de la cadena de valor. Una de las principales consecuencias de no tener un buen flujo de proceso es que los envíos no se cumplan en tiempo, provocando un cliente insatisfecho y pérdida de competitividad ya que las principales exigencias de los clientes actuales son calidad, tiempos de entrega y costo.

En la identificación de la causa raíz del problema del presente caso, se concluyó que uno de los factores más importantes que influyen en el riesgo de la pérdida de competitividad de la empresa, es el no cumplir con entregas a tiempo, por lo cual, al coincidir con este análisis, nos obliga a hacer una propuesta de mejora para un estado futuro.

### **3.4. Definición de alternativas de solución y selección de la mejor alternativa**

Después de determinada la metodología a seguir en el presente caso, se identifican las herramientas de Manufactura Esbelta utilizadas para mejorar o eliminar los problemas detectados en el mapeo de la cadena actual y se seleccionan la más apropiadas para el cumplimiento del objetivo.

La metodología de Manufactura Esbelta se consideró óptima para aplicar en este caso, ya que su elevada competitividad se basa en la unión de diversos objetivos como lo son: el logro de un elevado nivel de productividad, la rapidez en entrega de productos, la minimización de costos, la entrega de productos con calidad, entre otros (Patxy Ruiz, 2007).

El objetivo de este caso en particular, se centra en la reducción de costos como consecuencia de la eliminación de desperdicios y en general, de todo consumo innecesario de recursos.

El Mapeo de la Cadena de Valor (VSM) como herramienta de la Manufactura Esbelta busca dar visión a todas esas variables que muchas veces como parte de una empresa no alcanzamos a ver y por consiguiente no podemos solucionar o mejorar, es por eso que en este caso se elige el “VSM” como mejor alternativa para llegar eficazmente a la raíz del problema.

En los puntos anteriores hemos desarrollado el Mapa Actual de la Cadena de Valor del presente caso, la cual fue analizada para detectar algunas anomalías o puntos de mejora; A continuación, se desarrolla el Mapa del estado Futuro de la cadena de Valor, la cual es considerada como una importante herramienta de la Manufactura Esbelta. El propósito del Mapa del Estado futuro, es crear una visión de lo que la cadena de valor podría llegar a ser, así como crear un Plan para llegar a ello.

Para desarrollar el VSM futuro, es utilizado un instrumento (Figura 32) en el cual se destacan diferentes herramientas de Manufactura Esbelta que intervendrán en la solución del problema. Este instrumento fue utilizado a manera lluvia de ideas por el “grupo de VSM” creado para el evento de mejora Continua de los modelos “Industrial Drive”, el cual se conforma por ingeniería, supervisión de producción y el líder del área.

**Figura 32.** Instrumento para desarrollo del VSM Futuro “Industrial Drive”.

<b>Instrumento de Desarrollo de Mapeo de Estado Futuro</b>		
<b>Integrantes:</b> A.A, J.G (Sup. de Prod.), A.S (Líder de línea) B.L, A.C, H.L,E.R, R.C.(Ingeniería)	<b>Cadena de Valor:</b>	Industrial Drive
	<b>Fecha:</b>	Enero, 2013
1) <b>¿Cuál es el “Takt Time” para la familia de Productos Elegida?</b>		
2) <b>¿La Cadena de Valor o proceso será diseñado para almacenar antes del envío o para producir directamente al Cliente?</b>		
3) <b>¿Dónde se puede implementar Flujo de una pieza (“One piece flow”)?</b>		
4) <b>¿Qué “Sistema de Jalón” (“Pull System”) será utilizado entre los procesos desconectados?</b>		
5) <b>Cuáles son los eventos Kaizen (mejora), proyectos o herramientas de Manufactura Esbelta que son necesarios para implementar el estado futuro?</b>		

Fuente: (Elaboración propia, 2013) / Base: (Patxy Ruiz, 2007).

El instrumento se desarrolla a continuación:

1) ¿Cuál es el “Takt Time” para la familia de productos elegida?

<b>Modelos "Industrial Drive"</b>	
<b>Calculo de Takt Time (1 Turno, 1 Familia)</b>	
Horas = <b>10.5</b> Hrs	Seg /parte = <b>567</b>
.- <b>25</b> Minuto Desayuno	Hrs /parte = <b>0.16</b>
.- <b>20</b> Minutos de Comida	Partes /Turno = <b>60</b>
.- <b>15</b> Descanso Intermedio	
Total = <b>9.5</b> Hrs Disponible	
<b>9.5</b> Horas Disponible x 3600 Seg. =	<b>34200</b> Seg. por Dia
<b>34200</b> Seg. Divididos por <b>80</b> Pz./Dia =	<b>428</b> Seg. (Takt Time)
Takt = <b>428</b> Segundos por Pz. o <b>0.12</b> Horas por Pz.	
# Operators = <b>1.3</b>	

<b>Forecast 2013</b>	
Demanda diaria	<b>80</b>
Demanda Semanal	<b>400</b>

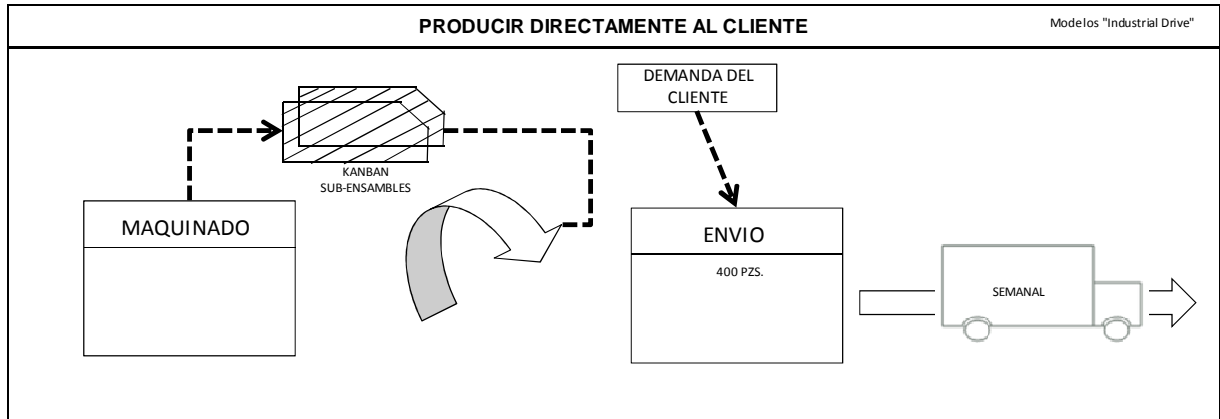
El cálculo del “takt time” es igual que el del Mapeo del Estado Actual. Una vez procesada la primera unidad se debe de producir otra cada 428 segundos para satisfacer la demanda del Cliente.

2) ¿La cadena de valor o proceso será diseñado para almacenar antes del envío o para producir directamente al cliente?

Los productos de la familia de “Industrial Drive” son catalogados a diferencia de los demás, como productos con demanda fija y constante; estos son enviadas a un solo cliente razón más, por la cual se considera diseñar un Sistema de producción directamente al Cliente.

Complementando esto, el proceso de “Industrial Drive” tendrá la necesidad de tener Kanban dentro de este por los sub-ensambles de Maquinado y Bobinas. Estos se representan en la siguiente figura:

**Figura 33.** Tipo de Producción de los modelos “Industrial Drive”.



Fuente: (Elaboración propia, 2012).

### 3) ¿Dónde se puede implementar flujo de una pieza (“One piece flow”)?

El estudio de Capacidad (figura 34) fue desarrollada con el Mapeo del Estado actual, en la cual se puede observar que hay una gran discrepancia entre los tiempos de ciclo y el “takt time” requerido de algunas operaciones, lo cual trae como consecuencia Sobre inventario, tiempos de espera (que forman parte de los 7 desperdicios hablados en el análisis del estado actual) y la necesidad de implementar un sistema de flujo de “una pieza a la vez”.

**Figura 34.** Estudio de Capacidad de modelos “Industrial Drive”.

HOJA DE CAPACIDAD DE PROCESO DEL VSM			
<b>Demanda Diaria:</b> 80 pzas.		<b>Fecha de Preparación:</b> Dic, 2012.	
<b>Seg. De Operación por turno:</b> 34,200 Seg.		<b>Cadena de Valor:</b> Industrial Drive	
		<b>Completado Por:</b> Equipo VSM.	
# OPERACION	DESCRIPCION DEL PROCESO	OCT (Seg.) (Tiempo de Ciclo del Operador)	CAPACIDAD POR DIA (Pzas.)
10	Inserción	660	52
20	Conexiones	720	48
30	Inspeccion en proceso	270	127
40	Formado	240	143
50	Inspeccion en proceso	240	143
60	Barniz	510	67
70	Inspeccion Final	300	114
80	Empaque	60	570

Fuente: (Elaboración propia, 2013).

**Figura 35.** Tiempo de Ciclo Actual contra Tiempo de Ciclo Futuro.

#OP	Descripcion de Operacion	SITUACION INICIAL		SITUACION FUTURA		
		T Ciclo (seg.)	Operarios	T Ciclo (Seg.)	Operarios	#OP
05	Embobinado	485	1	449	Pull Syst	05
10	Inserción	660	1	642	2	10
20	Conexiones	720	1	488	2	20
30	Inspección en Proceso 1	270	1	90		
40	Formado	240	1	177	1	30
50	Inspección en Proceso 2	239	1	136		
60	Barniz	510	1	352	1	40
70	Inspección Final 100%	300	Insp.	290	Insp.	50
80	Empaque	60	1	60		

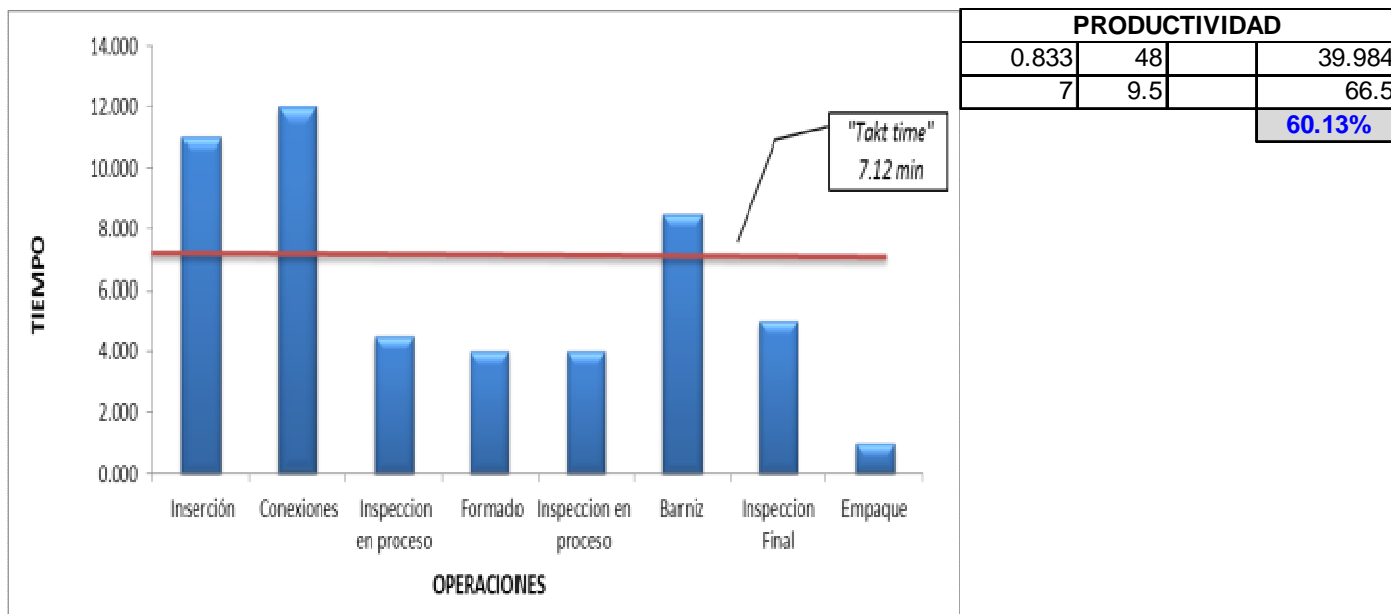
Fuente: (Elaboración propia, 2013).

En la situación nueva se ha mejorado; se han reducido 710 segundos de Tiempo de Ciclo y un operario.

Para alcanzar las metas de ciclo futuro, es necesarios por tiempos del proceso de embobinado (y debido a que son tiempos de máquina), manejarlo como un sistema de “Jalón” o “Kanban” ya que este se maneja como sub-ensamble, En el área de Inserción es necesario el mejoramiento de la distribución del área para eliminar los tiempos de recorrido y traslado, así como también es necesario colocar a otro operario para mantener un flujo continuo y alcanzar la demanda del cliente (figura 34). En la estación de Conexiones con la distribución propuesta se evitan tiempos de recorridos y se agrega un proceso indispensable de la inspección 1 para que la inspección restante pueda ser eliminada, ya que se observa una falla de “sobre inspección (valor no agregado). La estación de formado e inspección de procesos 2, se unen para formar una sola operación, el alcance de esto será la creación de fixturas de barnizado para aumentar la capacidad del horno, así como la creación de fixturas o herramientas poka-yoke para las mediciones de formado. Como la inspección final es requerido en un 100% y no por muestreo, se sugiere que la misma inspectora coloque la pieza en la caja previamente formada para evitar defectos de calidad por manejo y optimización de tiempos de ciclo (figura 35).

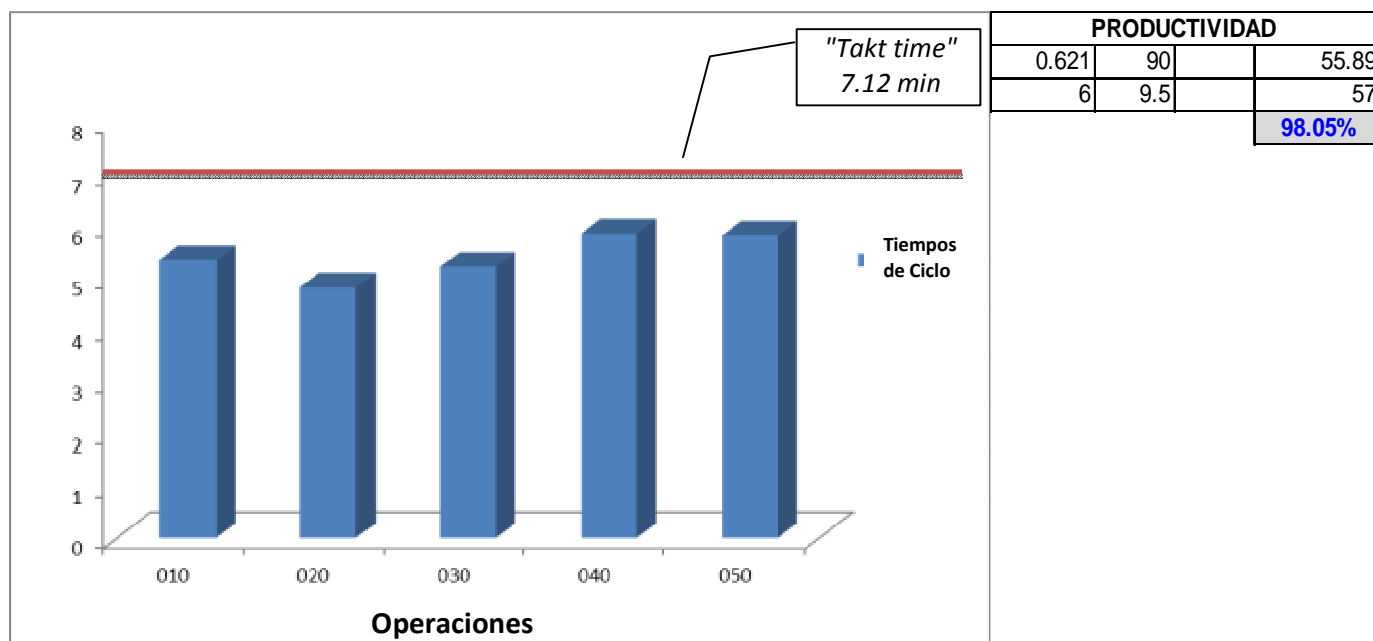
En las siguientes graficas se puede observar la diferencia entre el balanceo de la situación inicial y la Situación futura propuesta:

Figura 36. Balanceo de Línea Industrial Drive, Situación Actual.



Fuente: (Elaboración propia, 2013).

Figura 37. Balanceo de Línea Industrial Drive, Situación Futura.



Fuente: (Elaboración propia, 2013).

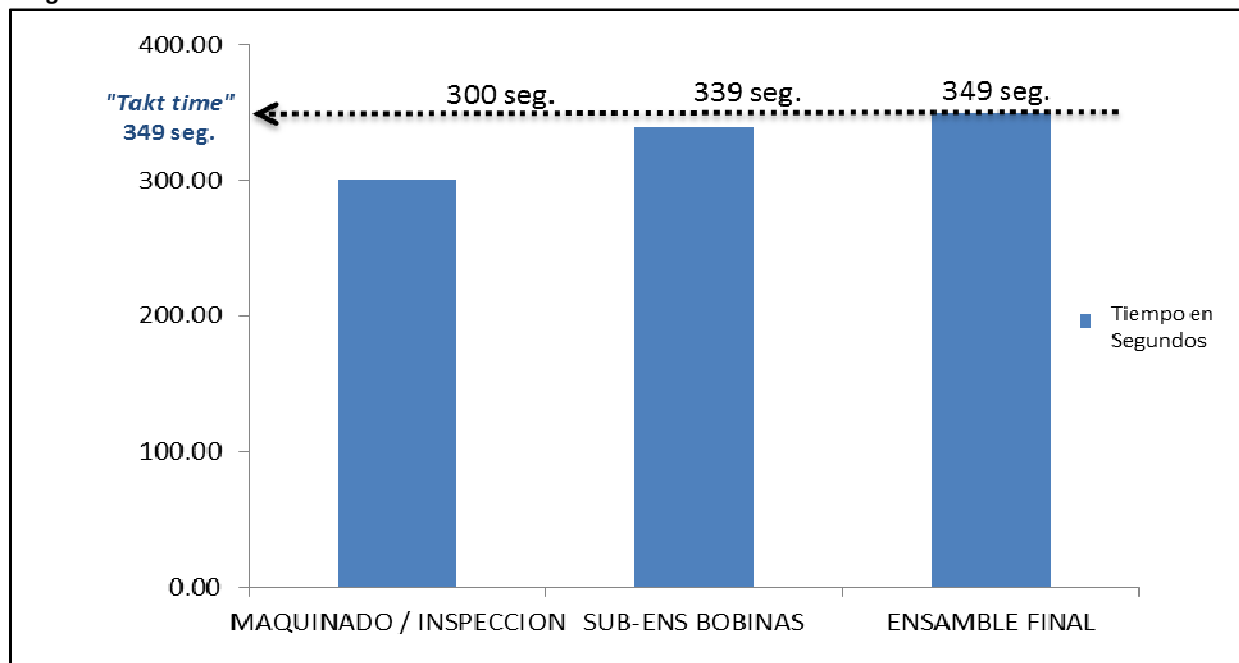
Hablando en términos Generales podemos analizar las mejoras que se pueden hacer en los procesos de proveedores y clientes internos, trayendo como consecuencia la mejora del “*takt time*” aumentando la capacidad de proceso, lo cual nos permite estar preparados para el incremento de la demanda.

Debido a que el tiempo de maquinado es inferior a los diferentes procesos ( riesgo a sobreproducción), se propone incluir la inspección maquinado a la misma estación debido a que esta es una operación técnica que consiste procesar e inspeccionar a la vez.

En el área de bobinas con la restructuración de la distribución del área se logra una mejora del “*takt time*” de 453 segundos a 339; en el proceso de ensamble final, con el balanceo de línea presentado en la figura 37, el “*takt time*” mejora de 720 segundos a 349 segundos (figura 38).

Balance de proceso proveedor interno- sub ensamble y ensamble final			
Takt Time	Maquinado / Inspección	Sub-ens. bobinas	Ensamble Final
Antes	180 / 120	453.18	720.00
Después	300.00	339.00	349.20

Figura 38. “Takt time” Situación Futura de modelos Industrial Drive.



Fuente: (Elaboración propia, 2013).

**4) ¿Qué “Sistema de jalón” (“Pull System”) será utilizado entre los procesos desconectados?**

Los sistemas de jalón serán implementados donde el proceso de “una pieza a la vez” es interrumpido”. En este caso los procesos que presentan interrupción son los sub-ensambles de embobinado y maquinado, para lo cual se necesitará implementar los sistemas Kanban.

**Partes del proceso de maquinado**

Por ser un área compartida para diferentes cadenas de valor, y el costo que significaría la compra de equipo específico para cada área, en un Evento Kaizen (Mejora Continua), el equipo VSM definirá la cantidad de días de inventario necesario para no interrumpir el flujo de proceso de industrial Drive y éste pueda cubrir con la demanda.

**Partes del proceso de embobinado**

En esta área, a diferencia de Maquinado, se puede hacer una distribución de equipo y maquinaria para cada cadena de valor, trayendo como beneficio menos tiempo de transportación del material; sin embargo, por el tiempo de ciclo, es necesario colocar un Sistema Kanban en el cual los días de inventario serán definidos por el equipo VSM en un evento Kaizen.

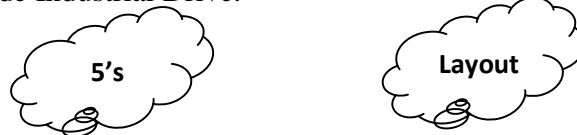
**5) Cuáles son los eventos kaizen (mejora), proyectos o herramientas de manufactura esbelta que son necesarios para implementar el estado futuro?**

Kaizen es la herramienta principal de la Manufactura esbelta después de aplicar el VSM, ya que las actividades de mejoramiento se desarrollan de manera sistemática. Existen tipos de Kaizen Formales e Informales, en este caso, se planteará un Kaizen formal, ya que este se planea y programa indicando la situación actual y futura así como el impacto sobre algunos indicadores de rentabilidad.

Mientras se desarrollaba el Estado Futuro, varias áreas fueron identificadas con necesidad de cambios significantes a fin de implementar el nuevo flujo de material e información.

Las herramientas de Manufactura Esbelta recomendadas para alcanzar estos cambios son las siguientes:

5's: Como se pudo observar en el análisis del área de trabajo existen áreas de oportunidad referentes a organización y Estandarización de Controles con el fin de minimizar tiempos de recorridos; en este evento también se implementarán el layout propuesto (esquema de distribución) del área de Industrial Drive.



Evento de Trabajo estándar en el área de ensamble final para reducir tiempos de Ciclo y optimización de operarios (en este evento se aplicaran los balanceos de línea).



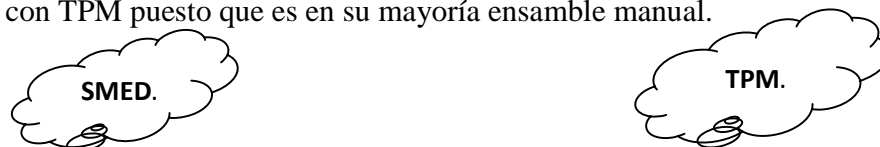
Un evento para implementar el sistema “*Heijunka o Just in time*” (Justo a tiempo: Solo lo que el cliente necesita y cuando lo necesita) en el área de maquinado ya que en este caso se plantea como proveedor, siendo su cliente el área de ensamble final de “Industrial Drive”.



Evento de Flujo Continuo: en este evento de mejora entran los sub-ensambles mencionados (Bobinas y Maquinados) para crear un “Sistema de Jalón” o Kanban de procesos. Otro tipo de mejora en este evento podrá ser la implementación del “*one piece flow*” (flujo de una pieza) en los procesos que apliquen con el fin de impactar de manera positiva en los tiempos de ciclo.



Para aportar al flujo de proceso se propone eventos de reducción de tiempos de Set-up de maquinaria en las áreas de Embobinado y Maquinado. En la línea o área de proceso final se complementará con TPM puesto que es en su mayoría ensamble manual.



El VSM fue la principal herramienta de Manufactura Esbelta que utilizamos para ver y entender el flujo de material.

### 3.5 Desarrollo de la estrategia de implementación y su costo

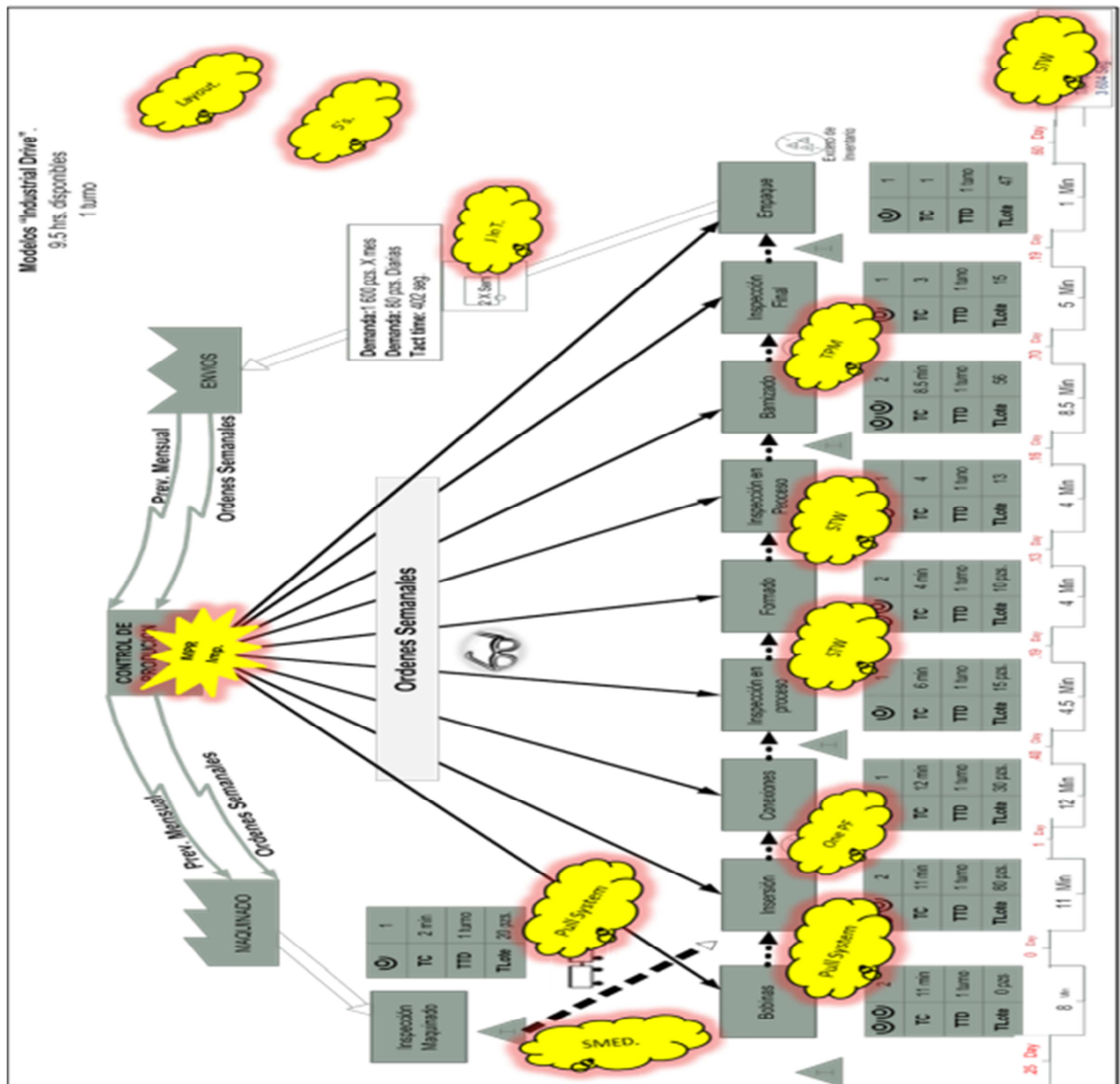
#### (4) Mapa del estado futuro

Después de haber establecido las características básicas de una cadena de valor esbelta, se realiza un VSM futuro para el desarrollo de la estrategia de la Manufactura esbelta.

Lo que buscamos con el VSM futuro, es el establecimiento de lo que necesita ocurrir en el momento que necesita ocurrir.

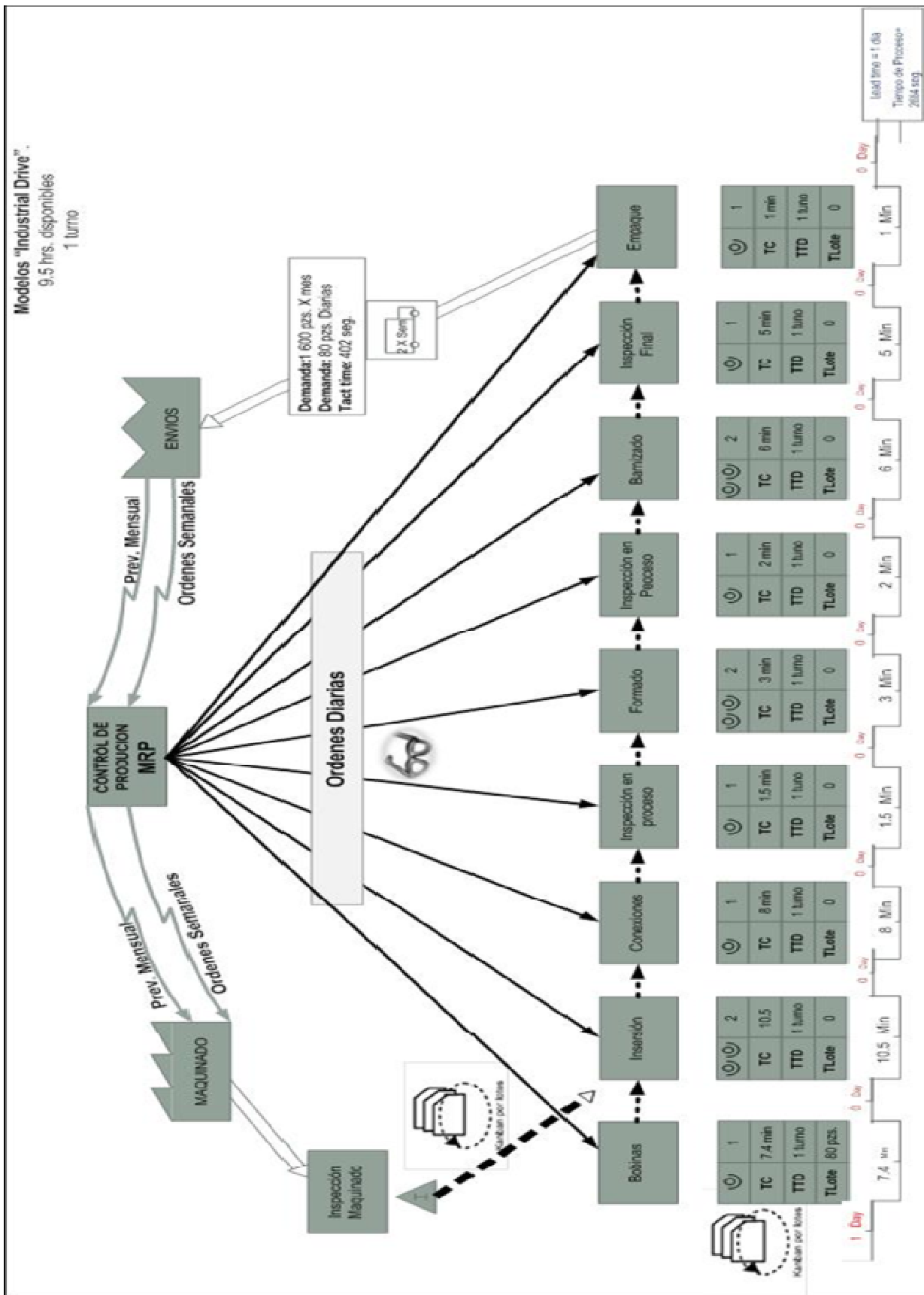
La construcción del estado futuro, parte del análisis del estado actual, en el cual se establecen las acciones o eventos requeridos para el alcance de los objetivos (figura 39 y 40).

**Figura 39.** Primera Vista, VSM Futuro de modelos Industrial Drive.



Fuente: (Elaboración propia, 2013).

Figura 40. VSM Futuro de modelos Industrial Drive.



Fuente: (Elaboración propia, 2013).

Al mismo tiempo que el Estado futuro es creado, un plan de acción Kaizen debe de ser creado para el alcance del estado futuro propuesto. La figura 41 representa como debe desarrollarse la implementación de las mejoras, así como el costo que estas implican.

**Figura 41.** Propuesta de Plan de Acción "Kaizen" para alcance de VSM futuro "Industrial Drive",

<b>Plan de Acción "Kaizen"</b>			
<b>Acción</b>	<b>Líder De Equipo</b>	<b>Fecha Limite</b>	<b>Costo</b>
Implementación de layout propuesto en área de ensamble final, embobinado y envíos.	E. R	May-2013	\$700 dlls.
Evento 5's en áreas involucradas	A.C.	May-2013	\$200 dlls.
Implementación del Balanceo de Línea propuesto y "one piece flow" en el área de ensamble final	B.L.	Jun-2013	\$0
Evento para implementación de "Heijunka" en el área de Maquinado	J.G.	Jun-2013	\$50 dlls.
Evento para implementación de Kanban ("Sistema de Jalón") en las áreas de maquinado y Embobinado.	R.C.	Jun-2013	\$50 dlls.
Evento SMED en las áreas de Maquinado y Embobinado	H.L.	Jul-2013	\$0
Evento TPM en área de Ensamble Final	H.L.	Jul-2013	\$0

Movimiento de ductos y Electricidad

Papelería y herramientas de organización

Tarjetas

Tarjetas

Fuente: (Elaboración propia, 2013).

## Capítulo IV. Conclusiones y Recomendaciones

Es importante concluir con el papel esencial que juega el VSM como herramienta de la metodología de Manufactura Esbelta, ya que ayuda a mostrar las fuentes de desperdicio en la cadena de valor, provee un lenguaje común para que este sea entendible para los involucrados, forma la base de un plan de acción para mejora (Kaizen), forma el enlace entre el flujo de información y el flujo de material y uno de los aspectos más importantes, describe a detalle cómo está operando tu cadena de valor hoy y como esta debería de operar en el futuro.

Los resultados de la aplicación de este caso en términos generales serían de gran impacto ya que se visualizan grandes mejoras que intervienen directamente en el problema presentado (riesgo de pérdida de competitividad por tiempos de envío y costo). Los resultados más factibles se presentan a continuación:

- Reducción de tiempos de proceso en un 26%. Con el análisis del VSM se detectan cuáles son los procesos u operaciones de la Cadena de Valor que requieren una mejora (que no agregan valor) ya sea eliminando tiempos muertos, optimizando los tiempos de “set-up” o reduciendo movimientos innecesarios.
- Con el análisis del “takt time” requerido (primer pregunta para la creación del VSM futuro) se estudia la capacidad de la línea y se detectan recursos innecesarios lo que nos da la oportunidad de reducir el personal designado del área en un 14%.
- En el análisis del VSM se visualiza también que los tiempos no están distribuidos de manera equitativa, por lo cual con los datos proporcionados del mapa actual, se propone un balanceo de línea, obteniendo una mejora del 63% en productividad (38 puntos porcentuales).
- El “lead time” de la cadena de valor, representa el flujo de materiales o inventarios innecesarios que se encuentran dentro de ésta, lo cual es razón de enfoque en el análisis del VSM, ya que como anteriormente se ha mencionado, un flujo de materiales sin control, representa una probabilidad cercana a no cumplir con la meta de entrega de producto a tiempo; en este caso, con la propuesta en el Mapeo de la Cadena de Valor del Estado Futuro se logra reducir el “lead time” de 3.62 días a 1 día.

- Como se menciona en el caso, la demanda requerida es de 80 piezas diarias, sin embargo, una vez implementada la propuesta del VSM futuro, la capacidad de línea aumenta de 48 piezas a 98 piezas, lo que nos genera oportunidades para incrementos de demanda, adquisición de nuevos negocios e incluso mantenimientos preventivos para mantener los equipos en óptimas condiciones.
- Aunado a estos datos comprobables, con la implementación de la propuesta futura, otras mejores factibles son mayor organización de la planta que nos permite tener lo que se necesita donde se necesita, reducción de movimientos innecesarios, reducción de tiempos de set-up y maquinas caídas, todo esto con el objetivo de aumentar la eficiencia en general, que nos permitirá mantenernos rentables y competitivos.

El producir de manera eficiente en la Cadena de Valor optimiza los costos de Manufactura del producto; ejemplificando los de mayor impacto en este caso en particular, con la implementación de la mejora del balanceo de línea, se obtiene una reducción del 40% en pago de mano de obra en proceso, ya que con el balanceo propuesto, se redujeron 4 operarios alcanzando la misma Demanda.

Otra mejora de gran impacto, es la reducción del 72% de costos de inventarios en procesos ya que de \$20 272 dólares en inventarios se redujo a \$ 5 600 dólares de inventarios por día.

Otro costo que se evitaría con la implementación del VSM futuro, es el costo por fletes de envío (\$5000 dólares por envío) ya que con todas las mejoras de Manufactura analizadas, se minimiza el riesgo de que el material no fluya eficientemente y no se alcancen las metas de envío pero lo más importante, evita el costo de perder a un cliente por el incumplimiento de sus requerimientos.

El motor que nos impulsa a mover los eslabones que forman nuestra Cadena de Valor está enfocado a la satisfacción de nuestros clientes, creando así, una cadena que tenga la capacidad de reaccionar satisfactoriamente a la demanda y variación de productos en el mercado cuando esto sea requerido.

Muchas empresas han aplicado las estrategias de Manufactura esbelta sin tener en cuenta la Cadena de Valor, los resultados pueden ser buenos pero no tan eficientes como cuando se toma en cuenta el VSM.

Es recomendable que la empresa adopte la herramienta del VSM como un visor de oportunidades de mejora y una forma de medir el desempeño del proceso para la solución de mejoras de forma eficiente.

Una vez que la empresa adopte esta herramienta como parte de su metodología, se recomienda dar seguimiento a las acciones derivadas de las salidas de un VSM (Plan de Acción Kaizen) para la obtención de resultados comprobables, tomando en cuenta que la herramienta te enseña a ver dónde se encuentra el desperdicio y los desperdicios se transforman en costos.

Por último, es recomendable que cuando sea necesario tomar decisiones estratégicas en la cadena de valor y se necesite saber con certeza si se puede cumplir con el objetivo, se utilice el VSM como visión general, pudiéndose mencionar como ejemplo que en la cotización de un nuevo negocio o producto, este puede proveer información de capacidad, tiempos de entrega, número de operadores, tiempos de tarea, etc.

Es importante recalcar que el uso del VSM es algo sencillo pero extremadamente potente, este es una herramienta “de lápiz y papel” que ayuda a ver y comprender el flujo de materiales y de información a medida que el producto se está transformando y que es esta información, la que nos ayuda a detectar las oportunidades de mejora que nos hacen permanecer en la competencia.

## **Bibliografía.**

- Banco Internacional de Desarrollo. (2001). *Competitividad: El factor del crecimiento*. New York, E.U.: IDB bookstore.
- Abert, S., Francisico, G., & Arcusa, I. (2004). *Diseño de Sistemas Productivos*. Madrid: Díaz de Santos SA.
- Albertini, R. (2007). *La gestion de los costos en Lean Manufacturing*. España: Netbiblo.
- Candía, G. (2006). *Administración del Desperdicio (Scrap) en la manufacturera de equipos de manos libres*. Tijuana: Instituto Tecnológico de Tijuana.
- Castillo, R. (10 de Febrero de 2009). La competitividad en época de crisis. *CNN expansion*, pág. 1.
- Chapman, S. N. (2006). *Mapeo de la Cadena de Valor*. México: Pearson educacion.
- Chase, R. (2002). *Operation management for competitive Advantage*. New York: McGraw-Hill.
- Delgado C., J. M. (03 de Octubre de 2011). Logística y Cadena de Suministro. *OpusNova*, págs. 1-1.
- Edtmayr, T., Kuhlman, P., & Sihn, W. (2011). Methodical approach to designing workplaces and increasing productivity based on Value Stream Mapping. *FAMENA XXXV-1*, 91-99.
- Escalante Vázquez, E. (2006). *Análisis y mejoramiento de la calidad*. México: Limusa.
- Feld, W. M. (2002). *"Lean Manufacturing: Tools, Techniques and how to use them"*. New York: Santa Lucie: McGraw-Hill.
- Flores Ortiz, V., Vega López, A., & Chávez Moreno, A. (2012). *Competitividad y Capital Humano*. Tijuana, B.C., México: Ediciones ILCSA S.A. de C.V.
- Flores, J. F. (Noviembre de 2005). Manual de mapeo de cadena de valor. *Gestopolis*, pág. 1.
- Gutierrez, H. (2004). *Conceptos basicos de la Calidad*. México: Mc Graw Hill.
- Hamind, N. (2000). *Administracion de operaciones y producción*. Colombia: McGraw-Hill.

- Hansen, D. R., & Mowen, M. M. (2003). *Administración de Costos*. Cd. de México: International Thomson.
- Heinemann, K. (2003). *Introducción a la Teoría de la Investigación Empírica*. España: Paidotribo.
- John, D. D., Radebaugh, L. H., & Sullivan, D. P. (2004). *Negocios Internacionales - Ambientes y Operaciones*. Edo. México: Pearson Education Inc.
- Lovelle, J. (2001). "Use Value Stream Mapping to reveal the benefist of lean manufacturing". *IIE Solutions*, 27-33.
- M., C. J. (2002). *Competitividad*. Mexico: Abya Yala.
- M., F. W. (2002). *Lean Manufacturing: Tools, Techniques an d how to use them*". New York:Santa Lucie: McGraw-Hill.
- Mangones, G. H. (2006). Costos. En G. H. Mangones, *Diccionario de Economía* (pág. 94). Colombia: Universidad cooperativa de colombia.
- Michel L, G. (2002). *Lean Six Sigma:Combining Six Sigma Quality with Lean Speed*". New York: McGraw-Hill.
- Mier Rios, A. A. (2006). *Mapeo de la Cadena de Valor*. Mexico: Tesis uson.
- Miranda, L. N. (2006). *Seis Sigma: Guia para principiantes*. Mexico D.F.: Panorama.
- Paciarott, i. C., Ciatteo, V., & Giacchetta, G. (2011). Value stream mapping implementation in the third sector. *Springer*.
- Patxy Ruiz, d. A. (2007). *La Gestion de Costos en Lean Manufacturing*. España: Netbiblo, S.L.
- Pereira, R. (2008). *Guide to Lean Manufacturin*. USA: L.S.S Academy.
- R.B., C. (2002). *Operation management for competitive Advantage*. New York: McGraw-Hill.
- Reyes, P. (2002). Manufactura delgada y six sigma en empresas mexicanas. *Revista de Contaduria y administración*, 53.
- S.P., V., & K., S. (2010). Reduction of Wastages in Mtor Manufacturing Industry. *JJMIE*, 579-590.

- Sacristan, F. R. (2010). *5'S. "Orden y Limpieza en el Puesto de Trabajo"*. Madrid: Fundación Confemental.
- Shingo, S. (1987). *"The poka - Yoke System I"*. Japan: Cambridge Massachsetts and Norwalk.
- Vendan, S., & K., S. (2010). Reduction of Wastages in Motor Manufacturing Industry. *JJMIE*, 579-590.
- William M, F. (2002). *"Lean Manufacturing:Tools, Techniques and how to use them"*. New York: Santa Lucie: McGraw-Hill.