ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción

"Metodología para Mejorar un Proceso de Ensamble, Fundamentado en la Aplicación del Mapeo de la Cadena De Valor"

TESIS DE GRADO

Previo la obtención del Titulo de:

INGENIERO INDUSTRIAL

Presentado por:

Carlos Alfredo De Loor Platón

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2007

AGRADECIMIENTO

A Dios todo poderoso, a la virgen María por su intersección ante él y de manera muy especial al Dr. Kléber Barcia por su invaluable apoyo e

infinita paciencia al apuntalar este trabajo.

DEDICATORIA

MIS PADRES

A MI PROPIO ESFUERZO

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Ing. Eduardo Rivadeneira P. DECANO DE LA FIMCP PRESIDENTE	Dr. Kléber Barcia V. DIRECTOR DE TESIS

Ing. Jorge Abad M.
VOCAL

Ing. Denise Rodriguez Z.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL"

(Reglamento de Graduación de la ESPOL)

_____

Carlos Alfredo De Loor Platon

RESUMEN

En el presente proyecto de tesis se procederá a demostrar los beneficios que se logran mediante la adopción de las técnicas de la manufactura esbelta a un sistema productivo (de ensamble). Se aplicará una metodología que ayudará a visualizar los problemas de la cadena logística del proceso de una empresa determinada dedicada a la venta de partes de computadores personales y PC`s ensamblados, y el proceso genérico de ensamblaje de un PC (desde la perspectiva de todas las actividades micro que realiza el ensamblador). Se busca realizar un contraste entre la manera tradicional de trabajo aplicada en los procesos de ensamble de las empresas y lo que serían si se lo hiciese bajo los preceptos de la manufactura esbelta.

El objetivo que busca la presente tesis es mejorar un proceso de ensamblaje apoyándose fundamentalmente en la aplicación de la técnica de mapeo de la cadena de valor.

Para el cumplimiento de lo planteado, se empezará realizando un vistazo literario de la manera tradicional de producción y de los fundamentos

teóricos que rigen las técnicas de la manufactura esbelta, además se definirán algunos indicadores que ayudarán a contrastar la eficiencia de ambas formas de trabajar. Seguidamente se describirá un proceso tradicional de ensamble (mismo que será objeto de nuestro estudio), hecho esto se aplicará la metodología planteada que nos ayudará a conocer el proceso e identificar los problemas del mismo para así plantear las mejores técnicas que ayuden a solucionar dichos problemas, y como deberá ser el proceso una vez que se desarrollen las mejoras planteadas.

Con lo anotado se efectuará una proyección del impacto de las mejoras en los indicadores planteados, para así llevar a cabo la comparación de dichos indicadores en las situaciones actual y futura (planteada) del proceso. Este trabajo dejará formulado un plan de implementación de cómo conseguir las mejoras que se deriven de la aplicación de las técnicas seleccionadas.

Finalmente se realizará un análisis de los resultados que arroje la comparación de los indicadores, y terminará con la formulación de algunas recomendaciones que condensen aspectos trascendentales del proyecto. Además, se expondrán conclusiones que se deriven de los ejercicios llevados a cabo a lo largo del proyecto.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

RESUMEN……

…I

ÍNDICE

GENERAL……II

ÍNDICE DE

FIGURAS……...III

ÍNDICE DE

TABLAS…….IV

INTRODUCCIÓN……

1

CAPITULO 1

1.

Antecedentes……

1.1

Justificación……

1.2 Objetivo……...

1.3 Metodología……

1.4 Estructura de la tesis……

CAPITULO 2

2. Revisión literaria……...

2.1 Principios tradicionales de producción……..

2.2 Fundamentos teóricos de técnicas de mejora para los procesos productivos……..

2.3 Definición de indicadores…….

CAPITULO 3

3. Descripción del proceso……..

3.1 Línea de ensamble tradicional…….....

CAPITULO 4

4. Desarrollo de la metodología……..

4.1 Desarrollo del mapeo de la cadena de valor del estado actual…….....

4.2 Medición de indicadores……..

4.3 Identificar los problemas del sistema productivo…….

4.4 Seleccionar las técnicas de mejoramiento y análisis de movimientos del proceso de ensamblaje de ordenadores…….

4.5 Desarrollo del mapeo de la cadena de valor del estado futuro……..

CAPITULO 5

5.

Evaluación…….

5.1 Proyección de los indicadores……..

5.2 Diseño del plan de acción para la implementación…….

5.3 Comparación de indicadores y análisis de resultados esperados……

5.4 Análisis de costo – beneficio……...

CAPITULO 6

6.1

Conclusiones…….

….

6.2

Recomendaciones……

…

ANEXOS

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1.1 Metodología de la tesis…….

Figura 2.1: Funcionamiento del sistema Justo a Tiempo……...

Figura 2.2: Estructura del dibujo de un mapa de cadena de valores "Estado Actual"…….

Figura 2.3: Estructura del dibujo de un mapa de cadena de valores "Estado Futuro"…….

Figura 2.4: Formato para el registro de tiempos con cronómetros……...

Figura 2.5: Clasificación de los Therbligs según su eficiencia o efectividad e ineficiencia o inefectividad……...

Figura 2.6: Métodos de Tiempos Predeterminados……

Figura 3.1 Proceso logístico de la empresa desde el pedido del cliente hasta la entrega del artículo…….

Figura 4.1: Iconos de cliente proveedor y control de producción…….

Figura 4.2: Colocación de demanda, requerimientos y trabajo…….

Figura 4.3: Representación de las entregas desde los proveedores a la empresa, y desde la empresa hasta los clientes……

Figura 4.4: Colocación de los Iconos de proceso e información……..

Figura 4.5: Inserción de las medidas de los procesos, líneas de información y la cantidad de operarios en cada estación de la cadena logística……..

Figura 4.6: Inserción de icono de inventario, empuje, línea de tiempo y cálculo de los tiempos de entrega y transformación del proceso……..

Figura 4.7: Función escalón del tiempo de producción de las estaciones de ensamblaje y embalaje en función del número computadores y sus dos operarios…….

Figura 4.8: Capacidades productivas de cada estación…….

Figura 4.9: Gráfica de balanceo del trabajo…….

Figura 4.10: Gráfica de comparación del tiempo de ciclo antes y después de la aplicación de la célula de manufactura……..

Figura 4.11: Inserción de icono la célula de trabajo, caja y clientes……

Figura 4.12: Cronograma de pedidos y llegadas a los proveedores de partes.....

Figura 4.13: Inserción de tarjeta Kanban "interno" de retiro de partes……

Figura 4.14: Inserción de línea de tiempo, programación y objetivos Kaizen.....

Figura 5.1: Capacidades productivas de cada proceso de la célula……

Figura 5.2: Gráfica del Costo de Inversión vs. Beneficios de las acciones de mejora……

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

Tabla 2.1: Tipos de desperdicios y como eliminarlos…….

Tabla 2.2: Tipos de dispositivos de contacto y sin contacto para la prevención de errores……

Tabla 2.3: Tabla de valoración del desempeño para nivelación……...

Tabla 2.4: Contraste entre ventajas y desventajas de los métodos de cronometraje……..

Tabla 2.5: THERBLIGS y sus simbología…….

Tabla 2.6: Principios de la Economía de Movimientos……...

Tabla 4.1: Calificación de habilidad y esfuerzo……

Tabla 4.2: Calificación de las NPDF……..

Tabla 4.3: Resumen de los tiempos permitidos de ciclo para cada estación del proceso…….

Tabla 4.4: Cálculo del tiempo permitido de ciclo del proceso……

Tabla 4.5: Cálculo de la utilización del personal (dado un tamaño de lote diario de "4" unidades)…….

Tabla 4.6: Indicadores de gestión del proceso……

Tabla 4.7: Efectos negativos del inventario de partes……

Tabla 4.8: Problemas encontrados en la caja……..

Tabla 4.9: Problemas presentes en El Kitter……

Tabla 4.10: Problemas detectados en la estación de ensamble……..

Tabla 4.11: Diagnóstico de los problemas presentes en la estación de embalado……..

Tabla 4.12: Diagnóstico de los problemas del proceso global……..

Tabla 4.13: Clasificación de problemas encontrados en de cultura, proceso y

tecnología…….

Tabla 4.14: Clasificación e identificación de desperdicios de la empresa……..

Tabla 4.15: Estratificación de los problemas según el desperdicio

vinculado……..

Tabla 4.16: Tipos de desperdicios y como eliminarlos……...

Tabla 4.17: Selección de las técnicas de manufactura esbelta para la eliminación de desperdicios……..

Tabla 4.18: Actividades eliminadas del proceso genérico de ensamblaje por no agregar valor al producto…….

Tabla 4.19: Resumen del diseño de la célula……..

Tabla 4.20: Comparación entre la capacidad productiva y tiempo de ciclo

antes y después de la implantación de la cella de manufactura…...

Tabla 5.1: Cálculo de la utilización del personal (dado la demanda promedio diaria de "4" unidades)…….

Tabla 5.2: Indicadores de gestión proyectados del proceso…….

Tabla 5.3: Tabla comparativa de indicadores medidos en la forma tradicional y las proyecciones con las mejoras de la manufactura esbelta…….

Tabla 5.4: Características y precio del PC promedio y sueldos de los operadores de la célula de manufactura……...

INTRODUCCIÓN

En el contexto global que nos encontramos y donde la competencia no tiene fronteras locales sino que simplemente no existen, es necesario

dar un giro a la manera tradicional de operar de las empresas y optimizar los procesos productivos y eliminar los desperdicios que se generan en el mismo. En el presente estudio se trata optimizar el proceso de ensamblaje de computadores personales y eliminar los desperdicios vistos desde la perspectiva de la manufactura esbelta, que contempla los conceptos de valor agregado y valor no agregado en actividades, recursos y demás aspectos dentro del proceso, además para la optimización de los procesos se usarán las técnicas que componen a la manufactura esbelta.

Para la determinación de los problemas del proceso y los desperdicios se ha hecho uso fundamental del mapeo de la cadena de valores, mismo que al ser aplicado arroja como resultado un análisis integral de la cadena logística y como quedará luego de la aplicación de las técnicas de mejora necesarias y la consecución de un plan de acción para el efecto.

Para el estudio se revisa la cadena logística de una empresa ensambladora de computadores personales desde sus contactos con los proveedores hasta las entregas de los productos al cliente, tratando así de abarcar la totalidad de la cadena logística de la misma en lo que tiene que ver a los procesos implicados en la producción de ensamble

de computadores. El objetivo del estudio es precisamente mejorar dicha cadena logística y optimizar consigo los procesos implicados, basando la consecución de este objetivo en la aplicación de una metodología planteada y que se fundamenta en la detección con la ayuda del mapeo de la cadena de valores, a renglón seguido se presentará un análisis comparativo de la medición obtenida de los indicadores en la forma actual de operación versus las estimaciones de los mismo con la aplicación de las mejoras planteadas, y presentar el planteamiento de un plan de acción para la implementación de las mejoras enumeradas.

BIBLIOGRAFÍA:

[1] Pineda Mandujano Karla (karypineda@hotmail.com), "Manufactura Esbelta", trabajo publicado en el portal www.monografias.com.

[2] Barcia Kléber, folleto "Modelo para Mejorar Sistemas de Producción Industriales", octubre del 2003.

[3] Chase, Aquilano & Jacob, "Administraciones de Producción y Operaciones", editorial MC Graw Hill, 8va edición.

[4] Grupo Consultor TBM (TBM Consulting Group), “TPM”, en su portal de Internet www.tbm.com.

[5] Rother Mike & Shook John, “Observar para crear valor”, versión 1.2, por The lean Enterprise Institute, junio de 1999.

[6] Rojas Flores Juan Fco., Gpe. de la O Minerva., Moreno G Aureliano. Y Fourcams Hugo H., Estudiantes de Ing. Industrial y de Sistemas, universidad Autónoma del Noreste (UANE), “MANUAL DE MAPEO DE CADENA DE VALOR”, http://www.gestiopolis.com/recursos5/docs/ger/mapeoca.htm.

[7] Mora Enrique, “manufactura esbelta de aplicación directa”, publicación para www.TPMonline.com.

[8] Hilario Gamez & Ruben Hernandez, miembros del grupo de trabajo de Manufactura Esbelta, **“**Principios de Manufactura Esbelta Con Simulación”, Texas Manufacturing Assistance Center.

[9] Villavicencio Maritza, “Métodos Para Distribución En Planta”, publicación aportada para el portal www.monografias.com.

[10] López Carlos, “Estudio de Tiempos y Movimientos”, publicación del autor en el portal http://www.gestiopolis.com/canales/gerencial/articulos/no%2010/tiemposymovimientos.htm.

[11] Hodson William K., Maynard, “Manual del Ingeniero Industrial”, cuarta edición, Mc Graw-Hill.

[12] Niebel Benjamín, Ingeniería Industrial, “Estudio de tiempos y Movimientos”, AlfaOmega, 1996.

[13] System Centros de capacitación, Texto “Curso de Arquitectura y Ensamblaje de Computadoras”.

[14] www.pasarlascanutas.com, http://www.coloredhome.com/clonico/clonico0010.htm, Ensamblaje de un PC con Placa Base Súper micro P4SCT.

[15] www.pasarlascanutas.com, http://www.coloredhome.com/clonico/clonico0010.htm, Ensamblaje de un PC con placa base Mastisonic.

INTRODUCCION

En el contexto global que nos encontramos y donde la competencia no tiene fronteras locales sino que simplemente no existen, es necesario dar un giro a la manera tradicional de operar de las empresas y optimizar los procesos productivos y eliminar los desperdicios que se generan en el mismo. En el presente estudio se trata optimizar el proceso de ensamblaje de computadores personales y eliminar los desperdicios vistos desde la perspectiva de la manufactura esbelta, que contempla los conceptos de valor agregado y valor no agregado en actividades, recursos y demás aspectos dentro del proceso, además para la optimización de los procesos se usarán las técnicas que componen a la manufactura esbelta.

Para la determinación de los problemas del proceso y los desperdicios se ha hecho uso fundamental del mapeo de la cadena de valores, mismo que al ser aplicado arroja como resultado un análisis integral de la cadena

logística y como quedará luego de la aplicación de las técnicas de mejora necesarias y la consecución de un plan de acción para el efecto.

Para el estudio se revisa la cadena logística de una empresa ensambladora de computadores personales desde sus contactos con los proveedores hasta las entregas de los productos al cliente, tratando así de abarcar la totalidad de la cadena logística de la misma en lo que tiene que ver a los procesos implicados en la producción de ensamble de computadores. El objetivo del estudio es precisamente mejorar dicha cadena logística y optimizar consigo los procesos implicados, basando la consecución de este objetivo en la aplicación de una metodología planteada y que se fundamenta en la detección con la ayuda del mapeo de la cadena de valores, a renglón seguido se presentará un análisis comparativo de la medición obtenida de los indicadores en la forma actual de operación versus las estimaciones de los mismo con la aplicación de las mejoras planteadas, y presentar el planteamiento de un plan de acción para la implementación de las mejoras enumeradas.

CAPITULO 1

1. ANTECEDENTES

1.1 Justificación.

En el mundo de hoy, cada vez más competitivo, donde la "competencia" ya no es solamente local o medida desde el punto de vista nacional, sino más bien desde una perspectiva regional entre países (en el mejor de los casos) incluso traspasando la frontera de los continentes, hasta desembocar en un contexto global, las empresas que pretenden sobrevivir, mantener su posición en el mercado o convertirse en pioneras en su industria, están forzadas a cambiar algunos paradigmas en todas sus áreas y sus relaciones con clientes y proveedores. Así, la meta esta

enfocada en mejorar los procesos productivos y la calidad de sus productos desde la perspectiva de los requerimientos del cliente, pero esto no basta ya que existe un factor fundamental en la tarea de mejorar los procesos productivos y este es *"la eliminación de desperdicios",* pero con un enfoque muy puntual, o sea definiendo a los desperdicios como todas aquellas actividades, procesos y demás **"que no agregan valor"** o por las cuales *el cliente no esta dispuesto a pagar*.

Es así que, en las últimas décadas se a tratado de combatir a los *desperdicios* con un sin número de técnicas, de donde surge como la mayor herramienta para este menester la aplicación de la manufactura esbelta ("*lean manufacturing*"), que se soporta en un conglomerado de técnicas como el JIT, 5s, TPM, y demás, que tienen una aplicación especifica en los procesos productivos para mejorarlos mediante la eliminación de desperdicios y así asegurar una mayor eficiencia de estos y finalmente alcanzar la meta de las empresas manufactureras que es la maximización de la riqueza de los accionistas.

Por lo tanto, se hace imperioso explorar la aplicación de la manufactura esbelta en los procesos productivos en las empresas ecuatorianas, y entregar con esto herramientas validas y efectivas

para lograr un mayor desarrollo productivo de las empresas, que a la postre se refleja en el desarrollo y competitividad del país.

1.2 Objetivo

Mejorar el proceso productivo de ensamble de PC`s, implementando una metodología basada en el mapeo de la cadena de valor.

1.3 Metodología.

La metodología del proyecto se desarrollará en un proceso logístico extraído de una empresa dedicada a la venta de componentes informáticos y PC`s ensamblados, y del proceso genérico utilizado para el ensamblaje de computadores personales, dicha metodología se compone de algunos pasos. Previo al desarrollo de la metodología se realizarán los siguientes aspectos:

Descripción del proceso tradicional de ensamble

En esta parte se detallará la operación logística de una empresa de ensamble de computadores y se enumeraran todas las actividades genéricas *micro* de ensamblaje de un ordenador.

Definición de los indicadores de productividad

Para evaluar el resultado de las mejoras que se planteen al sistema productivo que nos concierne, es importante contar con parámetros que permitan la medición del desempeño del proceso en su situación actual de trabajo y lo que sería luego de la aplicación de las mejoras planteadas en el desarrollo de la metodología. Es por esta razón que se procederá a definir algunos indicadores que serán utilizados para ejecutar dichas metas.

Desarrollo de la metodología.

La metodología que se aplicará en este proyecto con miras a mejorar el proceso productivo planteado es la que se muestra en la figura 1.1 y que contiene los pasos que se seguirán para su consecución.

Descripción de la metodología.

Aplicación del mapeo de cadena de valor.- Como punto de partida se ha elegido aplicar el mapeo de cadena de valor (*value stream mapping*), con la finalidad de conocer el proceso productivo a detalle y toda su cadena de valores, para de esta manera identificar los problemas y/o desperdicios que presenta. La aplicación de esta técnica esta subdividida en 5 fases que se anotan:

1) **Dibujo del estado actual.-** Se realizará la cartografía de los procesos logísticos, exactamente a como esta operando en la actualidad la empresa seleccionada.

   Para el caso de las actividades de ensamblaje de los ordenadores, se realizará una adaptación del mapeo para este caso exclusivo de dichas actividades, considerando únicamente los tiempos de mayor impacto en este proceso de ensamble, al momento de bosquejar.

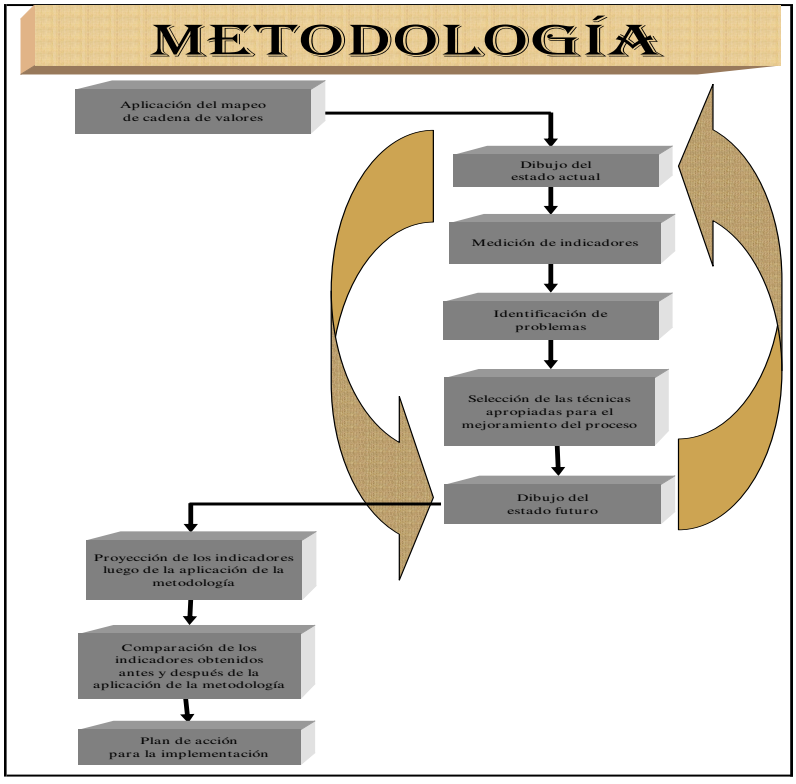


FIGURA 1.1 METODOLOGÍA DE LA TESIS

2) **Medición de indicadores.-** El siguiente paso es medir los indicadores que se han definido previamente, esto se efectúa cuando las estaciones de trabajo se encuentran en el acometimiento ***normal*** de sus actividades.

3) **Identificación de problemas.-** Con el bosquejo de la situación actual del proceso y la determinación de información trascendental del proceso, se podrá realizar un análisis del proceso para conocer de manera integral el proceso y consecuentemente identificar aquellos problemas que están atentando contra la eficiencia del mismo.

4) **Selección de las técnicas apropiadas para el mejoramiento del proceso.-** Una vez conocido el proceso e identificados de manera precisa sus problemas, lo que sigue es establecer las soluciones a los mismos. La solución de los problemas del proceso se basa en la selección de las técnicas de mejora más apropiadas para optimizar el proceso en dichos casos, para esto se realiza en el capítulo dos una reseña de los fundamentos teóricos de las técnicas de mejora más usadas en la manufactura esbelta y como aplicarlas en los procesos de ensamble.

5) **Dibujo del estado futuro.-** Este es el paso en el cual se tratará de proyectar a la línea de producción en un espectro mejorado, contemplando el deber ser de los procesos, eliminando o reduciendo al mínimo los desperdicios y sus causas más importantes. En este punto de la metodología, se tratará de plasmar en una nueva cartografía, el como deberá estar estructurada la empresa con la adopción de las mejoras que resulten de la misma metodología aplicada. Adicionalmente y tal como se anota en la figura 1.1, la realización del dibujo del estado futuro esta supeditada a que las mejoras formuladas sean eficientes o plantea simplemente la recursividad del proceso en pos de la mejora continua al enlazar los diagramas de la situación actual con el futuro, de esta forma podría hacerse una revisión del mapa actual para seguir mejorando la situación futura de la empresa a través de la aplicación de los pasos subsecuentes y aplicar técnicas complementarias para solucionar más problemas del proceso o simplemente mejorarlo aún más a lo largo del tiempo.

Proyección de los indicadores luego de la aplicación de la metodología.-

Una vez que se ha hecho hasta aquí todo el trabajo descrito por la metodología, lo que sigue es la medición de los indicadores pero en las circunstancias *mejoradas*. En el presente proyecto se realizará una proyección de los indicadores, expresando las perspectivas de mejora que se esperan conseguir una vez que la empresa implemente las optimizaciones que la metodología sugiera.

Comparación de los indicadores obtenidos antes y después de la aplicación de la metodología.-

Con los datos de los indicadores antes y después del desarrollo de la metodología, ubicados en la tabla de resultados que se mencionó al principio, lo que sigue es realizar un análisis comparativo del valor que arrojan las mediciones anotadas, para determinar si se han logrado las expectativas planteadas.

Plan de trabajo para la implementación.-

Esta es la parte final de la metodología planteada y es de trascendental importancia puesto que de la elaboración de un

buen *plan de trabajo para la implementación*, dependerá que las actividades operativas que se tienen que llevar a cabo sean ejecutadas de manera óptima y en los plazos pertinentes. Este trabajo limita su alcance exclusivamente en dejar escrito el plan de ejecución de las mejoras que resulten de la aplicación de la metodología al caso estudiado.

1.4 Estructura de la tesis.

El presente trabajo esta estructurado en algunas etapas importantes que se desarrollan a lo lago de seis capítulos. Así en este primer capítulo se anotan los antecedentes que rigen el desarrollo del proyecto de donde destaca la descripción de la metodología que se aplicará para conseguir el objetivo que se plantea aquí mismo. En el capítulo dos se revisará con un grado bastante interesante de profundidad los fundamentos teóricos de las distintas técnicas de manufactura esbelta que se utilizan más regularmente en la solución de problemas de las industrias y se definirán los indicadores que se utilizarán para medir el impacto de la aplicación de las técnicas en este proyecto. En el capítulo tres se describe el proceso logístico de una empresa distribuidora de elementos informáticos y ordenadores ensamblados y las

actividades nativas para el ensamblaje de un PC desde la perspectiva tradicional.

En el capítulo 4, se desarrolla la metodología formulada, a través del bosquejo del mapa de la situación actual de los procesos, medición de los indicadores definidos, la identificación de los problemas y la selección de las técnicas adecuadas de manufactura esbelta para solucionarlos, para finalmente *mapear* la situación futura de los procesos expresando el como deberá funcionar la empresa con las mejoras implantadas. En el capítulo cinco el proyecto mostrará las perspectivas de mejora que se esperan alcanzar en los indicadores, luego de que se implementen las mejoras a los procesos, de otro lado se elaborará un plan de implementación de las mejoras que será la guía para que en procesos que funcionan de esta manera puedan optimizar su trabajo a través de la aplicación de las técnicas de manufactura, en última instancia en este capítulo se lleva adelante una comparación de los resultados de los indicadores y sus proyecciones analizando las bondades obtenidas del desarrollo de la metodología y su implementación en la empresa. Este trabajo culmina en un capítulo dedicado a la redacción de algunas recomendaciones y conclusiones que surgen como resultado de la realización del proyecto.

CAPITULO 2

2. REVISIÓN LITERARIA

2.1 Principios tradicionales de producción.

Para el desarrollo de este proyecto de tesis será necesaria la aplicación de varias técnicas de la manufactura esbelta a una línea de ensamble demostrativa configurada en términos de la manufactura tradicional, por esta razón es importante realizar una revisión de los fundamentos teóricos que rigen a cada una de estas técnicas con el fin de apreciar la importancia de cada una y los beneficios que representa la adopción de cada una para los problemas de producción y desperdicios en las líneas de producción. De otro lado la exposición de los principios tradicionales de manufactura (aun muy generalizados sobretodo en

procesos productivos en nuestras empresas) es importante ya que es en estos términos que se ha diseñado la línea demostrativa.
Por lo, tanto se empezará por dar una exposición de los principios tradicionales de producción:

Básicamente, la producción ha sido concebida de manera tradicional desde la perspectiva de Henry Ford con el sistema productivo que empleaba en su línea de ensamble “En masa”. El fundamento que rige este concepto o forma de operar, consiste en que, para que un producto sea elaborado, debe ser transformado a partir de una larga línea de producción constituida de subestaciones por las que deberá pasar el artículo para que se le ensamble una nueva parte del total las que lo constituyen, para que después de completar el ensamble de todas las partes constitutivas del producto (habiendo pasado lógicamente por todas las subestaciones de la línea de ensamble) se obtenga el producto terminado.

En este concepto, saltan a la vista algunos aspectos característicos que han convertido al sistema tradicional en masa en una “no muy buena idea” al momento de planear como deberá estar estructurado nuestro proceso productivo, analicemos algunos de estos:

Complejidad, este es un aspecto muy importante a considerar, ya que las líneas de ensamble tradicional cuentan con flujos *muy enredadizos* puesto que la distribución de las estaciones de trabajo no están *casi siempre* ordenadas de acuerdo a la forma más optima en que puede ser producido el artículo, por razones diversas, que van desde un mal diseño de la planta y la falta de proyección a las ampliaciones futuras, hasta cuestiones conceptuales del propio diseño del producto. Esto causa la evidente confusión y falta de los controles respetivos, además se pierde la comunicación ente los operarios entre las subestaciones.

En la forma tradicional la planificación de la producción se la realiza tomando como piedra angular a los *pronósticos*, por lo que las empresas manufactureras tienden a producir “para Stock” y muchas veces hasta “por si acaso”, esto es causante de que se tengan enormes bodegas repletas de productos terminados e incluso de materias primas, lo que aumenta el costo de mantenimiento de los inventarios e incluso obsolescencia de los productos entre otros aspectos de espacio y seguridad.

Muy ligado con lo anotado, se deriva la mala utilización del espacio, generando que los el trancito dentro de la empresa sea complicado y prime la urgencia de hacer “más grande” las instalaciones de la

planta y sus bodegas *sobretodo*. Este es un aspecto muy importante debido a que la optimización del espacio es uno de los fundamentos más importantes en el diseño de plantas por que el desperdicio de espacio injustificadamente genera elevadísimos costos en ampliaciones y mantenimiento de edificaciones que tarde o temprano deberán ser replanteadas o en pocas palabras destruidas para ser reorganizadas, sin mencionar que incluso pueden ser requeridas para sobrellevar eventos coyunturales que luego de desaparecer dejan los famosos “elefantes blancos” en las plantas y que son fuente de muchos elementos de inseguridad industrial y física en muchos casos.

Uno de los puntos más importantes a considerar es el tamaño *grande* de los lotes de producción que genera entre otros, dos situaciones relevantes en la producción, y estos son: Excesivo *inventario en proceso WIP*, ya que los lotes son muy grandes, para que un lote de producción pase a la siguiente fase de proceso productivo, deberá esperar mucho *tiempo* en la estación anterior siendo procesado y congestionando la circulación de los agentes implicados en la producción por estar almacenado en dicha estación” todo un lote de producción”, incluso. De lo anterior se deriva de manera lógica la segunda situación, y es que se hace alto *el tiempo de producción*, ya que para que el primer lote de

producción *("el gran lote"*) salga se deberá esperar un tiempo muy prolongado hasta después que sea procesado en las distintas estaciones de trabajo distribuidas a lo largo del proceso productivo. Con esto se pierde en gran medida el *tiempo de respuesta* con que la empresa puede cumplir sus compromisos a los clientes, además que la misma actividad de "esperar" no genera *valor agregado* al producto y más bien por el contrario lo encarece.

Finalmente, mencionamos los aspectos de calidad que en la manufactura tradicional están orientados a *la inspección* de lotes de producción *al final de la línea de producción o al producto terminado*, esta es una práctica muy común y que genera que productos defectuosos pasen por toda la línea productiva, hasta convertirse en productos terminados, que por haber acumulado uno o más defectos en las distintas estaciones de trabajo no están acorde con los requerimientos del cliente, defectos que como se menciona son detectados solamente al final e incluso muchas veces son detectados por cliente cuando se apresta a utilizarlo. Este es un grave enfoque que genera entre otras cosas un alto reproceso y en el peor de los casos desperdicios no reprocesables (lo que implica en uno u otro caso costos altísimos en tiempo y dinero), pero aun más grave considero el costo que se genera cuando se presenta el segundo caso, o sea que el cliente detecte

los problemas ya que además de el costo por el producto “malo”, esta el costo derivado de la satisfacción del cliente, de reposición y incluso perdida del cliente que es lo más terrible para una empresa manufacturera.

Con este rápido enfoque acerca de los fundamentos y elementos que caracterizan a las líneas de producción tradicionales y la inclusión de algunos comentarios acerca de los problemas que presenta estos, es tiempo de revisar las técnicas de la denominada Producción esbelta, mismas que ofrecen una gran ayuda a las empresas de hoy en su eterna lucha en pos de la eliminación de desperdicios y generación de valor agregado que traiga como consecuencia mayores rubros económicos a los inversionistas de las empresas manufactureras.

2.2 Fundamentos teóricos de técnicas de mejora para los procesos productivos.

¿Qué es manufactura esbelta?

Según la definición que publica Karla Pineda Mandujano en un trabajo “Manufactura Esbelta” **[1]**.

Manufactura Esbelta son varias herramientas que le ayudará a eliminar todas las operaciones que no le agregan valor al producto, servicio y a los procesos, aumentando el valor de cada actividad realizada y eliminando lo que no se requiere.

La Producción Esbelta que hoy conocemos, es la adaptación que realizaron las industrias automotrices norteamericanas del "Toyota Production System" Japonés que se basa en los principios de Edward Deming y los gurues de la ingeniería industrial como Shigeo Shingo, Eijy Toyoda entre otros. Y se centra de manera específica en la erradicación total de los "desperdicios" desde la perspectiva amplia que incluye a las actividades que no generan valor agregado en otras palabras *eliminar todo tipo de desperdicios*.

En esta parte es necesario mencionar al "Pensamiento Esbelto", que es la clave para emprender un programa de manufactura esbelta en las empresas, y es un concepto simple pero que es muy difícil de entender y más aun aplicar para la mayoría de las personas en las plantas debido a que definitivamente implica un cambio en la manera de trabajar con respecto a lo que se venia haciendo, y esto evidentemente genera *temor* en los trabajadores no solo operativos sino incluso mandos medios y altos cuando no han sido orientados correctamente respecto a lo que se busca con las practicas *Esbeltas*. Y es que el pensamiento esbelto es en síntesis *sustituir* los mandos por liderazgos, o sea que los gerentes y mandos medios *oigan* a todos los implicados

en los procesos productivos, que se fomente el habito de delegar, en fin ser “lideres” de las organizaciones y sus procesos.

Es importante anotar el enfoque que este concepto conlleva, así se enumeran algunos **[1]**:

- El “valor” es dictado por el cliente, o sea que el valor agregado no puede ser definido por los agentes internos de la empresa, sino que tienen que ser definidos por las necesidades expresas del cliente.

- Eliminar los *desperdicios* basándonos en la búsqueda y erradicación de aquellas actividades que no agregan valor al producto (considerando que podrían existir algunos que por la naturaleza de los procesos o el producto, sean inevitables).

- La distribución del proceso es un pilar de la Manufactura esbelta, pues busca que seamos capaces de generar un flujo tal que la cadena logística de los materiales hasta su conversión a productos terminados sea armoniosa y con “valor”.

- Otro aspecto importante es generar mecanismos tales que los clientes mediante sus pedidos sean los gestores de la planificación de la producción y no pronósticos a largo plazo de las ventas.

- Y el pilar más importante, *la mejora continua*, que sugiere la posibilidad de mejorar, de manera indefinida nuestros procesos y es en si la clave de la competitividad en la actualidad donde los cambios e innovaciones constantes provienen desde cualquier parte del mundo y nos afectan directamente.

  Se ha hablado que la manufactura esbelta centra el fuerte de su propósito en la eliminación de desperdicios desde la perspectiva de todo aquello que no le agrega valor al producto sean estas actividades, tecnología, operaciones y demás. El Dr. Barcia en su "Modelo para Mejorar Sistemas de Producción Industriales" anota las siguientes definiciones de los desperdicios presentes en las empresas **[2]**:

  Desperdicio de Sobreproducción.- Es la producción en exceso, anticipada o acelerada que se hace de parte de una estación a otra en el proceso.

  Desperdicio de Inventario.- Es cualquier inventario en exceso que existe de una parte en la cadena logística del proceso productivo.

  Desperdicio por Defectos.- Son los desperdicios que se dan por la realización de productos *defectuosos*, esta definición incluye las actividades de inspección y reproceso.

Desperdicios por Proceso.- Son todos aquellos esfuerzos, actividades y demás que se emplean para realizar el producto y que sin embargo no le agregan valor agregado al producto desde la perspectiva del cliente.

Desperdicio por Espera.- Es todo aquel tiempo empleado para esperar algo, en el proceso de producción.

Desperdicio de Recursos Humanos.- Este desperdicio se define como aquella no utilización optima del potencial de los trabajadores: físico, habilidades, cocimiento y demás.

Desperdicio de Movimiento.- Este es el desperdicio que se genera por los movimientos ya sea de los operadores o máquinas y equipos en la planta que no agregue valor al producto en el proceso.

Desperdicio de Transporte.- Se considera desperdicio de transporte a la *transportación* de la que son objeto los productos e información alrededor de la planta y que definitivamente no agregan valor al producto.

Desperdicio de Materiales y Recursos Naturales.- Son todas aquellas *cosas* que en el proceso o después de el, no pueden ser reducidas o reprocesadas.

Pero para saber cual es el alcance práctico de la Producción Esbelta, y entenderla en su aplicación, es necesario conocer las técnicas de las que se vale para cumplir su cometido, y para esto se efectúa a renglón seguido una síntesis teórica de cada una de las técnicas de la Manufactura Esbelta más relevantes para la eliminación de los desperdicios.

5Ss

Las 5Ss es otro concepto que se da cuando hablamos de producción esbelta, esta técnica trata fundamentalmente de las áreas de trabajo, su funcionalidad, limpieza, ordenamiento y todo lo que produzca un ambiente de trabajo más agradable y optimo para que las actividades diarias sean cumplidas de la mejor manera por quienes las usan.

¿Pero cuales son las 5S y que significan?

Las 5Ss se derivan de las palabras japonesas:

- Seiri - Seleccionar
- Seiton - Todo en Su lugar
- Seiso - Súper Limpieza
- Seiketso - Estandarización

- Sitsuke – Sostenimiento

A continuación se presenta una descripción de que buscan cada una de las 5Ss que al aplicarlas sistemáticamente en el orden descrito, producen los resultados que se mencionó en el concepto anotado. A continuación se describe cada una de las 5S en su significado **[1]**:

Seiri – Seleccionar,

Esta es la primera "S" y se refiere a que se deberá clasificar o segregar y luego que *cosas* son necesarias y/o útiles para que se desarrollen las actividades propias de determinado puesto de trabajo. Existen algunas formas de realizar lo anotado, sin embargo la operación más recomendada por los estudiosos de esta técnica, mencionan al **"etiquetado en rojo"** como la más usual y útil. El etiquetado en rojo consiste en crear un área de almacenamiento provisional, para situar a los elementos que resulten de un proceso de etiquetado previo consistente en colocar una etiqueta roja en los artículos considerados innecesarios para realizar el trabajo en la estación determinada. Luego se efectúa una valoración de los artículos depositados en el área provisional y etiquetados) para determinar cuales son reutilízales y cuales no, en el caso de los reutilizables se les a el uso que se considero al momento de

calorarlos como reutilizables, mientas que a los “inútiles” se los desecha.

El proceso de seleccionar esta encaminado a que la empresa sea capaz de entre otras cosas, de las siguientes cuestiones:

- Reconocer y segregar todos aquellos artículos que se encuentran en el área de trabajo y que son reconocidas como útiles o no y claro aquello que ayuda a la consecución de las actividades cotidianas.
- Se organizan las herramientas y demás elementos de acuerdo a su uso frecuencia y demás.
- Se libera espacio, con el escogimiento de lo realmente necesario de lo que no lo es.
- La información tiene también una importante componente en esta “S”, ya que también la toma en cuenta al momento de clasificar aquella información de útil y/o necesaria de la que no lo es. Este es un aspecto muy importante ya que el exceso de información y sobretodo cuando un alto porcentaje de esta es innecesaria, podría traernos confusión e incluso problemas en la toma de decisiones basada en esta información.

Seiton - Todo en Su lugar,

En esta etapa se trata de que todos aquellos artículos, elementos, etc., que resultaron “útiles” o “necesarios” en el paso anterior sean puesto en los lugares más adecuados para su uso y utilización. Además mejorar la visualización de las herramientas, máquinas y demás equipos necesarios para el desarrollo normal de las actividades en el puesto de trabajo, con esto se pretende eliminar las operaciones “innecesarias” de búsqueda de las herramientas y todos los artículos descritos. Para este menester se recomienda en gran medida la utilización de áreas delimitadas con pintura para ubicar los elementos en ese lugar especificado, otra practica muy útil es dibujar la silueta de las herramientas sobre la pared o el lugar donde se almacenaran las herramientas, con esto se garantiza que las herramientas sean no solo dejadas en un lugar especifico, sino además localizadas siempre en el mismo lugar. Se recomienda la utilización de repisas u otros mecanismos que surjan de acuerdo a la iniciativa de la empresa y las realidades que la envuelven ya que cada empresa tiene sin duda diferentes necesidades y problemas que deben ser resueltos según sea el caso. En resumen en esta “S” se busca entre otras cosas que:

- Se cuente con lugares específicos para cada cosa en el área de trabajo.
- De lo anterior se elimina la “improductiva” actividad de búsqueda, ahorrando tiempo considerable en la realización de las operaciones cotidianas.
- Identificar los sistemas que intervienen en la producción, tal es el caso de las tuberías, áreas de tanques etc.
- Lograr organización y limpieza de la planta.
- Conocimiento de las máquinas y herramientas por parte de los operarios.

Seiso - Súper Limpieza,

Seiso, efectivamente significa “limpiar” las áreas de trabajo con todo lo que esta implica, o sea máquinas herramientas, etc. Sin embargo el enfoque que se da en esta técnica no simplemente la cierta labor de limpiar, sino que esta vista desde la perspectiva de *mientras se limpia* llevar a cabo labores de inspección de mantenimiento y demás, que conduzcan a la solución de problemas, identificación de posibles averías etc. Y claro la búsqueda de nuevas formas de operar y posibles aplicaciones para evitar que se de la *suciedad* en el área de trabajo. Para la

correcta aplicación de o descrito se deben tomar en cuenta algunos considerándos o paradigmas que se contienen en el eco de sugerir ***la limpieza*****.**

- Hay que suprimir el concepto de que existe personal específico de limpieza y otro distinto para la operación y mantenimiento.
- De lo anotado se debería incluir en las actividades diarias de los operadores las actividades de limpieza e inspección.
- Como se ha mencionado en la definición dada, crear la conciencia de que "limpiar no es solo limpiar, sino también inspeccionar" y claro proponer alternativas de mejora y solución de problemas.

Seiketso – Estandarización,

La estandarización es en una fase muy importante en la consecución de esta técnica, ya que solo se llega a ella a través del trabajo acucioso de las anteriores "S". Aquí se pretende que se creen los estándares de limpieza necesarios para que las actividades de limpieza sean generales para los operarios, es importante que a estas alturas del sistema, los obreros sean quienes lleven acabo la elaboración de normas, de los mismos

estándares de que hablamos. Lo más importante es que todos estén comprometidos en la implantación de los hábitos de limpieza (vistos desde la óptica que hemos explicado), así que se deberá empezar a trabajar en el aspecto psicológico de crear conciencia en cada uno de los actores involucrados en la limpieza y demás aspectos.

Se recomienda mucho que para apoyar este nivel de la técnica la empresa haga uso de algunas prácticas como son fotografías que muestren el área de trabajo graficando básicamente lo siguiente: La situación en que se encontraba antes de la aplicación de la primera S, luego fotografías que muestren como se encuentra el sitio después de que se ha trabajado en lo concerniente a la aplicación de la técnica y como si ha dado fruto el trabajo y disciplina a lo largo del tiempo de aplicación. De las últimas fotografías, se deriva el echo de que es el nuevo estándar del lugar, o sea “como debe permanecer clarea de trabajo”.

Con todo esto se persiguen algunos aspectos que entre los más destacados podríamos anotar los que se muestran:

- Indudablemente mantener el área de trabajo limpia y ordenada, como ha resultado de la aplicación de las primeras S.

- Que la creación de los estándares estén acompañados de la elaboración de normas que contengan entre otra información, tiempos para la actividad y las medidas de seguridad necesarias.
- El necesario monitoreo de que se estén cumpliendo los estándares establecidos y todo lo relacionado en si ala aplicación continua de lo logrado hasta aquí con la aplicación de la técnica.

Sitsuke – Sostenimiento,

Esta es la etapa que considero más importante siendo la de menor actividad operativa, desde el punto de vista de la aplicación de actividades para lograr el objetivo, ya que aquí es donde la empresa deberá demostrara que lo hecho hasta ahora se mantenga a lo largo del tiempo y así poder verse beneficiada por todos lo que propone las “5S’s”. Aquí se establece que la empresa (el personal y las infraestructuras) estén en completa armoniosidad con lo descrito en la técnica, o sea que se establezca la *disciplina* en el cumplimiento de las normas y estándares creados para el efecto. Es importante que se generen mecanismos de control periódico e incluso no programados para verificar al habitual desempeño de las labores orientadas a los estándares.

Hay que recordar que la clave de la implantación de cualquier técnica o sistema de mejora en las empresas debe luego de su parte operativa, contar con el *sostenimiento* debido de lo logrado, es así que la constancia y la disciplina debe ser un pilar importante e infaltable como punto culminante ya que por la experiencia en muchas empresas el boom de la implantación de una nueva forma de trabajas y los beneficios inmediatos e incluso el no sentir la llegada de los beneficios previstos en el corto plazo, hacen que se desista de las practicas a las que se llego luego de la implantación de las técnicas “grave error”. Por lo que el sostenimiento de la técnica y la disciplina deben ser permanentes y servir para la mejora continua pues esta muy entrelazada con esta ultima.

Justo a Tiempo

Al sistema Justo a Tiempo (JIT), se lo define como una técnica de la manufactura esbelta encaminada a la eliminación de desperdicios y direcciona sus mejores esfuerzos al combate en pos de la reducción de desperdicios. Una definición de JIT se encuentra en *Administraciones de Producción y Operaciones de Chase, Aquilano & Jacob 8va edición* **[3]**.

El JIT, justo a tiempo, es un conjunto integrado de actividades diseñadas para lograr un alto volumen de producción, utilizando

inventarios mínimos de materia prima, trabajo en proceso y productos terminados.

O como muchos autores resumen “Fabricar lo que se necesita, cuando se necesita en la cantidad que se necesita.

En el JIT se busca que no existan ningún tipo de cantidades excedentes de producción ni de seguridad. Para esto la técnica exige que se desarrollen fuertes relaciones comerciales y de calidad con los proveedores, altos niveles internos de calidad, sólidas relaciones con los vendedores y muy importante es que la demanda de los productos terminad sea de tipo “muy predecible”.

El JIT supone que solo se producirá una unidad más del producto, si es que la última ya fue vendida o pasada a una estación subsiguiente (en el caso del proceso productivo). La mecánica que se sigue es que al ser vendido un articulo, se genera de manera automática una orden en la línea de producción para que sea repuesta la unidad vendida, sin embargo al ser entregado el producto este (el ultimo eslabón del proceso productivo) genera a su vez una nueva orden a la estación inmediatamente anterior para reponer en si, la unidad que completo por concepto de la unidad vendida. Cuando el proceso tiene un estatus de madures muy alto, los vendedores incluso comprometen productos terminados a sus

clientes con una frecuencia que en algunos casos llega ser de varias entregas el mismo día, con esto las típicas bodegas de producto terminado llegan a convertirse en meras bodegas de trancito del producto terminado. Esto genera por añadidura que la empresa experimente beneficios que van desde la evidente disminución de costos en manejo de inventario, se reducen los tiempos de entrega y entre otras se detectan más rápidamente los problemas eventuales de calidad.

En la figura se muestra de manera esquemática el fundamento general de cómo opera el JIT.

El JIT se sustenta en 7 pilares que deberían ser los cimentos sobre los cuales se levanta las técnicas para su aplicación correcta y que garantice el conseguir los beneficios invaluables que traerá a la empresa estos pilares son:

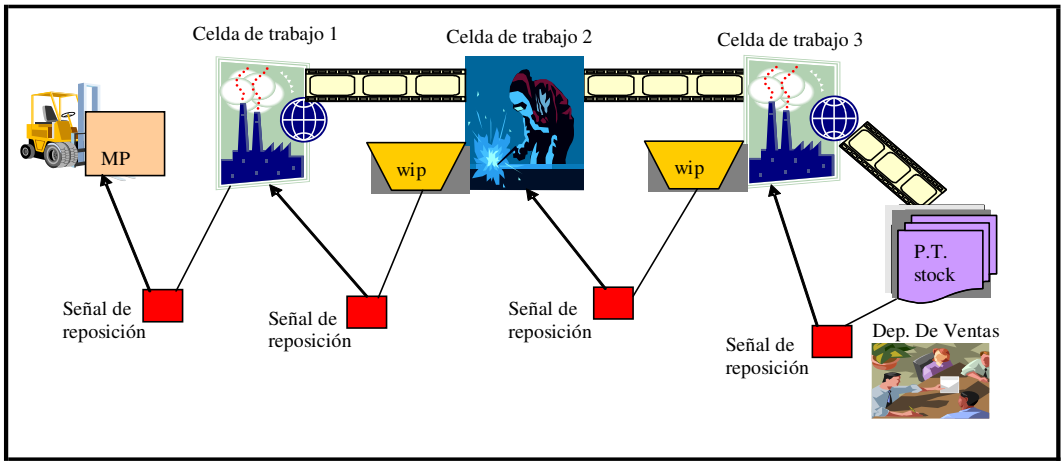


FIGURA 2.1
FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA JUSTO A TIEMPO

Trabajar para que la oferta sea igual a al demanda.- En este pilar se propone que la empresa asea capaz de producir lo que el "cliente pida" con un tiempo de entrega muy cercano a "CERO", ósea trabajar con alta confiabilidad como proveedores.

Eliminar los desperdicios.- Ya se ha analizado que desperdicio es *todo aquello que no agrega valor*, se propone que estos desperdicios sean eliminados enfocando los esfuerzos en la erradicación de las causas raíz que provocan dichos desperdicios. Para esto es imprescindible que se efectúen análisis en las células de producción.

Karla Pineda Mandujano **[1]**, propone la siguiente tabla que contiene una muy buena clasificación de los desperdicios que no solo el JIT busca eliminar, sino toda la manufactura esbelta tomada como la matriz de las técnicas de eliminación de desperdicio, adicionalmente se sugieren las medidas de carecer general que se debería ensayar toda vez que se conocen las causas raíz de cada uno de los desperdicios enumerados:

TABLA 2.1
TIPOS DE DESPERDICIOS Y COMO ELIMINARLOS

Desperdicio	Forma de Eliminarlos
Sobreproducción	- Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario
Espera	- Sincronizar flujos - Balancear cargas de trabajo - Trabajador flexible
Transporte	- Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte - Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar
Proceso	- Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad el producto / servicio
Inventarios	- Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos
Movimiento	- Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar
Productos defectuosos	- Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hace ni aceptar defectos - Hacer los procesos a prueba de tontos

Producir en base a un flujo continuo y no por lotes.- Se pretende que los tiempos de entrega sean cercanos a cero como ya se propuso, con esto se procurara que se produzca solo lo que el cliente requiera en un momento X en el tiempo, y no se deba producir lotes con una cantidad de unidades de productos determinada, esto hace que la empresa se deshaga de los inventarios tanto de productos en proceso como los de producto terminado, es más se sugiere que la empresa no tenga inventarios de producto terminado.

Mejora Continua.- La empresa deberá estar comprometida y además desarrollar programas constantes de mejora continua en todas las áreas de la empresa y no solamente en los procesos de producción, recordemos que la mejora continua no es una cuestión de unos pocos sino de todos quienes forman parte de la empresa ya sea desde una perspectiva directa o indirecta.

Respeto por la Gente.- Es evidente que los encargados de que todos los planes o técnicas que se intenten aplicar en una industria son ejecutados no por quienes los idean o lideran precisamente, sino que en la parte operativa son ejecutados por “los obreros”. Es por esta razón que el JIT se sostiene gracias a que las empresas miran de

manera más seria a sus obreros, dándoles estabilidad laboral, capacitación, integrándolos a los grupos de trabajo y escuchando sus sugerencias para la mejora, además hace hincapié que estos empleados tengas destrezas múltiples para las actividades productivas.

Eliminar la Sobreproducción.- La sobreproducción es una práctica muy generalizada en las plantas industriales, ya que ofrece la cierta posibilidad de ocultar cualquier tipo de ineficiencia en el proceso productivo de marea eventual o simplemente poder cumplir con los plazos establecidos con el cliente, sin embargo como se anoto solo se logra ocultar las ineficiencias por un cierto tiempo. El JIT promulga que la sobreproducciones un desperdicio y como tal hay que eliminarlo, así que los stock de productos terminados deben ser en lo posible iguales a “cero”, para esto el apoyo de otras técnicas que ayudan a mejorar los procesos, cambios rápidos de maquinarias etc. son muy útiles.

Planeación con miras en el futuro.- La empresa debe fijar sus metas en el futuro y no en cuestiones coyunturales del mediano y menos aún del corto plazo. Se debe realizar evaluaciones integrales de los sistemas de la empresa, yendo desde las ventajas que podemos conseguir del echo de contar con personal altamente calificado, hasta cuestiones más complejas como la distribución de la planta y de los procesos productivos, forma de operación y el exigir ser proveídos de

suministros y materias primas confiables, de calidad y al tiempo previsto.

Sistema Pull.- El sistema Pull (jalar) es una técnica o un sistema precisamente, mediante el cual se pretende que los productos se desplacen dentro del proceso productivo, obedeciendo a los dictámenes que determine el cliente **[1]**. El sistema Pull se enfoca en la administración de los materiales, o sea que sea pasado solo la cantidad necesaria de materias primas de una estación a otra, tal que se pueda reponer la unidad usada por la estación posterior. El sistema propugna que el número de unidades que circulen en el proceso o el "tamaño del lote" sea el óptimo de "UNO", con un tamaño de lote pequeño (que tienda a uno), la practica de lo anotado trae múltiples beneficios, podríamos mencionar el echo de que se reduce la obsolescencia de los productos, se bajan de manera radical los inventarios de productos en proceso y evidentemente los productos terminados, se maximiza el uso de las instalaciones físicas de la empresa y claro el costo de manejo de inventario se reduce significativamente.

Volviendo a lo expuesto inicialmente respecto al sistema Pull, donde se anota que el inicio de la producción de un lote o pieza (en el mejor de los casos) empieza cuando el cliente a adquirido esa cantidad de productos terminados y se deberá reponer lo ocupado (en la misma cantidad) tomando las unidades pertinentes desde el proceso

productivo, en su parte inmediatamente anterior de la cadena logística, esto genera la primera implicación, o sea que la producción ya no esta basada en los “famosos” planes maestros de producción que programan la producción en las plantas industriales mediante proyecciones que se apoyan en herramientas estadísticas que procesan datos históricos para generar tendencias futuras, esta practica denominada “Sistema Push” que *empujaba* la producción de atrás hacia delante con el resultado obvio de estockear a la empresa, es abolido de plano. En el sistema Pull la producción se jala desde adelante. El sistema Pull se ve ejecutado mediante la puesta en práctica de otro sistema que armoniza y formaliza de forma práctica la información dentro del proceso productivo, estamos hablando del sistema Kanban y que se explicara a continuación.

Sistema Kanban.- Kankan tal como su nombre lo indica (en su traducción al español) “Señal” o “Tarjeta de Instrucción”, es un sistema que asegura que los operadores de la producción sepan que se debe producir en un determinado instante y sobretodo en que cantidad. Esto se encuentra establecido en la *tarjeta de instrucción*, misma que esta constituida de información muy importante y precisa del sistema productivo.

Es coincidente el criterio de que se deben tomar en cuenta algunos considerándos ates de la implantación de un sistema Kanban, así por ejemplo se sugiere desarrollar lo que se denomina *"labeled/mixed producción Schedule" para suavizar el flujo actual de material,* es decir una calendarizaciòn de la producción para los ensambles finales. Otro aspecto es designar espacios específicos para situar los Kanban ya que el no designar estas áreas especificas generaría confusión evidentemente, en cuanto a los productos se deberá tener en cuenta dos escenarios a saber: Aquellos productos especiales para la empresa deberán tener un tratamiento igualmente *“especial”* y que de otro lado en el caso de aquellos productos que son de características cíclicas o por temporadas en la industrias y que evidentemente tiene que ser producidos de manera voluminosa a vísperas de el inicio de su *temporada*, ponen a prueba la comunicación entre el departamento de ventas y producción en la programación de la producción de estos productos en todos los aspectos. Finalmente se debe considerar que todas las técnicas de la manufactura esbeltas tienen un denominador común de primordial importancia que las hace ser lo que son, y es ¡la mejora continua! Evidentemente el sistema Kanban se levanta sobre el hecho cierto del desarrollo continuo en búsqueda de optimizar de manera constante de si mismo.

Se ha explicado lo que es el Kanban y como funciona dentro de la industria, ahora de manera concreta se explicará como se debe hacer para que la empresa pueda implantar un sistema Kanban.

- Se debe empezar por lo principal en cualquier proyecto de implementación de una técnica de eliminación de desperdicio, y es por capacitar al personal en todo lo concerniente a lo que busca la técnica, lo que es en si y de más aspectos como el porque se la pretende implementar en la empresa.

- Una vez que el personal esta al tanto de la técnica en lo que es los principios básicos de ella, es tiempo de implementar el Kanban pero primero en las actividades más complejas del proceso, esto ayudará entre otras cosas que se ambiente el personal (que continuará siendo capacitado del cuestiones operativas ya desde el puesto de trabajo) y que se detecten aquellas irregularidades que se presentan en las actividades más problemáticas. Se recomienda por muchos especialistas este paso ya que es un termómetro muy útil de cómo seguirá la implementación en los demás procesos “menos complejos” y con la experiencia de ya haber trabajado en esto además que el personal estará ya más familiarizado y capacitado para la implantación integral del sistema.

- Cuando se ha implantado el Kanban a las que denominamos las actividades más complejas o problemáticas del proceso productivo, el siguiente paso es el obvio de completar la implantación en el resto de las áreas de la empresa. Esto será una tarea fácil ya que como se menciono en el paso anterior el personal esta capacitado y familiarizado con la técnica producto de su implementación en procesos más complejos, aquí solo se añade un punto muy importante y es que por el mismo echo de contar con la experiencia de la implantación de la técnica y demás aspectos del día a día en las operaciones de proceso, se hace necesaria la practica de escuchar y debatir con mucha atención las propuestas que deberán efectuar los operadores en esta etapa de la implantación de la técnica.

- Una vez que el sistema ha sido implantado, lo lógico es efectuar una revisión de todos los *puntos de reorden* y *niveles de reorden.*

En una aportación publicada por el Grupo Consultor TBM(TBM Consulting Group) **[4]**, destacan 6 reglas que se deberían seguir el momento de implantar esta técnica en la empresa, a continuación se anota un resumen de lo que las reglas propuestas serian en resumen:

“Regla 1: NO SE DEBE MANDAR PRODUCTO DEFECTUOSO A LOS PROCESOS SUBSECUENTES*”*, esta regla es elocuente y contundente a la vez, y es que se trata de que si en alguna etapa del proceso se detecto un producto defectuoso, este tiene que ser segregado y **no** pasado al proceso siguiente, esto implica un control riguroso de *calidad en la fuente* y ayudara a detectar errores de manera inmediata, pero esto no queda en lo dicho, sino que además de debe procurar que el error detectado sea enmendado y no se vuelva a presentar, así que debe ser inmediatamente informado el error suscitado a todos quienes están inmersos en el proceso del cual se produjo el error en cuestión, para que tomen las providencias pertinentes.

“Regla 2: LOS PROCESOS SUBSECUENTES REQUERIRÁN SOLO LO QUE ES NECESARIO”, a lo largo del desarrollo de esta técnica se ha mencionado que los procesos deben ser alimentados por el proceso inmediatamente anterior, pero que esto debe hacerse de manera *regulada* y es precisamente eso lo que trata en esencia de asegurar el sistema Kanban, así que no se deberá pasar material de un proceso a otro más que en las cantidades indicadas en la tarjeta Kanban y además en el instante oportuno. El no cumplimiento riguroso de lo anotado podría generar que entre otras cuestiones se de que: Se genere un stock de producto en proceso innecesario en la línea de producción cerca de las estaciones pertinentes de trabajo, el gravísimo

caso de que no se pueda producir un producto importante para la coyuntura del momento pues las estaciones se encuentran procesando otro producto para en que fueron estockeadas de materiales de otro producto que en la coyuntura no es importante producir.

"Regla 3. PRODUCIR SOLAMENTE LA CANTIDAD EXACTA REQUERIDA POR EL PROCESO SUBSIGUIENTE", Esto esta muy ligado con lo anotado en la regla anterior y es que es necesario que las estaciones de trabajo produzcan al ritmo de lo que esta anotado de manera expresa en las tarjetas Kanban y en el momento oportuno en que fueron entregadas a la estación anterior, o sea que se propone que se produzca en la cantidad escrita en el Kankan y en la secuencia en que van llegando, *nada más ni nada menos*.

"Regla 4. BALANCEAR LA PRODUCCIÓN", Esta es una regla muy importante ya que destaca el echo de que los requerimientos de las estaciones siguientes del proceso productivo estarían precisando cantidades de material o piezas que podrían ser escasas como podrían ser excesivas y de manera irregular, esto seguramente generara cuellos de botella en algunos sectores del proceso general y la necesidad de más personal incluso máquinas en determinadas estaciones del proceso. Así que para que se tenga una optima

implantación del sistema se tendrá que balancear la línea de producción o *suavizarla* como algunos denominan este proceso.

“Regla 5. KANBAN ES UN MEDIO PARA EVITAR ESPECULACIONES”, Esta regla es una derivación de lo que se obtiene de la implantación de un sistema Kanban ya que al estar establecido de manera expresa los requerimientos de la estación siguiente, se elimina la especulación de cuanto material necesitara en un determinado momento, de aquí que deriva incluso con más razón la necesidad de contar con una línea de producción balanceada de manera eficiente. Sin embargo no esta permitido que entre las estaciones de trabajo se cruce información como nuevos requerimientos o adelantar la producción de un requerimiento probable de materiales de la estación posterior, etc., se puntualiza en el flujo de la información a lo largo del proceso productivo pero únicamente de la que se contiene en las tarjetas Kanban.

“Regla 6. ESTABILIZAR Y RACIONALIZAR EL PROCESO”, Esta ultima regla se refiere a la necesidad de que las actividades deben estar bien determinadas para cada operador, a nivel de estandarización. La explicación para esto se basa en el criterio de que si las instrucciones

son claras y están explicadas de manera formal se podría evitar que se produzcan errores que evidentemente ocasionan inconformidades en los productos que se van produciendo.

En el trabajo de **Karla Pineda Mandujano,** La autora menciona alguna información que no debe faltar en una tarjeta Kankan y que se anota a continuación **[1]**:

- Número de parte del componente y su descripción
- Nombre / Número del producto
- Cantidad requerida
- Tipo de manejo de material requerido
- Dónde debe ser almacenado cuando sea terminado
- Punto de reorden
- Secuencia de ensamble / producción del producto

Ahora se anotarán los tipos de Kanban más conocidos y utilizados en la industria:

- **Kanban de Producción**.- Es el Kanban que utilizan las empresas que tiene su tamaño de lote tendiente a cero y efectivamente es el

gestor de que empiece la producción en las estaciones precedentes del proceso.

- **Kanban de Transporte**.- Es el Kanban que se utiliza cuando los materiales o productos son desplazados en el proceso.
- **Kanban Urgente**.- Es un Kanban que se emite en los casos donde se presenta la *falta de materiales o piezas* en las estaciones subsecuentes de manera imprevista y claro *urgente*, esta ayuda a estar preparados para posibles eventualidades y es algo que hasta cierto punto vuelve flexible al sistema.
- **Kanban de Emergencia**.- Muy similar al anterior sin embargo se expide soleen los casos cuando se presentan eventualidades en el proceso productivo pero por causas exógenas e inesperadas como la avería de una máquina o la emisión de una pieza defectuosa.
- **Kanban de Proveedor**.- Esta dirigido a los casos de empresas que se encuentran geográficamente distantes de manera considerable de sus *proveedores* y el tiempo que eventualmente se tome para que el proveedor responda a una necesidad de la empresa es relativamente alto, entonces el generar un Kanban es estos casos es de mucha utilidad pues ayuda a prever este echo y tomar las providencias pertinentes.

La fórmula que se utiliza para calcular el número de juegos Kanban necesarios en un sistema esta dado por:

$$K=DL(1+S)/C$$

Donde:

K= Número de tarjetas Kanban.

D= Número promedio de unidades pedidas durante un periodo determinado.

L= Tiempo del proceso de producción para reponer una orden.

S= Existencias de seguridad expresadas como porcentaje de la demanda durante el tiempo del proceso de producción.

C= Tamaño del contenedor.

Mapeo de la Cadena de Valor

En este proyecto se hará uso de una técnica lean muy importante que servirá para detectar los desperdicios en los procesos de producción y más allá de eso incluso descubrir cuales son las técnicas más idóneas para la eliminación de los mismos, estamos hablando del **mapeo de la cadena de valor**. Cadena de valor se ha definido según Mike Rother & John Shook en su *libro Observar para crear valor* **[5]** como:

El conjunto de acciones (tanto de valor agregado como las que no agregan valor) que se necesitan actualmente para mover un producto a través de los principales flujos esenciales de cada uno de ellos.

Este concepto sugiere que se debe no solo mejorar el total de los procesos individuales, sino más bien enfocar el contexto global de la empresa toda su "cadena logística" desde los proveedores hasta el cliente final del producto.

Esta técnica esta implicada por algunos considerándoos y cuestione básicas para su aplicación y demás, sin embargo se podrían resumir muchos de estos aspectos mencionando que, el mapeo de la cadena de valor es una técnica que se prepara con la ayuda de un simple papel y lápiz, con los que se plasma una visión actual de cómo fluyen los procesos y materiales además de la información dentro de la empresa a lo largo de toda la *cadena de valor* para después de formularse algunas preguntas y plantear la aplicación de técnicas lean que ayuden a resolver los problemas que las mencionadas preguntas formulan, bosquejar un mapa de cómo deberían fluir los elementos antes mencionados (procesos, materiales e información) a lo largo de la cadena de valor, en lo que se ha denominado el "estado futuro". Finalmente se debe llegar a la elaboración de un plan de trabajo que permita ejecutar lo que se plasmo en el estado futuro.

La idea de mapeo no es que se planteen esplendidos estados futuros donde el valor fluya por al empresa como cataratas, sino más bien que se aplique y ponga en practica a lo largo del tiempo, pues lo otro es ir de mapeo en mapeo durante toda la vida.

Es importante destacar la sugerencia que muchos autores de mapeos de la cadena de valor efectúan, y es que como bien se menciona, los clientes no están interesados en todos los productos que una empresa elabora, sino que más bien están dispersos por uno u otro producto con preferencias más fuertes por uno y otro evidentemente. De lo descrito se puede inferir que no es una idea necesariamente práctica el hecho de efectuar un mapeo a todos los materiales o productos que pasan por las estaciones de trabajo, para esto se recomienda que se clasifiquen los productos en **familias de productos**, las familias de productos no son más que productos que para ser transformados atraviesan por actividades de similares en el proceso productivo y que además son sometidos a equipos o maquinarias comunes en los procesos que se realizan en lo posterior. Esto ayudara a concentrarse en primera instancia en procesos más complejos o integrales que ayudaran a la generación de valor a los productos de "mayor valor". Usualmente la identificación de las familias de productos no s una tarea fácil y es apoyada con la generación de una matriz en la que se posicionan

sobre un eje las actividades de las que esta constituido el proceso de producción y en el otro eje los productos, la identificación de los productos que se apegan a la definición de *familias de producto* notada son los que serán objeto del mapeo. En otros casos en donde las plantas son pequeñas o los productos que se elaboran son pocos no es necesario la aplicación mediante el paso previo de las familias de producto, sino que el mapeo se aplica a todo de manera integral (como será el caso de este proyecto, donde solo se analizaran a dos productos).

Antes de indicar como trazar un mapa de la situación inicial, es muy provechoso mencionar algunos elementos que ayudan a que los ejercicios del mapeo sean más productivos, a saber:

1) Es de vital importancia que se considere con mucha premura y lugar en el análisis de mejoras al *flujo de información*, ya que es en si el encargado de ordenar a los procesos que es lo que en un determinado instante se necesita producir o que actividades emprender.

2) Importante también es el echo de que las actividades propias del mapeo y demás cuestiones de la técnicas, estén integradas y claro sean coordinadas por un agente responsable, para este menester se sugiere que excita una persona denominada “gerente

de cadena de valor" y este gerente es alguien que tiene que estar empapado de la cadena de valor, o sea conocerla y entenderla por lo menos en una familia definida previamente, de ser el caso), en este aspecto resugiere que se trabaje en coordinación con el principal de dicha familia de producto para que las decisiones tengan entre otras cosas "fuerza en las actividades de implementación de mejoras".

3) Es importante que se efectué un tour preliminar por los procesos, de esta forma se evitara que cuando se realice el recorrido y recolección de datos, se pierda tiempo en averiguar que procesos o actividades siguen y como interactúan con la anterior.

4) Luego, ya en el recorrido formal (por llamarlo de alguna manera) se recomienda que se porte una tablilla con cronómetros papel y lápiz para la toma de datos y dibujos del mapa. En este paso es importante que uno mismos sea quien realice la toma de datos por cronometro y los bosquejos pues la idea es que se comprenda de manera integra la cadena de valor. No olvidar que se usa "LÁPIZ", el uso de PC`s ¡no es una buena idea!

5) Es muy útil que el recorrido se empiece no por el sentido que siguen las materias primas, sino que se lo efectué de adelante

hacia atrás, esta practica permitirá tener más interconexión con los procesos que se encuentran más cercanos al cliente.

A continuación se enumeraran los pasos que se deben seguir al momento de generar un mapa de la situación inicial o actual de la cadena de valor en la empresa **[6]**:

1) Graficar los iconos que representan al cliente, proveedores y el control de producción. El icono del cliente y proveedor deberán estar situados a los extremos uno del otro, a fin de representar el inicio y fin de la cadena de valor, mientras que el de control de producción estará al centro y en la parte superior.

2) Anotar dentro de las casillas, requerimientos por día y por mes del cliente, estos son datos que se consiguen en documentación contenida en los departamentos de ventas de la empresa.

3) Apuntar en el grafico de control de producción, la producción diaria y los requerimientos que esta genera para la producción que se anoto.

4) Graficar el dibujo que representa las entregas que se efectúan desde la empresa hacia el cliente, es importante que se tengan en

cuenta las frecuencias de entrega al momento de bosquejar lo anunciado.

5) Dibujar el icono de las entregas pero esta vez de nuestros proveedores hacia la planta, también tomando en cuento a las frecuencias de entrega.

6) Aplicar lo visto hasta este punto, o sea graficar los iconos de los procesos en su “orden”, ubicándolos de izquierda a derecha, que según lo dispuesto correspondería en sucesión a los extremos donde se encuentran los iconos de los proveedores hasta el otro extremo donde se sitúa el icono de los clientes. Por lo descrito es conveniente que los iconos de proveedores y clientes se dibujen de izquierda a derecha respectivamente.

7) Graficar los iconos de información necesarios, bajo cada icono de proceso que se halla dibujado, con la finalidad de apuntar en estos últimos la información adquirida de dicho proceso.

8) Añadir los gráficos concernientes a comunicación e información, destacando la frecuencia en que se ejecuta.

9) Llevar a cabo las mediciones del proceso de producción e insertar los datos obtenidos de lo mencionado, en las casillas de

información que se menciono añadir bajo los iconos de los procesos.

10) Insertar respectivamente los símbolos que representan a los operadores y anotar la cantidad de operadores además.

11) Agregar iconos de inventarios y días.

12) Graficar los símbolos del empuje y PEPS.

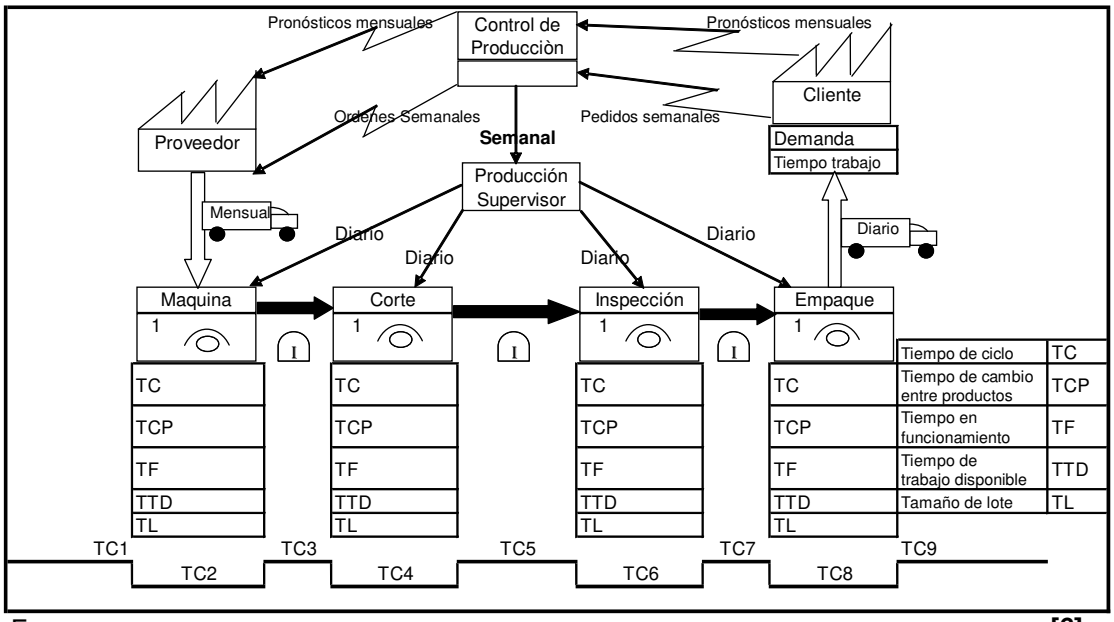
13) Hacer constar alguna otra información que se estime necesaria tomar en cuenta y que evidentemente sea de utilidad para el proceso.

14) }Anotar las horas del proceso.

15) Efectuar un vistazo a los tiempos de ciclo del proceso “Esbelto”.

16) Calcular el tiempo total y los días requeridos.

A continuación se muestra un gráfico que ilustra el proceso que se detalló y cómo debería quedar el dibujo del mapeo en esta etapa, o sea el mapa de la situación actual para una empresa X:



F **[6]**

FIGURA 2.2
ESTRUCTURA DEL DIBUJO DE UN MAPA DE CADENA DE VALORES "ESTADO ACTUAL"

Con el trazo del mapa de la situación actual se busca que se conozcan las zonas en las que existe sobreproducción y demás desperdicios en el proceso. La elaboración de este mapa implica generar rápidamente un mapa del estado futuro y ponerlo en marcha, ya que lo contrario seria haber arado en el mar. Por esta razón, se describe a continuación como se debe trazar el mencionado mapa del estado futuro, siguiendo los pasos que se enumeran **[6]**:

a) Primero se debe de obtener el Takt time para determinar el tiempo necesario para la fabricación de una pieza o la familia de productos seleccionada (en nuestro caso para los ensambles de los dos productos que realiza la empresa). Con esto se sabrá cual es la cantidad de productos que se necesitan ensamblar en una cantidad de tiempo determinada para satisfacer las necesidades de los clientes en el tiempo que se cuenta disponible para trabajar (en este caso en la rutina).

b) Se deben ubicar de manera precisa los cuellos de botella de las máquinas o estaciones de trabajo y así determinar el tratamiento que se debe darles en pos de volver más eficientes a las mismas.

c) Determinar donde se reducen las operaciones y así determinar el tamaño del lote requerido.

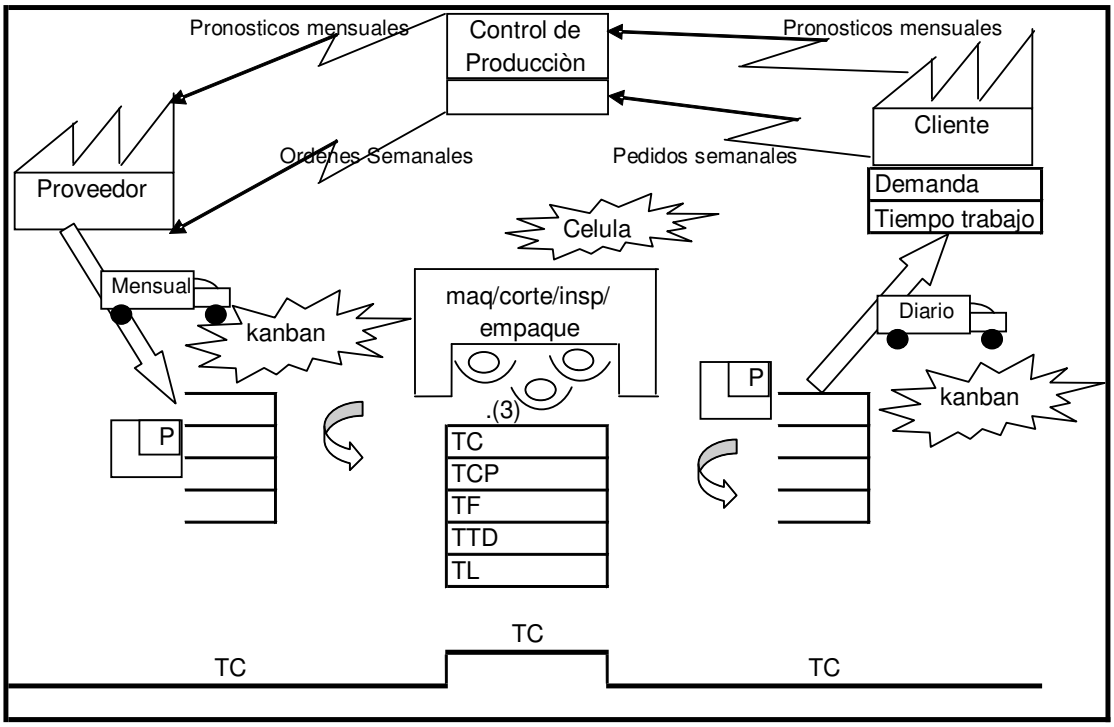
d) Identificar las estaciones de trabajo potenciales para sugerir la aplicación de celdas de trabajo. Se aplican regularmente en las estaciones que llevan cabo actividades parecidas.

e) Determine en donde se aplicaría el KANBAN. Se utiliza un Supermercado al inicio de el proceso en la recepción de la materia prima con la finalidad de disminuir los días de inventario.

f) Definir la manera en que se programará la producción. Se anotan los nuevos datos arrojados en la aplicación de la mejora, en la caja de datos para realizar la operación en menor tiempo posible, un mejor balanceo de línea e incluso la posibilidad de contar con menos operadores en las estaciones de trabajo.

g) Se debe determinar el nuevo tiempo de producción y tiempo de valor no agregado. En la parte inferior de la hoja se anotan los nuevos tiempos de valor agregado y valor no agregado, esto permitirá que se aprecie las mejoras que se lograrían respecto de la situación inicial.

El proceso de trazar el mapa de la situación futura va incluso más allá de lo anotado (que es lo trascendental), puesto que implica el ejercicio de realizar preguntas en cada etapa de lo graficado en la situación actual para al tratar de responderlas dar solución a los problemas detectados y hacer más eficiente la cadena de valor de la empresa. Con esta acotación, se muestra a continuación un bosquejo de cómo luciría el mapa de la situación futura de una empresa (si se tratase del caso mostrado en la figura 2.3):



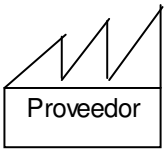
[6]

FIGURA 2.3

ESTRUCTURA DEL DIBUJO DE UN MAPA DE CADENA DE VALORES "ESTADO FUTURO"

¿Pero los símbolos usados provienen de…?

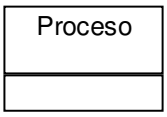
Los símbolos o iconos que se utilizan para trazar los diagramas de la técnica del mapeo de la cadena de valores, son estándares y existen



una amplia gama de la cual se anotan a continuación algunos de los más utilizados:

Cliente / proveedor.

Este icono representa el proveedor y al cliente al mismo tiempo, solo que al momento de graficarlo, se lo coloca al lado izquierdo para le primer caso y al derecho para el segundo.



Caja de procesos

El símbolo representa al proceso, operación, máquina o departamento, por el que pasan los materiales hasta ser convertidos.

TC: Tiempo de Ciclo
TCP: Tiempo de Cambio Entre Productos
TF: Tiempo de Funcionamiento
TTD: Tiempo de Trabajo Disponible
TL: Tamaño de lote

Caja de datos.

La caja de datos se ubica siempre abajo del de proceso y contiene información importante y/o datos requeridos para el análisis y la aplicación del método.

Celda de trabajo.

Indica la existencia de una celda de trabajo, “manufactura celular”.

Simbologías de los materiales

Inventario

Los iconos son equivalentes y representan el inventario que se acumula entre los procesos o el WIP. Usualmente en el mapa del estado actual las cantidades de inventario son cuantificables y se las anota bajo el icono. Al ser un símbolo que denota el inventario,

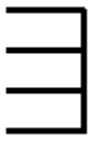
es también utilizado para representar el inventario de materias primas y/o productos terminados.

Cargamentos o fletes de trasportes.

Estos iconos (dependiendo las orientación) representan e movimiento de materias primas hasta la planta o de los productos terminados hacia el cliente.

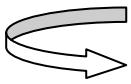
De empuje flecha.

Como su nombre lo indica simboliza el " empuje " de los materiales desde una estación a otra en el proceso productivo.



Supermercado.

El icono simboliza a lo que se denomina un inventario " supermercado " (kanban stockpoint). Que es un inventario pequeño de absoluta disponibilidad para entregar al cliente cuando lo requiera y automáticamente una tarjeta de fabricación para cubrir el stock que se utilizo del *supermercado*.



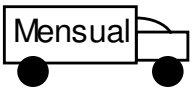
Jalar material.

Este icono representa la interconexión entre los *supermercados*, pero en una conexión en la que un proceso **jala** al anterior para que reponga la cantidad de materiales o productos que se tomaron de el.

Línea de PEPS.

Esta simbología denota la existencia de un flujo de materiales bajo el régimen del sistema PEPS (primeros en entrar, primeros en salir. FIFO por sus siglas en ingles), o sea que las unidades producidas

primero, son precisamente las que se pasan al siguiente proceso de manera antes de pasar las que se acaban de producir.



Cargamento externo.

El dibujo representa precisamente un camioncito que simbolizara la transportación de fuera de la planta ya sea de las materias primas como del producto terminado.

Control de Producción

<u>Control de Producción</u>.

Este icono señala que aquí existe un departamento de control de producción, de el cual va a partir la información requerida para iniciar la fabricación de un producto.

Embarque diario

El icono representa la entrega de información manual o escrita en papeles, importante para la producción. Comúnmente se enfoca representada en las órdenes de trabajo.

Información electrónica

Esta es la representación de información tal como el símbolo anterior pero en forma electrónica, o sea mail y demás medios informáticos.

Producción kanban.

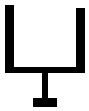
El dibujo es la representación del llamado o alerta para la producción de partes que repondrán el stock de la estación siguiente.

Retirada Kanban.

Este icono ilustra que un material se va a retirar hacia un supermercado, el cual envía una señal para que la operación anterior proceda a fabricar la cantidad de piezas retiradas.

Señales kanban.

La representación de que el inventario esta balanceado o nivelado en un supermercado de entre dos procesos, es este icono.



Tarjeta Kanban.

Este símbolo es una tarjeta Kankan, que es la cantidad que se deberá recoger. Con frecuencia se utilizan dos tarjetas, para el intercambio de retiro y ordenar producción.

Secuencia de jalar.

El icono representa la alerta de que se recojan elementos para la producción de los artículos.

Balanceo de cargas.

Este icono es la herramienta que se utiliza en los kanban para nivelar la producción.

MRP/ERP

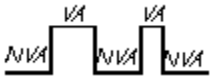
El símbolo es la representación de la forma en que se realiza la programación de la producción.

Mejora

Este icono es utilizado siempre en el dibujo de la situación futura, ya que simboliza las mejoras que se intentan aplicar al proceso.

Operario

El símbolo representa a los operadores de las distintas estaciones de trabajo, pero no de manera individual ya que si se emplea más de un operario se pondrá la cantidad de ellos con un número junto al icono.



Valor agregado y no valor agregado

Luego de la realización del mapeo, se grafica este icono en el cual se escribirán los tiempos de las diferentes operaciones y los inventarios respectivos, ubicando los tiempos de valor agregado en

la cresta de la onda mientras que en la parte inferior los que no agregan valor.

Producción Nivelada (Heijunka)

El principio básico de esta técnica implementada por los japoneses es de hacer homogéneo el flujo de producción para acotar o ***suavizar*** las fluctuaciones en la demanda de diferentes productos que solicita el cliente y que ocasionan una reacción en el interior de la planta afectando especialmente a la programación de la producción **[1]**.

Y la forma que los japoneses dieron solución a este impase, fue la de realizar un plan mensual de producción aplicando algunos mínimos o más bien sutiles ajustes a la producción de tal manera que en lugar de producir lotes muy grandes de un determinado producto, se de paso a la realización diaria de una combinación determinada de productos en cantidades menores o lotes más pequeños, dando así a la empresa la posibilidad de contar siempre con una combinación de productos listos para el cliente y la implementación de operaciones que permitan eso si, que los cambios sean más rápidos.

Verificación de proceso (Jidoka)

El término evidentemente japonés, esta vinculado a la integración y verificación de la calidad al *proceso*. Se procura la generación de parámetros óptimos de calidad en el proceso, para de esta forma efectuar comparaciones con los estándares establecidos. La técnica es muy clara en lo que respecta a una inconformidad al momento de efectuar las comparaciones de los parámetros, de esta manera si se detectaran, simplemente *detiene el proceso* ya que considera que de no darse esta medida y empezar a dar solución al problema, lo que se desencadenaría es la producción indiscriminada de productos defectuosos **[1]**.

Existen diferentes tipos de sistemas Jidoka: visión, fuerza, longitud, peso, volumen, etc. depende del producto es el tipo o diseño del sistema Jidoka que se debe implantar. El jidoka se usa en las máquinas que se paran de manera automática y/o repentina, o a problemas detectados por los operarios, etc. La idea es que quienes están inmersos en el trabajo sean los responsables de solucionar el problema y como última medida (en los casos que el mantenimiento autónomo no resulte) parar el proceso.

Dispositivos para prevenir errores (Poka Yoke)

“Poka Yoke " se deriva de las voces japonesas que significan “A Prueba de Errores” **[1]**. Como su nombre lo indica busca que no se den fallos en los productos a causa de errores en los procesos, por esta razón se ha definido a un sistema Poka Yoke a todo dispositivo que alerte de manera visible la presencia de un error, Así los operadores lo detectaran en tiempos apropiados dándole solución oportuna.

Los sistemas Poka Yoke contemplan la implantación de una inspección del100% y sus respectivo feed back acompañado de la obvia acción inmediata para solucionar los problemas presentados.

Métodos de Control

Los sistemas Poka Yoke son de tipo variado pero si pueden ser clasificados tendríamos los drásticos y los de advertencia **[1]**. Los primeros son sistemas que al encontré un error en el proceso inmediatamente lo ***paralizan***, sin embargo no siempre es practico que el proceso sea paralizado para solucionar un problema, y es en estos casos donde se utilizan más bien los sistemas o métodos de advertencia, que son muy variados además.

Los métodos de advertencia son exactamente una alarma o que advierte de anormalidades en el proceso, ya sea por intermedio de sonidos, luces u otro tipo de alarma visual o sensitiva incluso.

Los métodos Poka Yoke están clasificados en tres segmentos, a saber:

1) Los métodos de contacto, que se caracterizan por la detección de las anormalidades ya sea mediante el contacto con la pieza o máquina o sin el, pero donde definitivamente existe la utilización de recursos sensitivos.

2) Los métodos de valor fijo, que más bien se centran en la detección de errores mediante la supervisión de un “valor fijo” o cantidad determinada de movimientos en aquellas operaciones que tengan que repetirse un número específico de veces.

3) Finalmente los métodos de paso-movimiento, estos métodos centran su efectividad en la inspección de los movimientos que no cumplen los estándares establecidos en aquellas actividades que cuentan con dichos estándares para su ejecución.

Se podrían mencionar una gran gama de “medidores” o dispositivos que se utilizan para la prevención o detección de los errores como lo establece la técnica. Para el primer método enumerado en la clasificación (pues los demás métodos son netamente de observación), se muestra a continuación una modesta tabla donde se mencionan algunos de los dispositivos utilizados, desde la perspectiva explicada de aquellos que funcionan bajo el contacto y aquellos que no:

TABLA 2.2

TIPOS DE DISPOSITIVOS DE CONTACTO Y SIN CONTACTO PARA LA PREVENCIÓN DE ERRORES

Dispositivos de Contacto	Dispositivos Sin Contacto

❖ Interruptores de Tacto ❖ Transformador Diferencial ❖ Trimetron ❖ Relevador de Niveles Líquidos	❖ Sensor de Proximidad ❖ Detectores de Vibraciones Anormales ❖ Interruptores Fotoeléctricos, Sensores de Metales

Karla Pineda Mandujano, menciona tres características importantes de los sistemas Poka Yoke que deben tomarse en cuenta al momento de implementarlos, para que sean considerados óptimos. A continuación se las mencionan **[1]:**

- ***Son simples y baratos***. Puesto que deben ser fácil de entender ya sea en su funcionamiento como en los mensajes que emitan, y evidentemente la componente del costo beneficio es determinante al momento de adoptar algún tipo de técnica en las empresas, ya que si los beneficios que prestan son menores que su costo (en términos monetarios), simplemente el sistema *"no va"*.

- ***Son parte del proceso***. Deben ser concebidos como una parte integral del proceso de producción ya que en ellos reposará la responsabilidad total de la inspección.

- ***Son puestos cerca o en el lugar donde ocurre el error***. Esto genera que la retroalimentación y la información llegue de manera oportuna para que sean empleadas las acciones pertinentes que ayuden a solucionar los problemas.

Indicador Visual "ANDON".

ANDON es el japonés del cual se deriva el término "alarma" (textualmente se lo traduce como *ayuda*) en nuestra lengua, y efectivamente significa la utilización de métodos visuales y de sonido que indicarán como esta llevándose a cabo el proceso a lo largo del tiempo de operación **[1]**. Al decir que son métodos visuales y de sonido, los mecanismos a utilizar son "luces", luces de varios colores que codificadas de acuerdo a una situación especial del proceso, harán notar el problema que se esta presentando o simplemente una condición de trabajo en un determinado instante de tiempo.

El mecanismo de la técnica es, en esencia, la utilización de luces, para denotar a través del color, una determinada situación en el proceso. Pero la o las luces pueden estar ubicadas ya sea sobre cada proceso

individual, con lo que se podrá saber in-situ el estado actual de ese proceso determinado; mientras que otra opción es la de utilizar un panel de luces que indique las circunstancias de operación del proceso en un *área* global del sistema productivo.

La técnica es perfectamente aplicable ya sea a una línea de ensambles manual o semiautomática hasta a una línea automatizada 100%, con la diferencia de que en el primer caso la activación se efectúa mediante dispositivos mecánicos que el operador aplica, mientras que en el segundo caso los dispositivos se activan automáticamente ya que se los integra como parte del sistema. Una vez que se active la luz respectiva y/o el sonido predeterminado para dicha circunstancia, el encargado (generalmente el supervisor de producción) implementará las acciones correctivas que ameriten. Los colores y su respectivo motivo en dicha combinación, que se utilizan de manera más usual se anotan a continuación:

- **Rojo**: Máquina descompuesta
- **Azul**: Pieza defectuosa
- **Blanco**: Fin de lote de producción
- **Amarillo**: Esperando por cambio de modelo

- **Verde**: Falta de Material
- **Apagado:** Sistema operando normalmente

Manufactura celular

La manufactura celular o células de trabajo son un concepto relativamente nuevo de cómo distribuir los procesos en la planta. Existen muchas definiciones como por ejemplo la esgrimida por un grupo de trabajo de manufactura esbelta del Texas Manufacturing Assistance Center que dice lo siguiente **[8] "***Unión de operaciones manuales y mecánicas en la combinación más efectiva para maximizar el valor-agregado y minimizar el desperdicio*", o la definición que plantea Maritza Villavicencio en su publicación sobre los métodos de distribución de planta donde dice que la manufactura celular **[9]** *"Puede definirse como una agrupación de máquinas y trabajadores que elaboran una sucesión de operaciones sobre múltiples unidades de un ítem o familia de ítems"*.

Como se lee se trata de unificar las máquinas, recursos y actividades que realizan una *sucesión* de actividades concordantes o un "producto o familia de productos determinados" y se llama celular por que se forma una C que aglutina los recursos mencionados.

Pasos para implementar una célula de manufactura [8]:

Paso 1: Agrupar productos.- Este primer paso es muy importante ya que implica seleccionar y agrupar los productos que hacen la utilización de los recursos y/o actividades más comunes o afines para de esta manera dar paso a las familias de productos y disponer la fabricación de los productos de una familia determinada en una misma célula. La tarea de determinar las familias de productos puede ser muy evidente para algunos productos o procesos y se realiza simplemente observando la secuencia de su fabricación y la similitud obvia, sin embargo en otros casos esta tarea resulta más compleja y es aqui donde deberá decidirse incluso por formar las familias por otros tipos de criterios, como hacerlo en función de la similitud en la forma, en el tamaño, en los materiales que lo incorporan, en las condiciones medioambientales requeridas etc. También es un apoyo la utilización de matrices que ubiquen en un eje las actividades y en el otro los productos así determinar de manera más precisa las similitudes en los procesos y decidir de cómo conformar las familias.

Paso 2: Medir demanda – Establecer tiempo Takt.- Lo siguiente que se sugiere es establecer algunas mediciones fundamentales del proceso global para establecer algunos parámetros de recursos mínimos a utilizar, el primero es el tiempo Takt que es el tiempo entre la producción

de dos unidades consecutivas, se calcula mediante la siguiente expresión matemática:

$$\text{Takt} = 100 \times \frac{\text{Tiempo de Trabajo Disponible}}{\text{\# De Piezas Vendidas (demanda diaria de los clientes)}}$$

Con el tiempo Takt determinado lo siguiente es encontrar el número mínimo de personal que deberá tener la célula para cumplir con la demanda que el cliente genera, para esto se utiliza la siguiente formula:

$$\text{\# Mínimo de Personal} = 100 \times \frac{\text{Duracion de ciclo}}{\text{Tiempo Takt}}$$

Paso 3: Repasar secuencia de trabajo.- Esta etapa es muy importante al momento de diseñar una célula de manufactura ya que implica determinar algunos aspectos trascendentales, entre las que se destacan el *observar* la secuencia en que el operario efectúa sus actividades con la finalidad de determinar el flujo que debe primar en la célula a diseñar, *dividir* las operaciones en elementos notables para asi tener la perspectiva clara de cuales son las tareas más destacadas del proceso y su posterior tratamiento en el diseño de la célula, *identificar* los elementos que agregan valor al proceso y aquellos que no, con la finalidad de establecer un tratamiento especial a aquellos que agregan valor y en el otro caso eliminarlos o disminuirlos en lo posible,

*determina*r las capacidad del equipo, tiempos de ciclo, tiempos de ajuste y demás información que es de utilidad notable para el diseño de las células. En general, conocer el proceso con sus fortalezas y debilidades.

Paso 4: Combinar trabajo en un proceso balanceado.- Lo siguiente que se deber hacer es balancear el proceso, es decir procurar que el trabajo que se pretende delegar a la célula sea armonioso y fluido a lo largo de cada una de sus estaciones minimizando los picos generados regularmente por los cuellos de botella en el proceso.

Paso 5: Diseñar la distribución de célula.- Con todos los pasos que se han notado lo que resta es el diseño en si de la célula, es decir como estarán distribuidos los recursos a lo largo de la misma, para esta tarea se sugiere que no se dejen pasar por alto algunos aspectos medulares como: Establecer las metas que busca el diseño de la célula es decir, tratar de hacer cumplir los lineamientos que rigen el concepto de célula de trabajo como distribución flexible, tamaño de lote pequeño (1 si es posible), controles visuales y demás. Otro punto importante en el diseño de células es simplificar el flujo, o sea hacer que el flujo de los materiales a lo largo del proceso sea simple e integre las operaciones del proceso en lo posible en una sola dirección. Entre otros aspectos tenemos: disminuir el manejo de los materiales, esto busca tratar que

en lo posible los movimientos estén ligados a las actividades de valor agregado principalmente y utilizar el 100% de la capacidad del personal, para que la utilización sea la óptima y así ganar más flexibilidad y productividad.

Mejora Continua (Kaizen).

Este concepto de Kaizen se deriva de voces japonesas que finalmente buscan la mejora continua en las actividades de cualquier tipo en las empresas e incluso visto desde una perspectiva más amplia se aplica a la vida misma de los seres humanos, ya que el Kaizen sugiere que todo debe seguir un ciclo de mejora que no se detiene a lo largo del tiempo sino que más bien es del tipo continuo. En una definición de Karla Pineda Mandujano vista más desde el aspecto técnico pero haciendo referencia a la etimología de la palabra Kaizen nos dice lo siguiente **[1]**:

Proviene de dos ideogramas japoneses: "Kai" que significa cambio y "Zen" que quiere decir para mejorar. Así, podemos decir que "Kaizen" es "cambio para mejorar" o "mejoramiento continuo" Los dos pilares que sustentan Kaizen son los equipos de trabajo y la Ingeniería Industrial.

Mejoras Enfocadas (Kaizen),

Las mejoras enfocadas, son actividades encaminadas a generar los procesos de *mejora continua* que requiere la empresa, soportados en los instrumentos que brindan las técnicas del mantenimiento, como se ha

mencionado, el enfoque de este tipo de ejercicios esta enrumbado hacia la eliminación de los “desperdicios” que se producen en las plantas empresas manufactureras.

Es importante destacar que las mejoras que se realicen, sean producidas en el marco de grupos multidisciplinarios de trabajo, ya que se pretende que las acciones que se planteen tengan una perspectiva integral de la empresa, sin contar con aspectos trascendentales como son el explotar las virtudes de todo el equipo de trabajo de la empresa y lograr incluso el compromiso de todos en la ejecución.

Pasos para implementar el Kaizen.

La implantación del Kaizen en la empresa busca mejorar los tiempos de ciclo y así aumentar la productividad de los procesos, unificar los criterios de calidad y métodos de trabajo y como todas las técnicas de manufactura esbelta trata de eliminar los desperdicios que se producen en la empresa. De lo expuesto la implantación del Kaizen en la empresa va a ayudar en la solución de muchos aspectos, para implementar el Kaizen se sugiere seguir 7 pasos fundamentales que se los explica a continuación **[1]**:

Paso 1: Selección del tema de estudio.- Lo primero que hay que hacer para emprender el trabajo con el Kaizen es determinar lo que se quiere,

es decir su orientación, por ejemplo podría quererse que la técnica responda a los objetivos superiores de la dirección industrial, criterios organizativos, factores innovadores o problemas de calidad y entregas al cliente entre otros, esto es lo que hay que establecer para la eficiente implementación de la técnica.

Paso 2. Crear la estructura para el proyecto.- Es importante que se genere la infraestructura necesaria para la implantación del Kaizen, esta infraestructura no es necesariamente física sino más bien conceptual y de ***trabajo***, la infraestructura esta mayoritariamente determinada por los grupos de trabajo multidisciplinarios que están constituidas de manera que la mayor cantidad de las áreas de toda la empresa estén representadas desde los supervisores hasta el departamento financiero incluso.

Paso 3. Identificar la situación actual y formular objetivos.- Esta fase indica que se debe generar la información necesaria de cómo funciona el proceso en la actualidad recogiendo datos de productividad, fallas, desperdicios y demás, que permitan generar información clara y precisa del estado actual de la empresa con relación al tema que se ha seleccionado estudiar. Con el análisis situacional que se realice, lo siguiente es fijar los objetivos y sus perspectivas para mejorar.

Paso 4: Diagnóstico del problema.- Aquí se trata de establecer las condiciones bajo las cuales se deberá emprender la aplicación de las técnicas apropiadas, se trata de que antes de cualquier análisis técnico para la solución de los problemas, se establezcan las condiciones básicas de funcionamiento de los equipos principalmente, realizando limpieza y mantenimiento a las máquinas y equipos así como también procurar la eliminación de todas las condiciones que generan la ineficiencia llámense fugas, focos infecciosos y demás.

Paso 5: Formular plan de acción.- Con todos los elementos conseguidos hasta aquí lo que sigue es elaborar un plan de acción que permita la eliminación de las causas críticas que están generando los problemas en los procesos, a partir de las propuestas que plantee el plan de acción se deben delinear las actividades y asignación de tareas para alcanzar las metas que se planteen. El plan de acción debe contemplar algunos aspectos básicos como alternativas para las potenciales acciones que se tomen e incluir las actividades que deben realizar los individuos involucrados en todos los niveles y áreas desde los puestos administrativos como supervisores o especialistas de los procesos tanto como para los operadores de las máquinas.

Paso 6: Implantar mejoras.- Con la elaboración del plan de acción lo que queda es proceder a cristalizar el plan efectuando las acciones que

este esgrime, lo importante en este paso es que exista una comunión en las actitudes y participación total de los implicados en la realización del proyecto, hay que hacer participar no solo a los dirigentes de las áreas sino y también a los operadores. Otro aspecto principal en la metodología es tomar en cuenta las opiniones del personal operativo, hacerlo participe de la implantación y que realice las acciones asignadas de manera voluntaria ya que la imposición (más aún cuando es autoritaria) no produce en lo absoluto ningún resultado positivo de la implantación.

Paso 7: Evaluar los resultados.- Lo último que tiene que considerarse en la implantación del Kaizen en la empresa es la necesidad de evaluar los resultados que se están consiguiendo con la técnica y más aún hacerlos públicos en toda la empresa asegurándose que todos sean participes de los avances (el uso de carteleras es muy usual para este menester) incluso beneficiarse de las experiencias de las demás áreas en cuanto a la consecución de los objetivos.

Además de las técnicas de la manufactura esbelta que se han enumerado y explicado casi en su totalidad, en la presente tesis se ha hecho uso de algunas herramientas que no precisamente conforman de manera directa a la manufactura esbelta sino más bien son técnicas complementarias de apoyo para la implementación de las técnicas

esbeltas, entre las herramientas que se han utilizado constan la toma de tiempos y los estudios de métodos, que se explicarán a continuación:

Estudio de tiempos y movimientos.

Según define Carlos López en el estudio de tiempos y movimientos es **[10]**:

ESTUDIO DE TIEMPOS: actividad que implica la técnica de establecer un estándar de tiempo permisible para realizar una tarea determinada, con base en la medición del contenido del trabajo del método prescrito, con la debida consideración de la fatiga y las demoras personales y los retrasos inevitables.

ESTUDIO DE MOVIMIENTOS: Análisis cuidadoso de los diversos movimientos que efectúa el cuerpo al ejecutar un trabajo.

Existen algunas formas para determinar los tiempos de un proceso, sin embargo la medición por cronómetros lleva la delantera por sobre otras como la utilización de videograbadoras (que ofrece detalle de las actividades) sin embargo la utilización del cronometro es más fácil para el común de las personas y económico. Para emprender un estudio de tiempos es importante saber que se va a medir, es decir esclarecer el principio y fin de las actividades “dividir los elementos conmensurables”, para esto se realizan algunas recomendaciones **[3]**:

1. Definir claramente los elementos a medir, tomando muy en cuenta el hecho de que deben ser lo suficientemente cortos para saber el

detalle de la actividad y lo suficientemente largo como para poder apuntar las mediciones.

2. Si las actividades del operador son independientes a las de la máquina y por ende las realizan por separado, habrá que definir estas actividades por separado.

3. Definir por separado cualquier demora que presenten, ya sea el operador o la máquina en el proceso.

Estudio de tiempo con cronómetros.

Para el desarrollo de la presente tesis se medirán los procesos mediante la toma de tiempos con cronómetros, para esto a continuación se detallan los fundamentos que rigen a este tipo de estudios, primeramente se enumeran algunos de los elementos importantes que no deben faltar **[11]:**

1) Reloj, ya sea digital o mecánico.
2) Tablero de apoyo con sujetador, donde se colocarán los formatos para la toma de datos.
3) Formato para anotar los tiempos tomados.
4) Lápiz, ya que es flexible para corregir cualquier error al anotar los datos.
5) Calculadora para efectuar las cuentas necesarias.

A continuación se muestra el formato que se ha elegido para el registro de los datos de la medición de tiempos con cronómetros **[11]**:

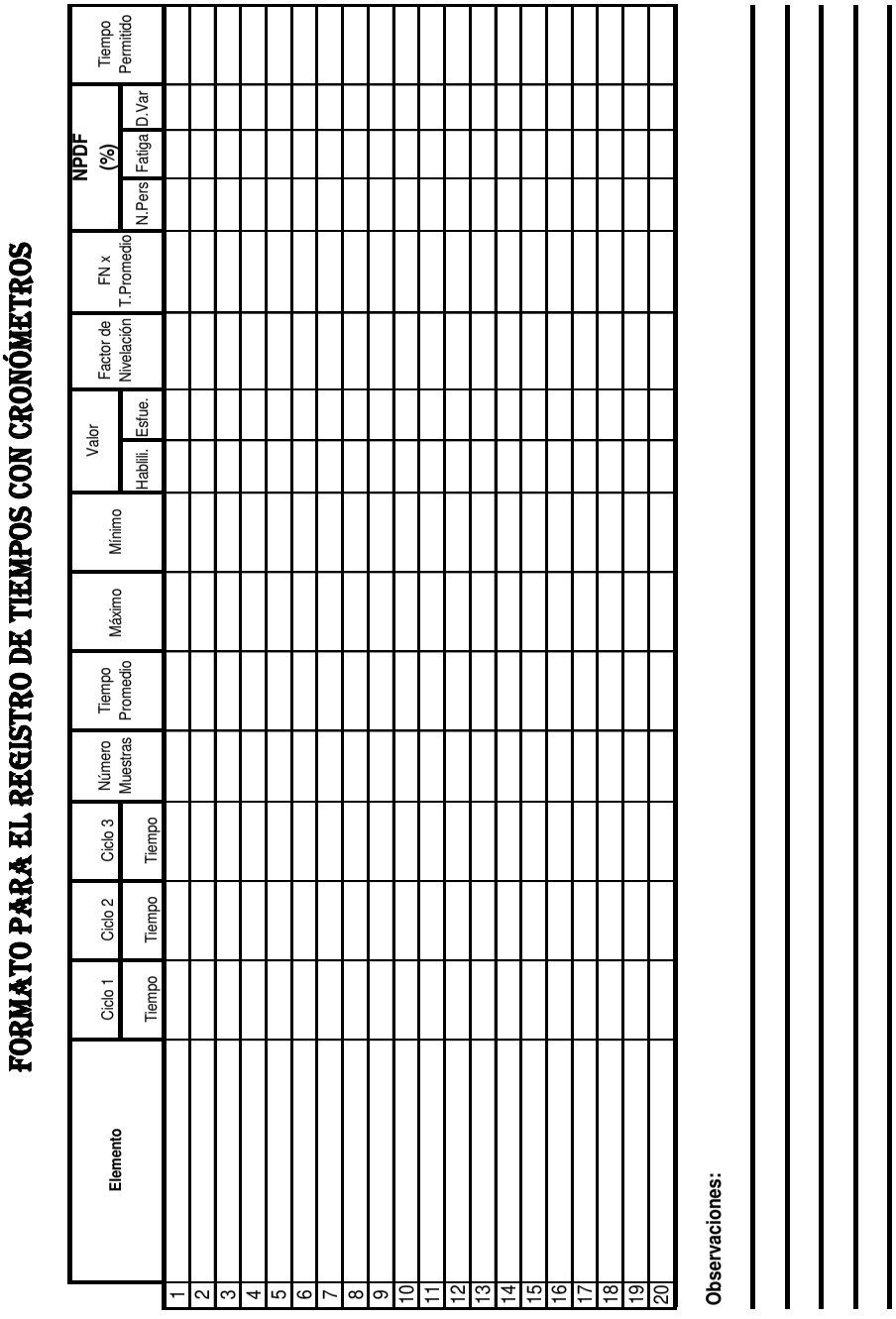


Figura 2.4: Formato para el registro de tiempos con cronómetros

FIGURA 2.4
FORMATO PARA EL REGISTRO DE TIEMPOS CON CRONOMETROS

En la figura se muestran las casillas que representan de izquierda a derecha lo que sigue:

El *número de la actividad* que se realiza, es decir se procura que se anoten las actividades en orden secuencial a como ocurren en el proceso a fin de ser medidas.

En la casilla *elemento*, se describirá la actividad que se va a cronometrar.

En la casilla *ciclo*, se apuntan los tiempos medidos para la actividad correspondiente. Se anotan 3 ciclos puesto que se realizan 3 mediciones para la misma actividad (con la finalidad de obtener el promedio y reducir la variabilidad).

Seguidamente está la casilla donde se anotará el *número de muestras tomadas*, en este caso son 3 (los tres ciclos).

Continua la casilla *tiempo promedio*, donde se anotara el promedio de que resulte de las tres muestras tomadas.

Luego se anotan las casillas de máximo y mínimo, donde se anotan la medida mayor y menor (de las tres muestras) respectivamente.

En la casilla valor, se apuntará la valoración que se le asigne a dicha actividad o proceso medido, respecto a la *habilidad y esfuerzo* mostrado, estos valores están tabulados y se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 2.3

TABLA DE VALORACIÓN DEL DESEMPEÑO PARA NIVELACIÓN [11]

Habilidad			**Esfuerzo**		
0.15 0.13	A1 A2	Súper Habilidad	0.13 0.12	A1 A2	Excesivo
0.11 0.08	B1 B2	Excelente	0.10 0.08	B1 B2	Excelente
0.06 0.03	C1 C2	Buena	0.05 0.02	C1 C2	Bueno
0.00	D	Promedio	0.00	D	Promedio
- 0.05 - 0.10	E1 E2	Regular	- 0.04 - 0.08	E1 E2	Regular
- 0.16 - 0.22	F1 F2	Pobre	- 0.12 - 0.17	F1 F2	Pobre

Como se aprecia, el ingeniero de métodos deberá valorar la actuación del operador en la actividad en dos aspectos Habilidad y Esfuerzo, calificando en cada uno de ellos de acuerdo a su criterio el desempeño global. Lo importante aquí para que la valoración sea la más justa es que exista un conocimiento muy amplio de las operaciones e incluso conocimiento práctico a fin de conocer el nivel de esfuerzo que requiere en la práctica y el grado de habilidad que se puede percibir vs. el que se efectúa realmente.

Seguido se muestra la casilla donde se apunta el *factor de nivelación*, que es el resultado de la suma algebraría entre 1 + FH(valor habilidad) + FE(valor esfuerzo).

En la casilla siguiente se deberá anotar el resultado de la multiplicación entre el tiempo promedio y el factor de nivelación, esto arrojara como resultado el ***tiempo nivelado*** para la actividad, el tiempo nivelado es el tiempo requerido para la actividad ajustado por el estimado del observador del nivel de desempeño.

Luego se muestra una casilla *NPDF*, que significa la tolerancia por necesidades personales, fatiga y demoras varias que se presentan a lo largo de la realización de las actividades en el proceso. El porcentaje que más se acostumbra para asignarle a las actividades diarias o del proceso en lo que tiene que ver al NPDF es el que se anota **[11]**:

Necesidades personales, del 3 al 5%.

Fatiga, del 3 al 5%.

Demoras varias, del 3 al 5%.

En su libro “manual del ingeniero industrial” Hodson William K., Maynard, sugiere algunas reglas prácticas que se deberían tomar en cuenta al momento de asignar y calcular las tolerancias del NPDF y se las apuntan a continuación **[11]**:

- Se sugiere calcular las demoras por necesidades personales tomando el número de recesos usados para descanso netamente y así conocer el tiempo que tienen permitido para finalmente convertirlo en un porcentaje, o simplemente visualizarlas y valorarlas en base a la necesidad de estos laxos por el esfuerzo del trabajo o las condiciones físicas y psicológicas del operario que las toma.

- Para las demoras varias, se define que son todas aquellas interrupciones que demoran menos de 6 minutos.

- En el caso de la tolerancia por fatiga se alerta de la imposibilidad de observancia ya que el operario podría fingir fatiga o de existir realmente incluso podría ser subestimada, para esto se siguiere tomar en cuenta aspectos como la excesiva incomodidad que se presente por las condiciones de trabajo, el esfuerzo físico que se realiza más allá de lo que seria normal en el desempeño de la misma actividad por otro operario u otro método de trabajo incluso.

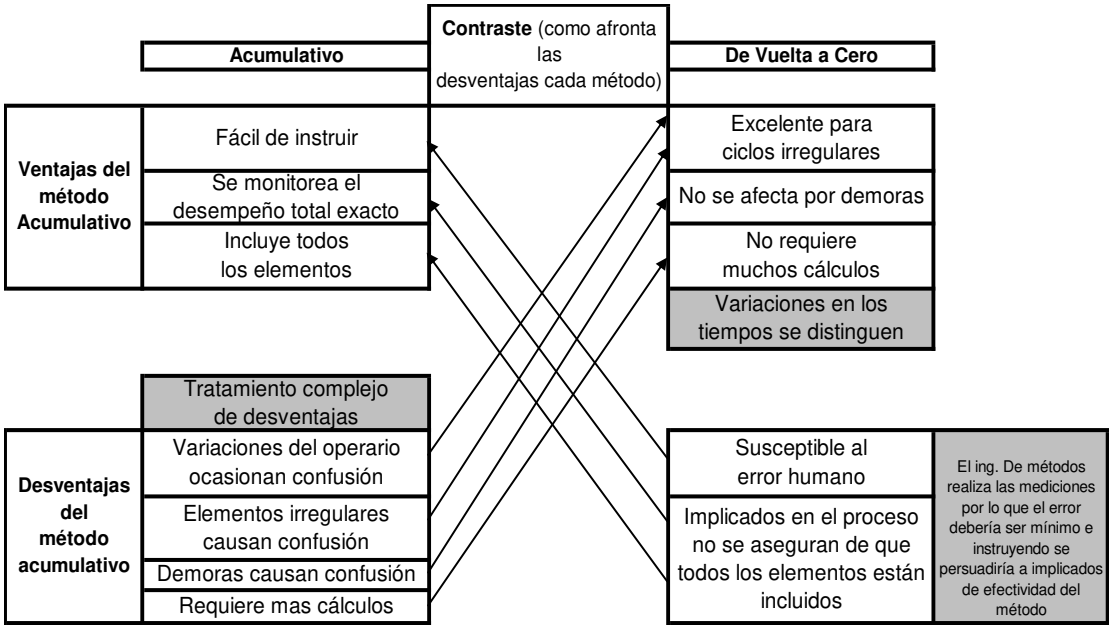
Finalmente está la casilla donde luego de todos los cálculos se anota el *tiempo permitido*, que es igual a el tiempo nivelado más un porcentaje extra de mismo que esta dado por el porcentaje total que resulte de la valoración del NPDF.

Se sugieren algunos tips para que el estudio de tiempos sea más eficiente, los mismos que se los anota a continuación **[11]**:

- Seleccionar a un operario que desempeñe las actividades con regularidad en toda su actuación y habilidades incluso un amplio conocimiento del método.
- Compartir con todos los implicados los resultados de las mediciones, esto debe ser de dominio público o en el peor de los casos no sigiloso.
- Explicar con mucho tino en todos los aspectos, todos los puntos del estudio y cuestiones técnicas.
- Definir en forma muy clara los elementos que constituyen las actividades del proceso, como ya se anotó esto es de mucha importancia incluso para la valoración del desempeño.
- Definir el método de cronometraje que se usará para las mediciones.

Del último punto anotado hay que mencionar que existen dos métodos de cronometrajes más conocidos y se los contrasta en la siguiente tabla **[11]**:

TABLA 2.4:
CONTRASTE ENTRE VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MÉTODOS DE CRONOMETRAJE



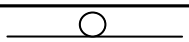
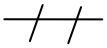
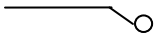
Estudio de movimientos [12].

La definición del estudio de movimientos fue analizada al iniciar esta sección del capítulo, hay que enumerar que se lo puede realizar de algunas maneras, existe el estudio visual de movimientos que se enfoca principalmente a la observación cuidadosa de las operaciones y la elaboración de un diagrama de procesos del operario para después someterlo al análisis de las operaciones desde la perspectiva de las leyes de la economía de movimientos. Existe el estudio de micro movimientos, que es similar al estudio visual de movimientos solo que este complementa los análisis de las operaciones con elementos de

estudios obtenidos con filmaciones, fotografías y demás, se lo utiliza en trabajos repetitivos y que tengan laxos de duración grandes, posee un alto costo por lo que su aplicación no es muy generalizada.

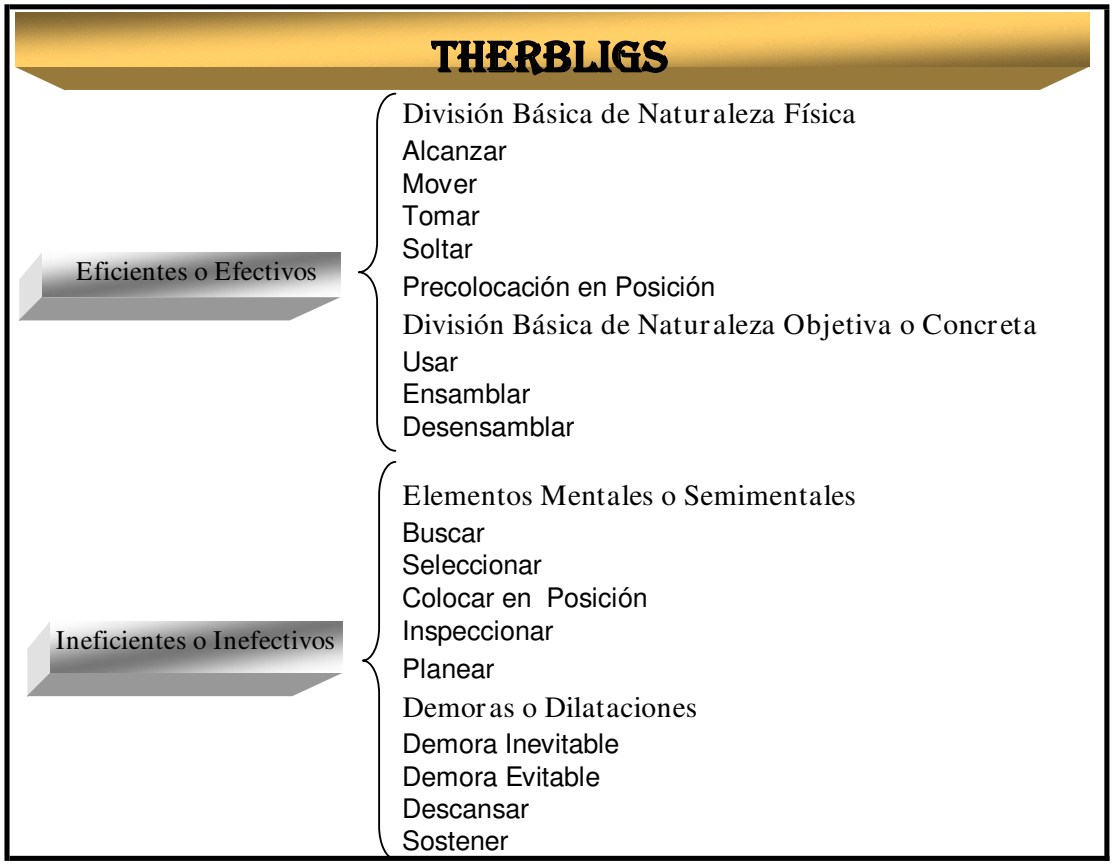
Al mencionar todo lo que implica el estudio de tiempos y sus orígenes, es de suma importancia mencionar la aportación de los esposos Gilbreth al llevar a cabo los primeros estudios de movimientos y la formulación de leyes de la economía de movimientos que tienen aún vigencia. Los Gilbreth sostenían que toda operación esta constituida de 17 divisiones básicas de movimientos a los que llamaron “THERBLIG” (Gilbreth escrito al revés), los mismos que se enumeran a continuación **[12]**:

TABLA 2.5
THERBLIGS Y SUS SIMBOLOGÍA

THERBLIG	SÍMBOLO	SÍMBOLO GRAFICO
Buscar	B	
Seleccionar	SE	
Tomar (Asir)	T	
Alcanzar	AL	
Mover	M	
Sostener	SO	
Soltar	SL	
Colocar en posición	P	
Pre colocar en posición	PP	
Inspeccionar	I	
Ensamblar	E	
Desensamblar	DE	
Usar	U	
Demora inevitable	DI	
Demora evitable	Dev	
Planear	PL	
Descansar	DES	

A los Therbligs se los divide como aquellos que son eficientes e ineficientes en las operaciones de acuerdo a su naturaleza ya sea física u objetiva incluso si es mental según el caso, Benjamín Niebel nos presenta dicha división **[12]**:

En el estudio de movimientos, la piedra angular alrededor de la cual deberán girar los análisis, son los principios de la economía de movimientos y que se los enumera a continuación **[12]**:



i

FIGURA 2.5
CLASIFICACIÓN DE LOS THERBLIGS SEGÚN SU EFICIENCIA O EFECTIVIDAD E NEFICIENCIA O INEFECTIVIDAD

TABLA 2.6
PRINCIPIOS DE LA ECONOMÍA DE MOVIMIENTOS

Principios de la Economía de Movimientos		
Uso del Cuerpo Humano	**Disposición y condiciones en el Puesto de Trabajo**	**Diseño de las Herramientas y el Equipo**
1. Las 2 manos deben comenzar y terminar los elementos de trabajo al mismo tiempo, no deben estar ociosas al mismo tiempo (solo en el periodo de descanso)	1. Deben asignarse lugares específicos y estratégicos para las herramientas	1. Se deben procurar operaciones simultaneas con las herramientas
2. Los movimientos de las manos deben ser simétricos y realizarse simultáneamente cuando parten y regresan al cuerpo	2. Se deben usar sistemas de alimentación por gravedad y entrega por caídas además de expulsores para las piezas terminadas en lo posible	2. Todos los elementos de manejo como palancas y volantes deben tener fácil acceso y operación tal que prioricen la utilización del conjunto muscular las fuerte del obrero
3. En lo posible aprovechar el ímpetu físico para apoyar al operario y reducirlo al máximo si este tiene que ser extinguido por esfuerzo muscular	3. Todas las herramientas y materiales deben estar ubicados en el perímetro de trabajo	3. Las piezas de trabajo deben estar sostenidas en posición gracias a mecanismos de sujeción
4. Priorizar los movimientos curvilíneos sobre los rectilíneos que impliquen bruscos cambios de dirección	4. Se debe proporcionar un asiento confortable y a la altura adecuada al operario además de alternar las actividades tanto de pie como parado	4. Debe siempre tenerse en consideración la posibilidad de contar con herramientas mecánicas o electrónicas para el trabajo
5. Deben usarse la menor cantidad de Therbligs posibles, limitándolos a los de más baja clasificación u orden posible	5. debe contarse con ventilación, alumbrado y temperaturas adecuadas para el trabajo	
6. Aun cuando son complejos, se deberá procurar efectuar movimientos simultáneos de pies y manos en las operaciones que sea factible	6. Deben implementarse las condiciones que garanticen la fácil y poco esforzada visibilidad en la estación de trabajo	
7. Los dedos pulgar y cardio son los más fuertes en el trabajo, los dedos índice, meñique y anular no soportan cargas considerables por mucho tiempo	7. Se debe procurar que exista un ritmo fácil, natural y fluido en las actividad del trabajo	
8. Cuando el obrero esta de pie no puede maniobrar pedales de manera eficiente		
9. Deben flexionarse los codos para realizar un movimiento de torsión		
10. Deben usarse los segmentos de los dedos más cercanos a la palma de la mano, al momento de asir herramientas		

Al momento de realizar un estudio de movimientos se deben tener en cuenta algunos métodos que permitirán determinar estándares de trabajo para las operaciones de las distintas estaciones de trabajo en la empresa, así se podrían enumerar algunos como el estudio de tiempos con cronómetros, registros históricos expectativas razonables, muestreo de trabajo o los métodos de tiempos predeterminados, estos últimos son de mucha ayuda al momento de determinar los estándares de tiempo ya que profundizan en las actividades puntuales y ofrecen por si mismo tiempos *predeterminados* óptimos. A continuación se muestra un cuadro que detalla algunos de los métodos de tiempos predeterminados más usados y algunas de sus características más relevantes **[11] [12]**:

2. Definición de indicadores.

Para medir la productividad de la línea de ensamble diseñada es necesario que se definan algunos indicadores que reflejen cuestiones trascendentales del proceso y sobretodo que ayuden a determinar en forma clara y lo más universal posible (tanto para la descripción del proceso como para su entendimiento para la mayoría de las personas).

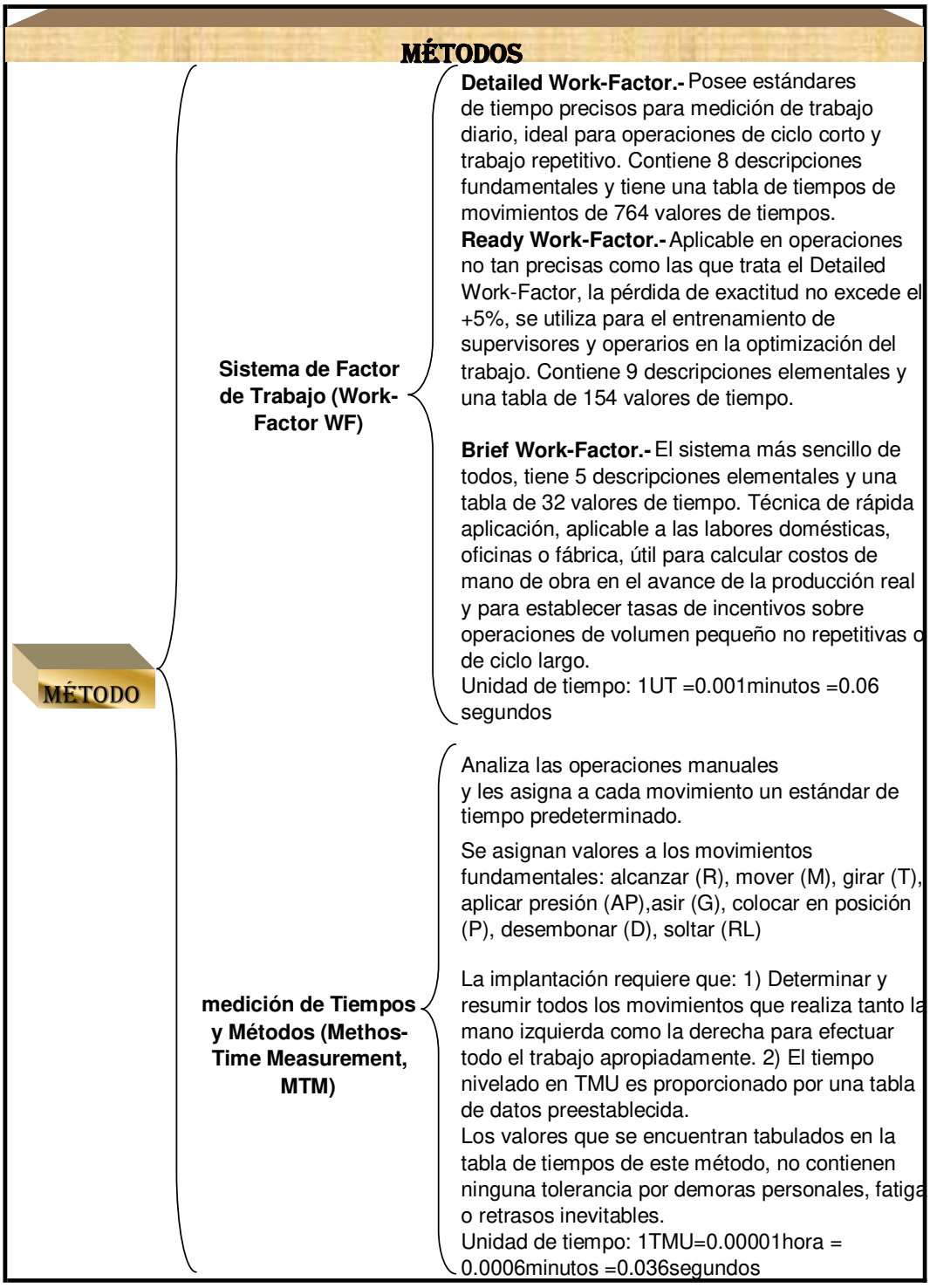


FIGURA 2.6
MÉTODOS DE TIEMPOS PREDETERMINADOS

¿Qué es un indicador?

Un indicador es una unidad de medición que se utiliza para describir (especialmente) procesos u operaciones, en términos de su eficiencia e incluso efectividad para la aplicación de dichos procesos u operaciones en el acometimiento de la realización del producto final que es el objeto de su razón de ser.

En el presente proyecto de tesis se usarán algunos indicadores como parámetros de medición, que permitan determinar las mejoras que se conseguirían en los procesos (específicamente el de ensamble que trata esta tesis) si se aplicaran las técnicas de manufactura esbelta como se las ha explicado en este capítulo. Dichos indicadores se definen a continuación:

Tiempo de Ciclo.- *Chase, Aquilano & Jacob* **[3]**, lo definen como *"El tiempo comprendido entre dos unidades idénticas terminadas en una línea"*, en otra definición Mike Rother & John Shook **[5]** lo definen como *"Frecuencia, medida por observación, con la que un proceso fabrica una pieza o producto completo".*

El tiempo de ciclo nos ayudará en nuestro caso de estudio a determinar como se *desenvuelve* el proceso en sus distintas estaciones, es decir cuanto tiempo se demoran en realizar un

ensamble. Para este indicador se tomarán los tiempos de ciclo de cada estación y el tiempo de ciclo total del proceso general.

Unidades Producidas.- Las unidades producidas es un indicador que no podría faltar para efectuar un análisis de la productividad de una empresa o proceso de producción, y es efectivamente la sumatoria de todas las unidades producidas a lo largo de la corrida de producción. En nuestro caso las unidades producidas están relacionada con la *productividad* de la empresa, es decir se tratará de medir cuantos ensambles esta en capacidad de producir la empresa utilizando su actual proceso de producción y cuanto produciría si adoptara otro que incluya la aplicación de las técnicas de la manufactura esbelta.

Utilización del Personal.- Un indicador muy útil para determinar no solo la situación actual en que se desarrolla la empresa sino también el grado de mejoría que ha experimentado, es el índice de utilización del personal. El índice de utilización del personal ayudará a determinar cuanto tiempo emplea el operario en el acometimiento de sus actividades dado un tiempo disponible de trabajo en una jornada. Es decir el porcentaje total de su tiempo para ejecutar el trabajo productivo.

Plazo de entrega.- El plazo de entrega es el tiempo que transcurre desde que el cliente pone su pedido hasta que se le sea entregado lo que ha solicitado (de manera literal), este indicador nos aclarará detalles de la *confiabilidad* de la empresa, o sea, el tiempo que deberá la empresa comprometerse como plazo para cumplir los plazos de entrega al cliente, esto es importante ya que incluso afecta directamente las relaciones con el cliente y su satisfacción. Para este análisis se considera el plazo de entrega considerando el tiempo de inventario de las partes o mejor dicho el tiempo que toma en llegar las partes constitutivas del ordenador desde el proveedor (es decir, el reaprovisionamiento de materia prima) .

Tiempo de valor agregado.- En la parte de mapeo de la cadena de valor se citó el concepto de tiempo de valor agregado o tiempo de transformación, que es el tiempo que se usa para actividades exclusivas de transformación del producto y por aquellas que el cliente esta dispuesto a pagar, la medición de este indicador será de mucha utilidad ya que a pesar de que las actividades que no tienen relación con la elaboración del producto pero que si afectan a la productividad y demás, si se reducen también los tiempos de transformación, el impacto final será en conjunto mucho mayor en muchas áreas sensibles del proceso y el desempeño de la empresa.

CAPITULO 3

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

3.1 Línea de Ensamble Tradicional

El tipo de procesos productivos que nos ocupará en este proyecto, será el proceso de ensamblaje, por esta razón se ha seleccionado uno de los procesos de ensamblaje más universales como es el de ensamblaje de “Computadores Personales PC`s”. Así se ha solicitado la colaboración de una empresa que ensamble PC`s para observar las referencias que rigen el proceso productivo *tradicional* en una línea de ensamble y que además servirá como una referencia de lo que será el desarrollo de la metodología planteada.

La empresa que permitió que se observen sus procesos logístico o administrativo es COMPUMARKET, divisional del grupo FARUR,

dedicada a la venta de partes de computadores y demás accesorios del ramo. COMPUMARKET realiza ventas de computadoras que se ensamblan en su departamento técnico.

COMPUMARKET, cuenta con una logística que se divide de acuerdo al cliente que se proponga satisfacer, y existen tres tipos de clientes claramente definidos, el cliente mayorista (que será objeto del estudio) que es el que realiza la compra de más de cinco computadores (en un solo pedido) o realiza compras frecuentes de uno o más PC`s, un cliente mayorista es además un cliente que realiza la compra de piezas para ensamblar computadores en cantidades significativas de manera habitual (este caso no nos ocupará). El cliente minorista es aquel que compra una sola computadora generalmente para uso doméstico o personal, estos son casos puntuales y no sistemáticos en la empresa. De las mejoras que se logren para el proceso con el que se satisface a los clientes mayoristas se podrían derivar la optimización del servicio al cliente minorista, por ser un proceso que esta contenido en el primero (el proceso logístico de servicio cliente minorista esta contenido en el del cliente mayorista, y se muestra en el anexo A), finalmente aparece el cliente que ocupa los servicios técnicos que ofrece la empresa en reparación y mantenimiento de PC`s o simplemente ejerce su garantía por el

equipo adquirido en COMPUMARKET, este cliente es atendido en un proceso auxiliar de la empresa, además que es un servicio complementario que se da en casos puntuales y que no tiene ninguna conexión con el proceso de venta de los productos que se estudiarán en este proyecto. A continuación se muestra el proceso *logístico macro* que opera en COMPUMARKET para el cliente mayorista:

Lo esquematizado en la figura 3.1 se detalla a continuación:

Departamento de Ventas.- El departamento de ventas esta dedicado a todo lo que tiene que ver con el contacto con el cliente en las etapas de pre-venta, venta y post venta de los artículos que la empresa surte al mercado. El departamento de ventas cuenta con un grupo de vendedores de 5 personas(a la fecha), no tienen un jefe de ventas sino que todos reportan al gerente de la empresa, sin embargo tienen una relación complementaria con el departamento de compras y financiero en lo que tiene que ver con aspectos de precios y formas de pago incluso para las negociaciones con el cliente, así mismo existe un flujo directo de información con las demás áreas de la empresa (bodega, caja y departamento técnico). Las actividades de los vendedores que se anotan en el proceso de la *figura 3.1* se detallan a continuación.

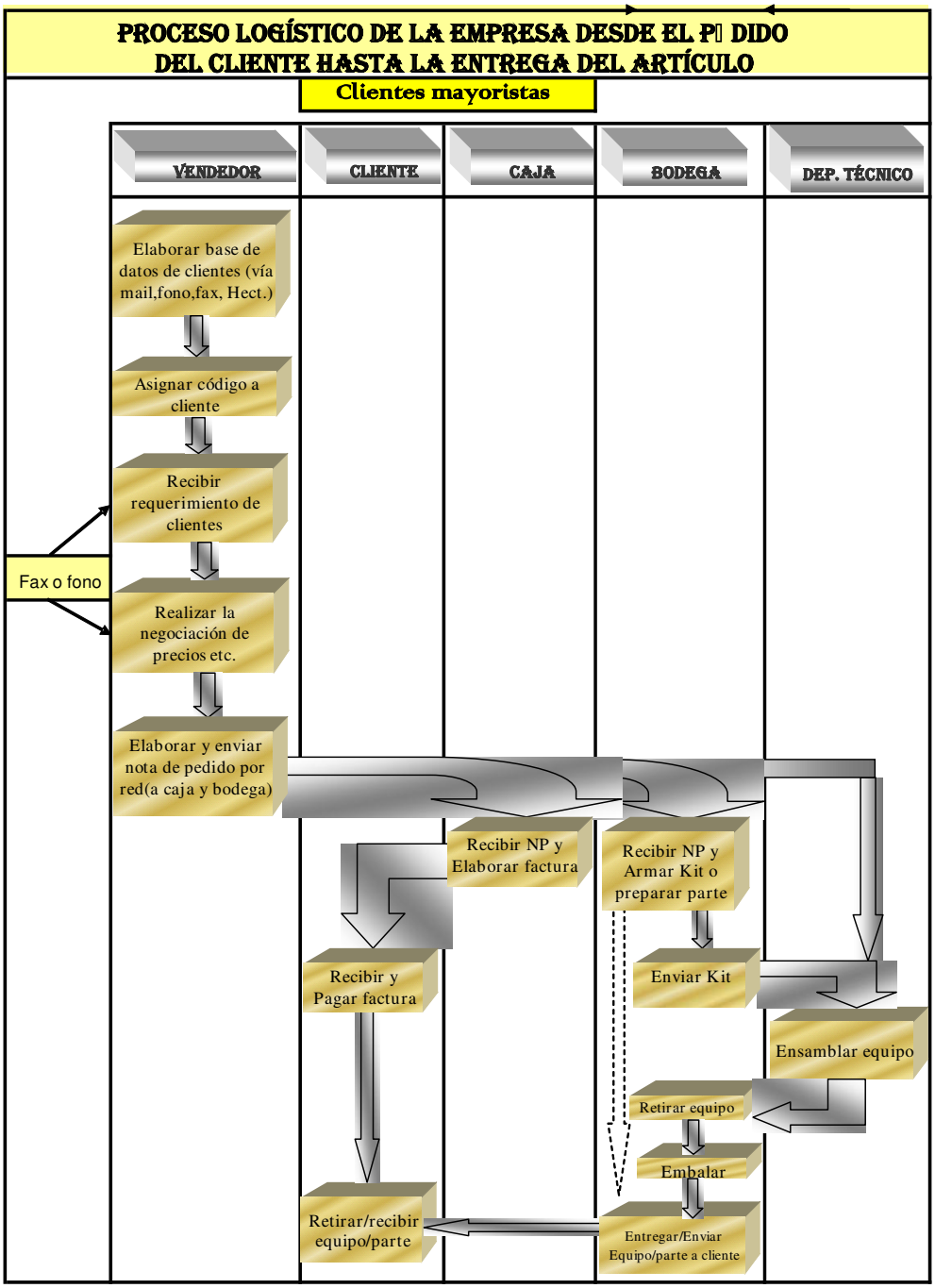


FIGURA 3.1
PROCESO LOGÍSTICO DE LA EMPRESA DESDE EL PEDIDO DEL CLIENTE HASTA LA ENTREGA DEL ARTÍCULO

Elaborar Base de Datos de Clientes.- Esta es la primera etapa del proceso y esta a cargo de las personas del departamento de ventas de la empresa, se trata de que los vendedores generen una gran base de datos de posibles clientes para la empresa. La operación se efectúa mediante comunicaciones con quienes se cree podrían convertirse en potenciales clientes de la empresa, ayudados de directorios telefónicos, datos de prensa o el mismo ambiente de la industria que hace que todos quienes se encuentran involucrados en lo que respecta a soluciones informáticas, colaboren.

Una vez identificados los "clientes potenciales" el siguiente paso para *elaborar la base de datos de clientes* es contactarlos, esto se realiza mediante un cabildeo inicial vía telefónica, correos electrónicos o faxes, cuando se ha emprendido los contactos iniciales, se acuerdan términos promociones y demás aspectos incluso se programan entrevistas personalizadas con el cliente. Finalmente y luego de los cabildeos se logra consolidar al cliente y es ingresado a la base de datos **depurada** que se lleva en hojas electrónicas, la base de datos es alimentada con toda la información formal como nombre jurídico o natural, dirección y demás aspectos necesarios y obviamente las más destacadas necesidades que eventualmente cubriría la empresa.

Asignar Código a Clientes.- Una vez que el cliente es ingresado a la base de datos, el paso siguiente es asignarle un código que sigue una secuencia lógica de números enteros sin mayor estructuración, por ejemplo los clientes 51, 52, 53… el siguiente cliente en ingresar será el **54**. Esto ayudará a vincular la información de los clientes y todo lo que envuelve la administración de la cartera, además que en el paso anterior el vendedor que logro la cuenta es el que esta vinculado al número de cliente en la base de datos, o sea que el vendedor X que consolido al cliente Y, será el encargado de cubrir las necesidades de dicho cliente, dar la asesoramiento técnico y demás soluciones que se presentaren a lo largo del tiempo y además de seguir vendiéndole con lo que se simplifica la actividad de asignación de comisiones por ventas.

Recibir Requerimiento de Clientes.- Una vez que la comunicación con el cliente se ha vuelto fluida y este hace uso continuo de los productos y servicios de la empresa, se deriva el proceso obvio de recepción de los requerimientos del cliente, dicha operación se da por cualquiera de las vías de comunicación que se han mencionado como correos electrónicos, llamadas telefónicas, faxes o una visita personalizada. Regularmente los requerimientos de equipos y servicios los realiza el cliente cuando necesita algo en específico, sin embargo los vendedores cada cierto tiempo se comunican con los clientes para hacerles

participes de nuevos productos y servicios o simplemente conocer si tienen alguna necesidad actual o programada a corto plazo.

Realizar Negociación de Pedidos.- Una vez que se recepta la necesidad del cliente, empieza un paso muy importante en el proceso general y es la *negociación* ya que aquí se tratarán plazos de pago, entrega y demás aspectos pero principalmente(a veces el único) es el aspecto de **precios** que derivarán en la compra o no del producto solicitado. La negociación se hace por cualquiera de las vías mencionadas e incluso si es por teléfono se procura resolverla ese mismo instante, más aun en los casos en que se da una visita personalizada. En los casos de los correos electrónicos y faxes queda a libertad del vendedor como levar a cabo la negociación o sea puede optar por enviar las proformas y demás información con productos alternativos y mejores propuestas por la misma vía o inclinarse por llamar telefónicamente o incluso efectuar una visita.

Un aspecto importante en este punto es que la negociación la lleva a cabo el agente vendedor respaldado de la información de inventarios (stock de productos en la empresa) y los precios actualizados, así se garantiza que lo que se pretenda vender se tenga en stock y al precio real.

En la negociación se incluyen aspectos importantes desde la perspectiva comercial, ya que el vendedor verifica el código del cliente y la información contenida en la base de datos sobre el cliente, que entre otras cosas lo califica para determinados beneficios como créditos, descuentos y formas de pago. De no estar calificado se procede a consultar al gerente propietario de la empresa y con su autorización son otorgadas o denegadas. Por lo regular se pide algún tipo de aval que sustente el otorgar el beneficio comercial solicitado (dependiendo del cliente, finalmente el gerente propietario decide quien aplica y quien no).

Elaborar y Enviar Nota de Pedido.- Cuando las negociaciones han sido exitosas y el cliente se inclinó por un producto al precio acordado, el vendedor llena de manera inmediata un formato "electrónico" que representa una **Nota de Pedido**, misma que se dispara electrónicamente a Bodega y Caja para que empiecen los procesos técnicos y administrativos respectivamente. Un detalle importante es la inclusión del código del cliente ya que este ayuda a identificar que clase de cliente es y así avalar los términos comerciales que rigen la forma de pago y plazos esencialmente con que el vendedor cerró la negociación. Otro aspecto medular en la nota de pedido es la inclusión de un ítem de prioridad para el trabajo, esto es útil en el departamento técnico, ya que le ayudará a programar las operaciones para satisfacer al cliente en el tiempo previsto o notificar al vendedor para que contacte al cliente de posibles retrasos

en la entrega del trabajo(cosa que casi nunca ha ocurrido), esto siempre se evita ya que al momento de la negociación el vendedor se comunica en el departamento técnico y acuerda con ellos(telefónicamente) los plazos de entrega de los equipos antes de acordar este aspecto con el cliente.

Elaboración de factura (CAJA).- Una vez que se recibe la nota de pedido de parte de ventas, se procede a realizar la facturación de los equipos solicitados por el cliente y en los términos acordados previamente con la gente del departamento de ventas. El proceso de facturación es un proceso rutinario que se realiza observando los parámetros establecidos por el servicio de rentas internas (SRI) para estos casos.

El cajero, además revisa el código del cliente en la nota de pedido y lo contrasta con la calificación del cliente que maneja la empresa según la importancia del cliente, su historial, etc., que lo han hecho merecedor a determinados privilegios de plazos, descuentos y demás. Solo después de verificar esto se elabora la factura. En el caso de que el cliente no este acto para el beneficio determinado (según el escalafón mencionado que maneja la empresa), el cajero consulta con el vendedor la razón por la que se entrego dicho beneficio comercial al cliente, las razones pueden ser sustentadas por algún aval o autorización expresa del

gerente propietario de la empresa, en cuyo caso se procede a la facturación o no del producto.

Cuando la factura es elaborada, el cliente se acerca a la caja para cancelar los rubros pertinentes por los equipos o piezas que solicito según los términos acordados.

Es importante señalar que en el diagrama de la *figura 3.1* se anota a "CAJA" como un departamento individual, sin embargo es solamente una "CAJA", atendida por una cajera que realiza las actividades propias de un puesto de este tipo con los detalles descritos arriba. Sin embargo es destacable que aunque tiene un funcionamiento autónomo en la empresa si reporta a la gerencia general y guarda conexión directa con las demás áreas de la empresa.

La caja realiza otras operaciones a parte de las de facturar al cliente mayorista (que es lo que nos interesa analizar en esta tesis), además se encarga de facturar a los clientes minoristas y las partes individuales que se venden, así como ser el soporte del departamento financiero para el manejo de la nomina en lo que tiene que ver con el pago de los sueldos y comisiones y demás, así como cancelar a los proveedores locales y servicios básicos.

Departamento de Bodega.- El departamento de bodega de la empresa, realiza las labores de almacenaje de las partes y todos los insumos necesarios con que realiza la actividad productiva de la empresa y los productos terminados (o sea los ordenadores ensamblados) y los inventarios de lo que allí se almacena. Las bodegas de partes están en el segundo piso del edificio mientras que la bodega de productos terminados está en la planta baja, los productos terminados que se almacenan provienen del departamento técnico que está en la planta alta, y son transportados mediante un ascensor especial para ser almacenados. El departamento de bodega esta dirigido por el jefe de las bodegas y cuenta con auxiliares de bodega y además el chofer de la empresa esta bajo la tutela de este departamento. Las actividades operativas el día a día de *bodega* concerniente al proceso de satisfacer las necesidades del cliente se presenta en el anexo B, mientras que las operaciones que interesan analizar en este trabajo y que se anotan en la *figura 3.1*, detallan a continuación:

Armar Kit o Preparar Parte.- Paralelamente a la actividad de facturación, se recibe la nota de pedido en la bodega, la misma que es impresa por el jefe de bodega, entregada a los técnicos que se encargarán de localizar en las bodegas los elementos necesarios para ensamblar el ordenador en cualquiera de sus fases o en forma completa. El cliente podría pedir una computadora con todos sus dispositivos

Monitor, Tarjetas Electrónicas, CPU, Teclado, Mouse, Periféricos de entrada y salida y demás accesorios, o a su vez podría solicitar cualquier parte o combinaciones de dos o más dependiendo de la necesidad. En el caso de que el cliente haya solicitado una parte, digamos una tarjeta madre, está es ubicada de acuerdo a las especificaciones técnicas mencionadas en la *nota de pedido* y es preparada para ser entregada, pero si lo que se requiere es un equipo estructurado o sea una PC completo, el técnico de bodega busca todos los componentes que constituirán la PC de acuerdo a las especificaciones de la *nota de pedido* y una vez que todas las partes están localizadas, estas son consolidadas y agrupadas en lo que se denomina un **KIT** listo para ser enviado al departamento técnico.

El Kitter es además responsable de la administración de los inventarios de cada uno de los elementos que se almacenan en su área (sección de partes), por lo que además debe llevar los kardex de las entradas y salidas de esta área e informar oportunamente de los saldos de los accesorios a su jefe inmediato (jefe de bodegas).

Enviar Kit/Entregar Parte.- En el caso de que el cliente solicite una parte o un conjunto de partes por separado que no ameritan un trabajo de ensamblaje u otro trabajo técnico extra para su uso, los técnicos de bodega entregan la parte o partes directamente al cliente con el único

requisito de que este muestre la factura con todas las formalidades que avalen que esta ha sido cancelada, con esta operación el proceso general de la empresa queda concluido.

En el caso de que se requiera el trabajo de ensamble de los elementos, bodega envía el KIT armado previamente, al departamento técnico para ser tratado de acuerdo a lo establecido. Aunque en el departamento técnico, el ensamblaje de las partes que se reciben desde la bodega, es estándar, por razones de administración de inventarios y asegurar que las especificaciones del cliente sean ejecutadas con absoluta rigurosidad, junto con el KIT se envía una copia de la **nota de pedido** la misma que es recibida en el departamento técnico y contrastada con lo que se recibe para ser ensamblado. Si todo lo recibido desde la bodega es concordante con lo estipulado en la nota de pedido se firma la recepción de los elementos de bodega y se procede a las operaciones de ensamblaje, caso contrario se devuelve el KIT a espera de que sean completadas las partes que deberían constituir el KIT de acuerdo a lo que reza en la nota de pedido o se cambie alguna parte que por equivocación ha sido enviada erróneamente.

Ensamblar Equipo.- Esta es la etapa en la que el **departamento técnico** ejecuta las operaciones de ensamble de las partes contenidas en el KIT entregado desde la bodega y que se sujetarán a las

especificaciones técnicas del cliente, para lo cual recibirá la nota de pedido de parte de ventas vía intranet. Como se mencionó anteriormente es necesario que por los aspectos de control de inventario y asegurar que sea cumplido lo solicitado por el cliente al momento de proceder a operar con el KIT, el proceso de ensamblar un PC no tenga diferencias respecto a uno de otro, es decir que el proceso es Standard, lo único que se busca es que el PC sea ensamblado con todas las “partes” que solicito el cliente.

En el departamento técnico se revisa una nota que trae consigo la nota de pedido y que indica la prioridad con que debe ser ensamblado el equipo, es decir previo acuerdo entre el vendedor y los técnicos del departamento técnico se podría priorizar el ensamble de un determinado pedido sobre los demás en proceso y dedicar mayores esfuerzos y utilización del personal para aminorar el tiempo estándar o incluso dilatarlo por alguna razón puntual. Así se asegura cumplir con el cliente en el plazo previsto y tener una programación más eficiente del ensamblaje de los equipos dentro del departamento.

Cuando hablamos de ensamblar el equipo no se refiere *solamente* a conectar todos los componentes y periféricos del PC para de esta forma ser entregados al cliente, más bien se refiere a que se ensamblen todos los dispositivos del CPU y se instalen los software necesarios que la

empresa proporciona en sus equipos o alguno que por sugerencia(verbal) es notificado por el vendedor al departamento técnico(el software básico para el funcionamiento como Windows en cualquiera de sus versiones que es instalado de manera gratuita por todas las empresas proveedoras de tecnología computacional). Aparte de lo indicado en el CPU evidentemente se hace un control de la calidad del producto haciendo que el PC ensamblado sea operativo tal como fue armado y en uso de los periféricos que lo constituyen de acuerdo al KIT que se recibió.

La empresa siempre trabaja con componentes y equipos de calidad y nuevos, sin embargo en el ***rarísimo*** evento de que al efectuar la verificación del PC ensamblado, se detecta que alguno de los elementos esta defectuoso, este es reempacado en las cajas originales que lo contenían y son cambiados en la bodega por uno en buen estado y se somete al equipo a nuevas pruebas hasta asegurar que el producto que el cliente recibirá este **óptimo**. Por lo general las fallas que se detectan en el control de calidad del producto son más bien en algún programa o archivo que no se copio correctamente o simplemente no se copio al momento de instalar los software de arranque, y esto se soluciona simplemente re instalando los programas y verificando que sean copiados todos los archivos pertinentes de manera correcta.

Como se dijo, el proceso de ensamblaje de un ordenador es un Standard que esta constituido de un conglomerado de actividades puntuales que sigue el ensamblador, en el caso de COMPUMARKET, esta labor la realizan dos técnicos pero no intervienen conjuntamente para el ensamble de un ordenador, es decir el trabajo de ensamble de **un PC** requiere la participación de solo *un técnico*, así el otro técnico ensamblara otro PC. Los técnicos de ensamble no sigue un procedimiento formal para el ensamble sino más bien los pasos que consideran más adecuados en base a su experiencia y que son fundamentalmente los mismos que seguirían los demás ensambladores de computadores ya que el producto final del ensamblaje es el mismo, "Un PC" ya sea ensamblado por los técnicos de COMPUMARKET u otro centro de ensamblaje de las mismas características "no industriales" en el mundo, la diferencia radica en el orden que eventualmente siguen las actividades puntuales del ensamblaje, el modelo del ordenador o simplemente la cantidad de accesorios que se incluyan. Así por ejemplo, para un ordenador el técnico decidió primero conectar el cable del pulsador de reset y luego el pulsador encendido/apagado cuando usualmente realiza lo contrario. Por esta razón para esta parte del proceso (ensamblar equipo) se ha planteado una forma de ensamblaje de PC`s basada en tres procesos Standard obtenidos del ensamble de tres modelos diferentes de ordenadores, dichos procesos han sido

extraídos de información bibliográfica (uno de ellos es el proceso recomendado por un centro de ensamblaje de la ciudad), los procesos en mención se presentan en los anexos C, D y E. En base a los tres procesos revisados, se generó un proceso Standard que aglutine aquellas operaciones universales para el ensamblaje de la mayoría de PC`s que se comercializan actualmente en el mercado, dicho proceso *Standard* se muestra en una secuencia detallada de pasos en el anexo F, además se esquematiza en un diagrama de curso (o flujo) de proceso en el anexo G.

Finalmente el departamento técnico tiene como responsabilidad llevar un inventario de los kits que ha recibido y entregado como ensamble a la bodega de productos terminados.

Retiro del equipo.- Una vez que el KIT ha sido ensamblado y por ende transformado en una PC, los elementos periféricos y accesorios junto al CPU, son puestos en las cajas respectivas y mediante un ascensor retirado por el personal de bodega, que con la **nota de pedido** constata que lo que recibe es justo lo que se entregó para ser ensamblado en el departamento técnico y lo retira con la ayuda de un ascensor que conduce a la bodega donde será almacenada temporalmente hasta ser entregada.

Entregar/Enviar el Equipo al Cliente.- Cuando el equipo ensamblado es retirado por el personal de bodega y llevado al lugar de almacenamiento, el equipo es ***embalado*** y este es entregado al cliente tal como se mencionó, o sea con la presentación de la factura, solo que aquí se procura que el cliente verifique que lo que esta recibiendo esta acorde con lo especificado en la factura (que es el resumen de lo que debe recibir el cliente de acuerdo a las especificaciones que ordenó y que se trataron internamente en el formato de la nota de pedido). Si el cliente lo prefiere (incluso lo sugiere y ejecuta como política, siempre la empresa) los componentes son probados ante el cliente y verificado su correcto funcionamiento, solo así es entregado el producto. Luego se elabora la nota de salida del equipo de la empresa y queda concluido el proceso.

Es importante destacar que en ocasiones el cliente precisa que los equipos sean puestos en sus instalaciones y en este caso desde la bodega se envía los equipos hasta el lugar donde los solicite el cliente incluso se da el servicio de instalación y demás accesoria para empezar a utilizarlos (lo que recarga un valor extra a lo convenido inicialmente, salvo el caso que halla sido transado esto desde el principio, en cuyo caso será cobrado en la misma factura), el envió lo realiza la empresa por medio del chofer de la empresa en un camión pequeño para los

despachos de los productos (además de traer a la empresa los artículos que se compran a los proveedores).

En esta área de la empresa, laboran 4 personas entre las que se mencionan a el chofer y su oficial y dos personas encargadas del embalaje de los ordenadores, uno de los operadores encargados del embalaje también realiza las pruebas de funcionamiento de los equipos ensamblados “delante del cliente” como acción para garantizar que los equipos ensamblados están operativos y que el cliente se convenza de aquello.

Procesos Auxiliares de la Empresa “COMPUMARKET”

Compras.- El departamento de compras lo maneja el gerente de compras de manera exclusiva, y realiza la compra de todos los equipos necesarios para el ensamble de los PC y partes que se venden en la empresa, así como los demás insumos necesarios para la operación administrativa de la empresa. De lo anotado se derivan dos áreas principales que están constituidas por las compras técnicas y las compras de suministros administrativos.

Las compras técnicas o de partes y dispositivos electrónicos, se realiza en el extranjero, mediante contactos directos con proveedores externos o a su vez mediante la búsqueda incesante de nuevas tecnologías y

proveedores mediante la red INTERNET, revistas tecnológicas o incluso concesionarios nacionales de empresas extranjeras(estos últimos son considerados en casos *puntuales*). Los criterios de compra se sustentan principalmente en el aspecto de *precios más bajos*, sin embargo esto no implica que el criterio de calidad no sea considerado, lo que pasa es que existe una gran variedad de productores sustitutos de excelente calidad o productos que por su procedencia geográfica tienen costos más bajos. Las compras se realizan de acuerdo a un stock establecido de acuerdo a las ventas y simples proyecciones promedios que resultan de datos de ventas estadísticos históricos, sin embargo un criterio muy utilizado y de gran valía para el gerente de compras (por la misma naturaleza del industria de la informática) es el criterio de las nuevas tendencias de la industria y la obsolescencia de los que actualmente circulan y las promociones que a nivel mundial se dan de componentes y demás equipos hardware y software. El criterio descrito obedece más que a una técnica formal, obedece a el criterio técnico del gerente de compras y su experiencia en el negocio y claro su *olfato* para prever que tecnología es conveniente para invertir en stock y cual no por su perfomancia en la industria. Por lo general el tiempo de una exportación esta sujeto al lugar de donde se importe las partes, ya que la empresa importa de cualquier parte del mundo ya sea desde USA, China, o América latina adicionando los tiempos de desaduanización, pero en promedio los tiempos fluctúan

de entre 1 a 2 meses, siendo el tiempo de ***dos meses*** el más frecuente para tener el producto en la empresa incluyendo los tramites administrativos en las aduanas.

Para las compras locales de los suministros de oficina y demás insumos administrativos se compra de acuerdo al precio más bajo exclusivamente, luego de recibir las cotizaciones más variadas posibles del mercado, y se compra de acuerdo al stock necesario o descuentos que por volúmenes *razonables para la empresa* se obtengan.

Es importante destacar que COMPUMARKET es una empresa familiar y por ejemplo el gerente de compras es hijo del gerente propietario, por lo que los límites económicos para las compras no están establecidos y son de libre albedrío del gerente de compras.

Servicio Técnico.- Esta es un área adjunta al departamento técnico, que sin embargo se dedica exclusivamente a dar servicio técnico a los clientes externos o soporte técnico atención de reclamos y garantías de los clientes que adquirieron sus equipos en la empresa. El servicio técnico se realiza de acuerdo a un procedimiento que es esencialmente recibiendo una forma que el cliente llena describiendo el problema del equipo y con esta se efectúa una revisión preliminar del equipo para ver si procede o no la reparación, si no es procedente se devuelve el equipo o parte al cliente, caso contrario es ingresado al área de servicio técnico

para ser tratado. Alguna de las causas para que un equipo no sea sujeto del servicio técnico es el echo de que el equipo este dañado irreparablemente, en el caso de un cliente que compró su equipo en la empresa, tiene que presentar en regla las facturas y que sea coincidente con el equipo que trae a reparar (serie y demás aspectos característicos).

Si se cumple las verificaciones preliminares e equipo se ingresa a servicio técnico donde se aplicará un examen del que resultará un reporte que indicará un criterio técnico con conclusiones importantes para saber dos cosas. Que el equipo esta dentro de la garantía por lo que si podrá ser sujeto de reparaciones o devuelto al cliente, y que de estar dentro de garantía el daño se produjo entro de la empresa (posible mala instalación, etc.) o la pieza estaba defectuosa desde el fabricante, en cuyos casos se procede en el primer aspecto a intentar repara el equipo o reponerlo por uno nuevo al cliente, mientras que en el segundo caso se hace lo mismo pero enviando copia del reporte al gerente de compras para que inicie los reclamos pertinentes con el proveedor hasta lograr algún tipo de reposición por el equipo recibido en mal estado. En ambos casos de los descritos, el departamento de servicio técnico realiza la entrega de la parte averiada y la recepción de la nueva para ser sustituida (en el caso de clientes que adquirieron el equipo en la empresa, salvo el caso que el cliente quiera comprar la pieza nueva).

Este servicio es gratuito si cae dentro del periodo de garantía caso contrario será tratado como un cliente externo donde serán cobrados los honorarios profesionales y el valor de las piezas que se autoricen cambiar. El flujo de las actividades que se realizan en el departamento de servicio técnico para atender las necesidades del cliente, ver anexo H.

Departamento Financiero.- Este departamento se encarga de las "finanzas" de la empresa, o sea la elaboración de los estados financieros y flujos de efectivo, aprobar determinadas inversiones y los tramites bancarios, al no ser una empresa ***grande*** se ha entregado la responsabilidad de nominas y roles de pago del personal(los emolumentos son cancelados en caja) y los aspectos contractuales, recayendo la responsabilidad de la contratación del personal en el gerente propietario y/o gerente financiero dependiendo del cargo incluso el gerente de compras interviene con un criterio determinante en esta matera.

Gerencia General.- El gerente general es el propietario de la empresa y se encarga de aportar el dinero que servirá para que se efectúen todas las operaciones de la empresa, así como sus inversiones, compras y pago de las acreencias y nominas. El gerente supervisa todas las actividades que se realizan en la empresa y aprueba o desaprueba en

última instancia determinadas inversiones, las formas de financiamiento y formas de pago, califica a los clientes de acuerdo a los reportes de ventas, los volúmenes de compras, solvencia y responsabilidad al momento de pagar, entre otros criterios que recibe de las distintas áreas implicadas en la calificación de los clientes. El gerente además aprueba el que se otorguen o no determinados beneficios comerciales a ciertos clientes que se encuentren imposibilitados de acceder a dichos beneficios por si calificación. Otra de las funciones del gerente general es la de seleccionar a los colaboradores de la empresa más relevantes como gerentes, cajeros, vendedores y personal técnico especializado.

CAPITULO 4

4. DESARROLLO DE LA METODOLOGÍA

4.1 Desarrollo del mapeo de la cadena de valor del estado actual.

Una vez que se ha descrito a la línea de ensamble tradicional (capítulo 3), se procederá a desarrollar la metodología planteada en el capítulo 1, para esto se empezará por realizar el *mapeo de la cadena de valor del estado actual*.

Para hacer el dibujo del estado actual se seguirá paso a paso el proceso enumerado en el capítulo 2 en la parte de mapeo de "cadena de valores" tal como se realiza a continuación:

a) *Graficar los iconos que representan al cliente, proveedores y el control de producción.*- Para nuestra empresa esta parte se muestra en la figura 4.1:

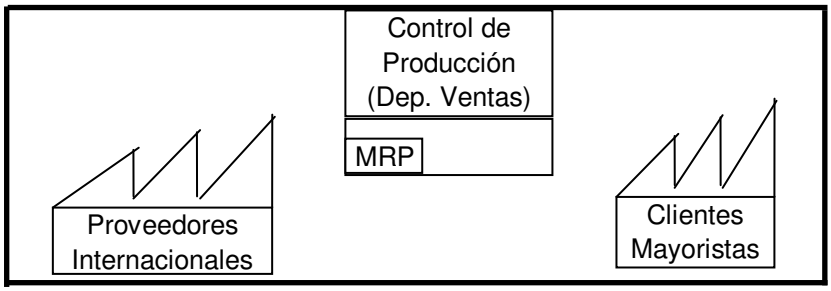


FIGURA 4.1:
ICONOS DE CLIENTE, PROVEEDOR Y CONTROL DE PRODUCCIÓN

Se han posicionado el icono de proveedores con la denominación de *"proveedores internacionales"* ya que la empresa es proveída de todos los componentes, accesorios y demás dispositivos de los PC`s por una amplia gama de empresas dedicadas a la fabricación o comercialización de dichos artículos internacionalmente.

De otro lado se dibuja el icono de los clientes, sin mencionar uno en especial y poniendo en su defecto *"cliente mayorista"* puesto que como se anotó en el capítulo 3, el cliente es aquel que "*realiza la compra de más de cinco computadores (en un solo pedido) o realiza compras frecuentes de uno o más PC`s, un cliente mayorista es además un cliente que realiza la compra de piezas para ensamblar computadores en cantidades significativas de manera habitual"*, esto deja entrever que los clientes mayoristas son muy eventuales como por ejemplo, una escuela que decide montar un laboratorio de computación o en su defecto renovar los ordenadores que posee,

por lo general este es un ejercicio que dicha escuela realizará eventualmente (probablemente tarde años en efectuar una nueva operación del mismo tipo).

Finalmente, se muestra el gráfico de *control de operaciones*, que tiene entre paréntesis la descripción de “dep. de ventas” ya que como se menciona en el capítulo 3 las ordenes de producción/ensamble (o notas de pedido como se les denomina en la empresa), son generadas por el departamento de ventas y enviadas al departamento técnico para que se emprenda el ensamble de la cantidad de PC`s que ha requerido el cliente.

b) *Anotar dentro de las casillas, requerimientos por día y por mes del cliente*.- Lo siguiente es insertar en una caja de datos, junto al gráfico del cliente los datos que se derivan de los requerimientos que se generan en el sistema. Para esto, se anota su demanda *estimada promedio*, esta demanda es la cantidad de PC`s que vende en promedio la empresa en el laxo de un mes a los clientes que cumplen con la definición *mayoristas* y que es de 85 PC`s.

c) *Apuntar en el grafico de control de producción, la producción diaria y los requerimientos*.- En la misma caja de datos que se usó para el punto anterior, se debe añadir los datos de la producción diaria de la empresa y los requerimientos que se generan para cumplir con dicha

producción. La empresa cumple una sola jornada de trabajo de ocho horas y una de almuerzo (solo se considera un turno de ocho horas de trabajo de los técnicos de ensamblaje), las jornadas de trabajo son de lunes a sábados de manera regular (no labora los domingos). De otro lado los requerimientos están dados por kits de piezas, componentes y demás que se provee desde la bodega (el detalle de esta operación se apunta en el capítulo 3 en la parte de *ensamblar kit*), así, si se pretende ensamblar 4 ordenadores, se necesitaran 4 Kits en el turno de 8 horas de trabajo disponible, por esto se anota la cantidad que kits necesarios para cumplir la demanda mensual.

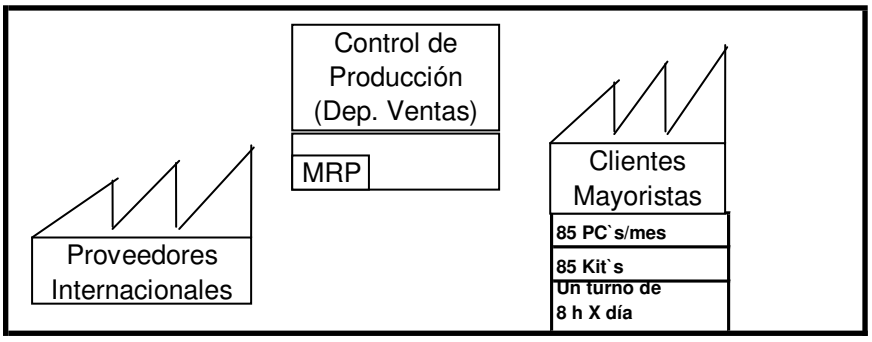


FIGURA 4.2
COLOCACIÓN DE LA DEMANDA, REQUERIMIENTOS Y TRABAJO

En la figura 4.2 se coloca un requerimiento promedio de 85 ordenadores mensuales, esto responde al promedio de ventas que efectúa la empresa a lo largo de un mes. Estas ventas se distribuyen en el mes de manera muy diversa, es decir podría ser que un cliente

(mayorista) adquiera cinco PC`s en un día y que la siguiente venta se de luego de cuatro días por 20 ordenadores, incluso en un mes podría solo tramitarse un solo pedido de unos 100 PC`s, además que el cliente mayorista por lo general no esta avocado a comprar frecuentemente. Las ventas promedio son el cúmulo de ventas de distintos clientes mayoristas (según la definición de cliente mayorista que se ha planteado).

d) *Graficar el dibujo que representa las entregas que se efectúan desde la empresa hacia el cliente*.- Para continuar bosquejando el mapa de la situación actual, se procede a bosquejar el icono que representa las entregas de los PC`s a los clientes con el icono respectivo. En este punto es importante resaltar que se han considerado entregas como *"diarias"* aunque no necesariamente se vendan ordenadores en algunos días y menos aún a diario, mientras que de otro lado, podría haber un día en el que se vendan incluso las 85 Pc`s que se anotan como promedio para el mes.

e) *Dibujar el icono de las entregas pero esta vez de nuestros proveedores*.- Como se menciona en el enunciado, se repetirá lo que se hizo en el literal anterior pero esta vez al otro extremo del bosquejo del cliente, dibujado el icono de las entregas desde el proveedor a la empresa. El tiempo que demora en llegar a la

empresa un pedido es de dos meses (como se explicó en el capítulo 3), sin embargo este tiempo podría ser variable ya que las compras se realizan en base a criterios de costos entre otros, y en este contexto eventualmente se podría comprar un artículo desde Corea, Japón, USA u otro país que en un determinado momento se muestre por cualquier razón más atractivo para ser objeto de compra, esto evidentemente haría que los tiempos de llegada a la empresa de lo artículos sea mayor o menor dependiendo el caso. Sin embargo el tiempo de *dos meses* es incluso el Standard de planificación de las compras en el departamento respectivo, por esto cuando se realiza una compra se toma como tiempo de respuesta teórico (venga de donde venga el artículo). Sin embargo el inventario de componentes que tiene la empresa esta dado por un stock de 1 mes, o sea que se realizan pedidos considerando plazos de entrega de dos meses de tal manera que lleguen entregas mensuales que reaprovisionen el stock mensual definido por el departamento de logística.

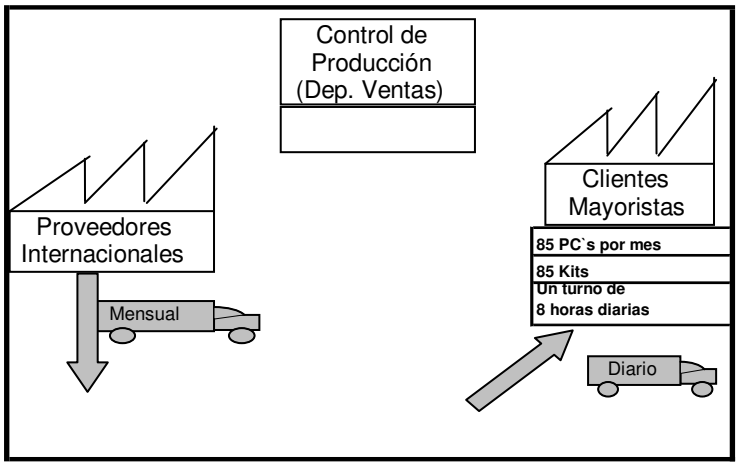


FIGURA 4.3
REPRESENTACIÓN DE LAS ENTREGAS DESDE LOS PROVEEDORES A LA EMPRESA, Y DESDE LA EMPRESA HASTA LOS CLIENTES

f) *Graficar los iconos de los procesos en su "orden"*.- En esta etapa del bosquejo del mapeo de la cadena de valores situación actual, se ubicarán los iconos que representan a cada una de las estaciones que se mencionan en el proceso logístico anotado en el capítulo 3 (figura 3.1) en las cajas de proceso pertinentes, se siguen las sugerencias del capítulo 2 de bosquejar las cajas de proceso desde izquierda a derecha siguiendo la secuencia del proceso en mención. La estación del "vendedor" se la ubicó en el literal "a" ya que actúa como el director de la producción de los ensambles para el cliente tal como se explicó en el mismo literal y en con más detalles en el capítulo 3 en la descripción de las actividades del mismo. La primera estación en ser graficada es la gráfica a la **Caja**, seguidamente se

sitúa un icono con la denominación de ***Kitter***, esta estación denotará al operador de la bodega de ensambles, que se encarga de armar los Kits que servirán para el ensamble de los ordenadores, el Kitter se lo sitúa en la columna de *bodega* dentro del proceso de la figura 3.1 del capítulo 3 ya que es un empleado del departamento de bodegas, sin embargo sus funciones son especificas “armar los kits” (por su conocimiento y perfil profesional) además la bodega de ensambles esta *físicamente* separada de la bodega de productos terminados pero ambas están cobijadas bajo el mismo departamento y autoridad “jefe de bodegas”. Luego se grafica el símbolo respectivo para el departamento técnico, sin embargo se lo denomina **ensamblaje** puesto que lo importante para el análisis del mapeo, las actividades de ensamblaje son lo *medular* en este departamento y su razón de ser. Finalmente se bosqueja el icono de **embalaje** que es la representación puntual del departamento de bodega para esta estación (tal como se segrego al Kitter) que es donde se realiza el embalado de los PC`s ensamblados listos para ser entregados al cliente.

El departamento de bodega maneja la sección de componentes y la sección de productos terminados, para el estudio se sitúa por separado a estas secciones como estaciones separadas (de echo lo son), o sea el **Kitter** y la de productos terminados. La sección de

productos terminados es denominada como **"embalado"**. Las actividades de embalado son las actividades de valor considerables para el estudio del mapeo de la cadena de valor en el presente estudio.

g) *Graficar los iconos de información necesarios*.- Una vez que se ubicó a cada una de las estaciones del proceso de la empresa tal como sugiere la técnica, es necesario graficar las cajas de información de cada una de las estaciones, justamente una bajo cada icono que represente a las estaciones en cuestión, estos iconos de información contendrán los datos más relevantes para conocer características básicas del proceso en cuestión.

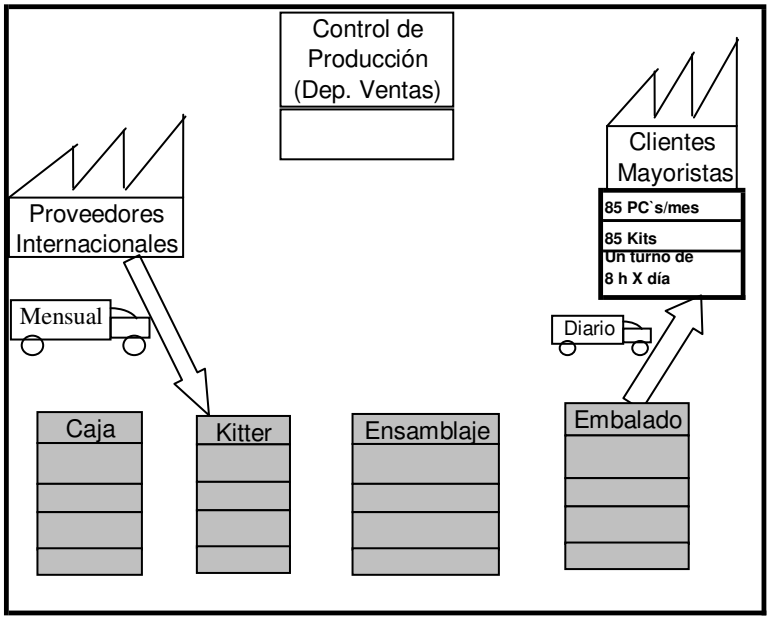


FIGURA 4.4:
COLOCACIÓN DE LOS ICONOS DE PROCESO E INFORMACIÓN

.

En la figura 4.4 se nota que la estación *caja* esta al principio del proceso, sin embargo hay que realizar algunas puntualizaciones, como se ha mencionado la caja recibe la nota de pedido al mismo tiempo que la bodega y el departamento técnico y al no ser un proceso que dependa de otro y que tampoco genera elementos para que las demás estaciones continúen sus procesos individuales, la caja empieza sus operaciones el mismo momento que recibe la nota de pedido de manera autónoma y la factura que emite solo es usada por el *cliente* cuando el ordenador ha sido ensamblado y esta en la bodega de productos terminados o despachos, tiempo suficiente para cubrir varias veces el tiempo de ciclo de la caja, por esta razón a simple vista no sería necesario considerar a la caja en el análisis sin embargo se la incluye para efectos de optimizar las operaciones que la implican, especialmente por las siguientes dos razones: Es una estación que tiene contacto directo con el cliente y genera un documento (la factura) que es de vital importancia para el proceso global como se ha mencionado y que es utilizado incluso al final del proceso. Por todo lo expuesto la caja se coloca dentro del análisis del mapeo, sin embargo será ubicada bajo la estación del Kitter para denotar que al mismo tiempo que inicia el proceso de ensamble, también inicia las actividades la caja, el tiempo de ciclo de la caja no será considerado como un factor de injerencia directa en la línea de tiempo.

h) *Añadir los gráficos concernientes a comunicación e información*.- En este punto se ubicarán los iconos de información que fluyen a lo largo de las instancias de la cadena logística de la empresa, para empezar se sitúan los iconos que representan el flujo de información ***diaria*** que van desde el control de producción (ventas) hasta la caja, departamento técnico y bodega (ensamblaje y Kitter). En lo que tiene que ver con el Kitter, el pedido de ventas llega a bodega y allí se genera internamente las copias necesarias para cada uno de sus subprocesos y el Kitter es un subproceso de bodega.

La información que fluye desde el control de producción hasta cada uno de los procesos se ha denotado como diaria en concordancia de lo que se ha expuesto, es decir considerando que hay un promedio de ventas mensual que se compone de ventas diarias de ordenadores, *aunque en la práctica no es necesariamente este el caso.* La información que fluye en la empresa internamente y puntualmente desde ventas hacia las demás estaciones se da vía electrónica (correos electrónicos, intranet).

En el caso de la comunicación con el proveedor, no es una comunicación directa, ya que los pedidos son efectuados por el departamento de compras pero basado en un reporte mensual (vía correo electrónico) que envía el departamento de ventas con las

ventas mensuales, las tendencias del mercado local y demás información (que luego es debatida con el gerente de compras) que servirá para la planificación de las compras. Del lado del cliente se destaca que los pedidos se realizan de cualquier vía, o sea, correo electrónico, fax o telefónicamente desde el cliente, pero el vendedor podría tomar pedidos ofertando primeramente al cliente y esperando su confirmación por alguna de estas vías (esto se hace constar con las flechas en sentido de ida y otra de venida), o podría el pedido darse de manera tradicional es decir llegando el cliente a las instalaciones de la empresa y generando una nota de pedido (que luego es trasladada por el vendedor al formato electrónico para su distribución a las estaciones como se ha mencionado).

i) *Llevar a cabo las mediciones del proceso de producción e insertar los datos obtenidos de lo mencionado, en las casillas de información*.- Para cumplir este punto de la metodología para el desarrollo del mapeo de la cadena de valor en su estado actual, se ha utilizado la técnica de la medición con cronómetros para determinar el tiempo de ciclo de cada proceso (caja, Kitter, departamento técnico y bodega), se apunta también el tiempo de trabajo disponible de cada proceso (TTD) y el tamaño de los lotes de producción. Al no haber máquinas que ejecuten acciones de conversión involucradas en el proceso de ensamble (es todo

manufacturado) y además que solo se ensambla un tipo de producto *ordenadores* (con uno u otro dispositivo extra pero con las mismas herramientas y procedimiento), *no* se determina un tiempo de funcionamiento de máquinas ni tampoco el tiempo de cambio entre productos.

El tiempo de ciclo de **"caja"** esta comprendido desde la llegada de la nota de pedido mediante el intranet de la empresa (generado desde el departamento de ventas) hasta el pago por parte del cliente de la factura comercial generada en esta estación de acuerdo a los parámetros de precios y forma de pago que recen en la nota de pedido y la respectiva entrega de dicho documento al cliente (las actividades que realiza la cajera se muestran en el anexo I).

El tiempo de ciclo del **Kitter**, es el tiempo que transcurre desde que recibe la nota de pedido de manos del auxiliar de bodegas, hasta la entrega del kit que servirá para el ensamble del ordenador al auxiliar de bodegas, el proceso que sigue en las actividades de su trabajo y que son las mismas que representan el tiempo de ciclo de esta estación se muestran en el anexo J.

El tiempo de ciclo de la estación de **ensamblaje** es el tiempo comprendido desde que se recibe el kit de parte del auxiliar de bodegas hasta que se entrega el ordenador ensamblado en su

totalidad al auxiliar de bodega. El tiempo de ciclo del ensamblaje del PC (proceso genérico) se muestra en el diagrama de proceso del anexo G, a lo que habrá de sumar las actividades administrativas que se efectúan en esta estación. Las actividades que se efectúan en la estación de ensamble se muestran en el diagrama de flujo del anexo K.

El tiempo de ciclo de la estación de **embalaje** esta determinado por el tiempo que pasa desde que el embalador recibe el ensamble del auxiliar de bodegas hasta que se despacha el PC al cliente. Las actividades que se realizan en la estación de embalado se detallan en el flujograma que se presenta en el anexo L.

En el anexo M se muestra el formato para el registro de tiempos con cronómetros (basado en el que se explicó en el capítulo 2) que contiene el tiempo cronometrado de "***CICLO"*** de cada estación en tres muestras. Se ha optado por tomar el tiempo de ciclo directamente y no explotar a cada estación es las actividades particulares puesto que el desarrollo de esta tesis no se centrará en realizar un estudio de movimientos en cada estación, por esta razón se han incluido en la misma hoja las mediciones de las 4 estaciones como si fuesen elementos específicos de el proceso general de operación de la empresa. Del formato para el registro de tiempos con

cronómetros se obtiene el tiempo permitido de ciclo de cada estación.

El método de medición con cronómetros que se ha utilizado es el de vuelta a cero por considerarse idóneo por no estar constituido de muchos cálculos y que lo que se pretende medir es el ciclo total y no los elementos individuales que lo componen, por lo que no hay riesgo que queden elementos fuera ya que todos estarán incluidos en el laxo de lo que se ha definido como el inicio y fin del ciclo.

Para el caso de la estación de ensamblaje si se ha obtenido el tiempo de cada elemento que interviene para que sea ensamblado un ordenador, estos tiempos se los muestra en el anexo G que contiene el diagrama de flujo de proceso operativo *genérico* de ensamblaje que se ha diseñado para el análisis de esta tesis, lo que se ha anotado en el formato para el registro de tiempos con cronómetros es el tiempo en las labores administrativas de la estación (que se grafican en el flujo del anexo K), más el tiempo (considerado constante) total de las actividades de ensamblaje del anexo G . Los tiempos que contienen el anexo G para las actividades que se anotan en el diagrama de flujo de proceso operativo, son el resultado de mediciones puntuales de dichas actividades en el actual sitio de trabajo.

Los tiempos que se han tomado han sido el resultado de la medición al desempeño de los operadores que trabajan en cada estación de trabajo, no se ha procedido a realizar un estudio extra para escoger al operario más adecuado para es estudio de tiempos ya que solo en la estación de ensamble existen más de un operario, y aun aquí ambos técnicos tienen un desempeño homogéneo por lo que tomar los tiempos de uno equivalía a tomar el tiempo del otro, igual es el caso en la estación de embalaje donde existen más colaboradores, pero las actividades son prácticamente mecánicas y simples como ordenar las partes en la caja con la espuma y poner cinta adhesiva a una caja y transportarlo hasta el cliente o el camión de despachos, *¡algo absolutamente corriente que lo hacen todos de la misma forma en la estación de embalaje!*

En lo que tiene que ver con la calificación de la actuación en el acometimiento de las actividades de su trabajo en cada una de las estaciones con lo que respecta a la habilidad y el esfuerzo requerido, se ha calificado de manera global para cada estación y así determinar el tiempo de ciclo como se ha explicado. Es importante mencionar que las habilidades y el esfuerzo que empleen los operadores de cada estación de trabajo son uniformes en cada estación, es decir, el esfuerzo que la cajera emplea en una de sus actividades es el mismo en el resto de sus actividades ya que su

trabajo es uniforme, o en el caso de las habilidades que empleen los ensambladores al atornillar es la misma que deberán poner al momento de instalar el sistema operativo. Por lo expuesto, la calificación que se ha otorgado en este sentido a cada estación esta dada por la siguiente tabla:

TABLA 4.1

CALIFICACIÓN DE LA HABILIDAD Y ESFUERZO

	CALIFICACIÓN	
ESTACIÓN	**HABILIDAD**	**ESFUERZO**
CAJA	C1 (+ 0.06)	F1 (- 0.12)
KITTER	C1 (+ 0.06)	D (0.00)
ENSAMBLE	B2 (+ 0.08)	E1 (- 0.04)
EMBALAJE	D (0.00)	C2 (+ 0.02)

Una vez que ha sido calificadas las habilidades y esfuerzos empleados para el trabajo en cada una de las estaciones, se puede obtener el tiempo nivelado de ciclo para cada estación, por lo que resta es asignarle aquella valoración inherente a las demoras que se han denominado NPDF. Este último dato ayudará a obtener el tiempo permitido para cada estación del proceso. Las calificaciones otorgadas se muestran en la tabla que sigue:

TABLA 4.2

CALIFICACIÓN DE LAS NPDF

	CALIFICACIÓN		
ESTACIÓN	**N.PERSONALES**	**FATIGA**	**D.VARIAS**
CAJA	3%	3%	3%
KITTER	3%	3%	4%
ENSAMBLE	3%	3%	3%
EMBALAJE	3%	5%	4%

Una vez asignado el porcentaje de NPDF (según los criterios de métodos de quien realiza el estudio) lo que resta es calcular el tiempo de ciclo permitido de las estaciones. El anexo M contiene el formato para el registro de tiempos con cronómetros, mismo que presenta la secuencia de pasos para obtener el tiempo de ciclo permitido para cada estación. Lo que se muestra en la tabla 4.3 es el resultado del formato en mención:

TABLA 4.3

RESUMEN DE LOS TIEMPOS PERMITIDOS DE CICLO PARA CADA ESTACIÓN DEL PROCESO.

	Tiempo permitido de ciclo (min)
CAJA	**14,84**
KITTER	**20,58**
ENSAMBLE (TIEMPO DE OTRAS ACTIVIDADES MAS TIEMPO DE PROCESO GENÉRICO)	**164,62**
EMBALAJE	**20,83**
Tiempo Total de Valor Agregado Permitido (min)	**206,03**

En la tabla 4.3 se muestra el resultado de tres mediciones de cada una de las estaciones, con esto se busca generar un tiempo permitido de ciclo que contenga a su vez un nivel de variabilidad menor que el que tuviera una sola medición. Al final se incluye una medición “Tiempo Total de Valor Agregado Permitido”, y es la sumatoria de todos los tiempos permitidos de ciclo de las estaciones del proceso, sin embargo no se incluye el tiempo de ciclo de la caja por las razones que se han mencionado (no ejerce impacto en el tiempo total de valor agregado).

Como se ha anotado la empresa ensambla los equipos en la modalidad de bajo pedido, por lo que no realiza inventarios de producto terminado ya que sería una cuestión sencillamente antitécnica y así lo han asimilado, puesto que el cliente podría solicitar incluso en el mismo pedido computadores con diferentes componentes llámese discos duros de 40 GB y otros con 80 Gb y así con la memoria RAM los lectores de CD e incluso más o menos accesorios y periféricos. Por esta razón si el cliente compra digamos 20 PC`s, el tamaño de lote con que se llevarán acabo los ensambles será de *20* es decir se deberá terminar el ensamble de los 20 PC`s antes de que sea entregado el primer PC a despachos para ser dados al cliente, por esta razón para el análisis del mapeo de la cadena de valores se anota un tamaño de lote diario que es igual a la demanda mensual (85 PC`s) dividida para el número de días laborables de la empresa durante un mes (24 días) es decir 3,54 PC`s diarios que debería ensamblar la empresa para cubrir su demanda mensual asumiendo que los clientes hacen un pedido diario de 4 ordenadores ya que no se pueden vender fracciones de computadores (por lo que se alteraría el promedio mensual a 96 PC`s mensuales).

Lo que se ha explicado con relación a la determinación del tamaño de lote y algunos considerándos que se han efectuado son de mucha

importancia para el análisis del caso que se estudia en esta tesis puesto que la política de producción respecto a como se trabaja con los lotes de ensamble tiene un impacto muy fuerte en el desempeño global del proceso, ya que como se ha indicado podría ser que el cliente ponga un pedido de 50 PC`s hoy y que al día siguiente otro cliente haga el pedido de 35 PC`s (asumiendo que con esos dos pedidos se cumple la demanda promedio mensual en el mejor de los casos), por lo que estamos hablando de lotes inmensamente grandes de 50 y 35 respectivamente para ser entregados en plazos extremadamente cortos, de allí que analizar el fenómeno de los tamaños de lote en la empresa aun partiendo de información promedio diaria sujeta a algunos postulados básicos basados en la demanda promedio mensual, es de mucha relevancia.

j) *Insertar respectivamente los símbolos que representan a los operadores y anotar la cantidad de operadores además*.- Continuando el proceso del mapeo de la situación actual lo siguiente es anotar la cantidad de operarios que intervienen en cada estación e insertar sus iconos representativos.

- En la caja solo se cuenta con una persona que realiza las actividades de esta estación de trabajo y es *la cajera*.

- En la estación de Kitter, labora un solo operador (*el Kitter*) que es una persona con un perfil técnico y conocimientos de los componentes de las computadoras.
- En el área de ensamblaje existen dos técnicos de ensamblaje, los *ensambladores*.
- En la estación de embalaje laboran dos personas que se encargan del embalaje de los ordenadores y uno que realiza las pruebas de funcionamiento de los mismos.

En la figura 4.5 se muestra como se han ubicado en el dibujo del mapa de la situación actual, las guías de información y los datos de las estaciones así como el número de operarios de estas.

k) *Agregar iconos de inventarios y días*.- La empresa realiza sus ensambles *bajo pedido* y por ende no se utilizan herramientas estadísticas como pronósticos para programar la producción de ensambles a través del tiempo, sin embargo esto no significa que no exista la acumulación de inventarios momentáneos al final de determinadas estaciones de trabajo, ya sea por demora en las personas encargadas del manejo de materiales entre las diferentes estaciones de trabajo o por la misma dinámica de la producción que deja entrever los cuellos de botella del proceso.

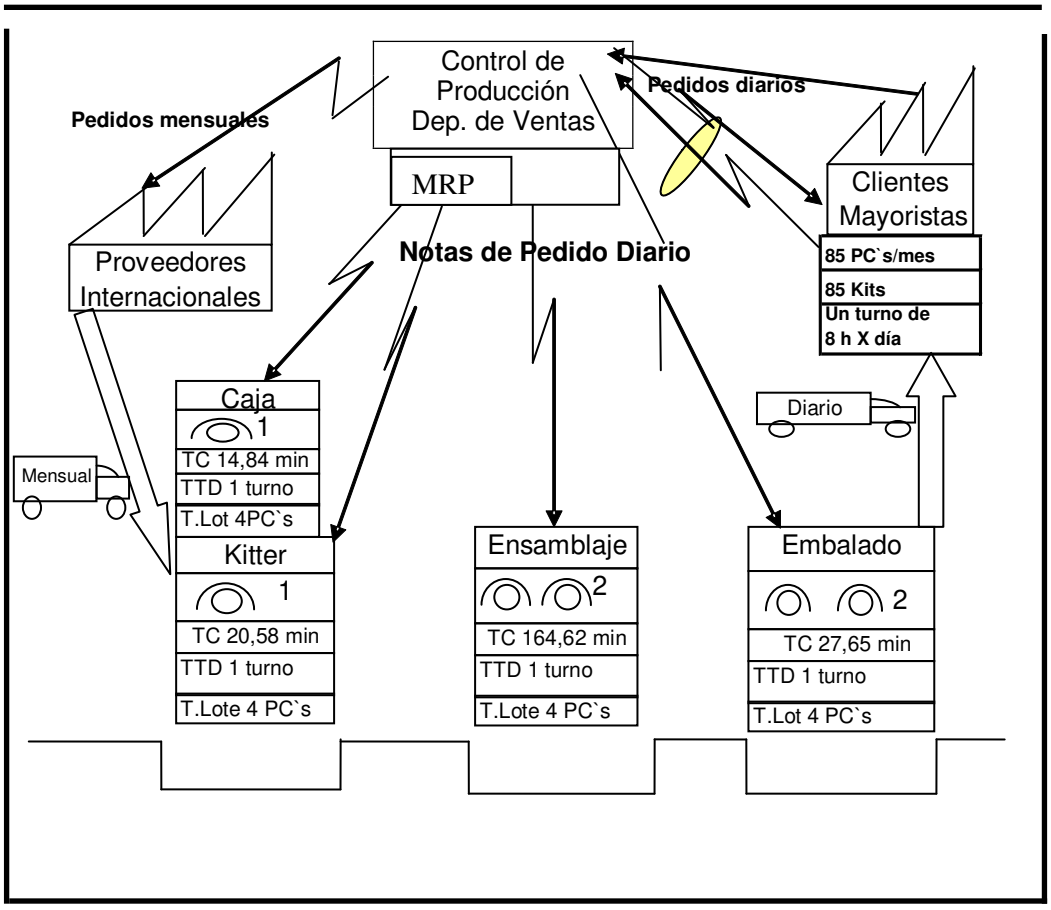


FIGURA 4.5
INSERCIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS PROCESOS, LÍNEAS DE INFORMACIÓN Y LA CANTIDAD DE OPERARIOS EN CADA ESTACIÓN DE LA CADENA LOGÍSTICA.

Así en la **caja** no se generan *inventarios* de facturas terminadas ya que se van evacuando a medida que los clientes las cancelan (los clientes pagan sus facturas mediante una cola), de otro lado se da el caso de que exista una afluencia significativa de clientes que generen algunos pedidos incluso simultáneamente (a través de vendedores diferentes) y

en este caso si se generaría un inventario de notas de pedido para ser transformadas a facturas en la caja, sin embargo dichas notas de pedido no pueden ser procesadas hasta que el cliente al que pertenecen cada una de ellas se acerque a la caja conforme al turno que tiene en la cola, por lo cual, el inventario de notas de pedido que se genera en la caja no tiene incidencia en el proceso global. Sin embargo, si tiene impacto en la satisfacción del cliente ya que a mayor inventario de notas de pedido más grande será la cola de clientes esperando para que se *genere su factura* y pagarla. El **Kitter** presenta el mismo caso de la caja en lo que tiene que ver al inventario de notas de pedido, es decir, podría tener una acumulación de notas de pedido que necesiten que se armen kits para cada una de ellas, sin embargo este es un caso impredecible ya que como se ha explicado la empresa produce bajo pedido y los ensambles que pide el cliente son impredecibles, por esta razón no se apunta un inventario de notas de pedido al inicio de esta estación. Por otro lado el Kitter genera un inventario de kits a *espera de que sean transportados* al departamento técnico, este kit es igual al número del lote que se este ensamblando en esa nota de pedido, por lo que anotar un número especifico de kits como inventario, sería impreciso.

Por lo tanto no se generan inventarios de productos en proceso de manera regular o deliberada, sino más bien un inventario de productos en proceso flotante o variable que depende de la cantidad de ensambles

que se pretendan realizar de acuerdo a los requerimientos del cliente, es decir que si el cliente pide 20 computadores, entonces dependiendo de las capacidades productivas de cada estación, el lote permanecerá más o menos tiempo para ser procesado en una u otra estación, pero si el cliente pidiese ***cuatro computadores*** (como el tamaño de lote que se ha planteado en este estudio por los considerándos explicados) simplemente habría una producción *en lote* con inventarios de trabajo en proceso de pocos minutos entre las estaciones a saber: dos kits o 164,62 minutos (tiempo de ciclo de la estación de ensamble) para ser procesados por la estación de ensamble y dos ensambles ò 20,83 minutos (tiempo de ciclo de la estación de embalado) para que entren a la estación de embalado para ser encartonados.

Finalmente se hace constar el icono de inventario que mantiene la empresa de los componentes y partes que deberán ser ensambladas para dar origen a un ordenador, en esto la empresa mantiene inventarios de un mes (como se ha explicado), con la observación de que a pesar que las entregas están calendarizadas, es decir que se estima un mes ordinario con 30 o 31 días alternativamente para los efectos de la programación de las compras, solo se consideran los 24 días laborables que tiene la empresa ya que es en esa cantidad de días donde se producen los ensambles o se atienden los requerimientos de los clientes.

l) *Graficar los símbolos del empuje y PEPS*.- Aún cuando el proceso produce *bajo pedido* y por ende la producción de ensambles no obedece a ningún tipo de programación basada en pronósticos, sin embargo dentro del proceso, el flujo no es *halado* sino más bien *empujado* basándose en la definición de Rother Mike & Shook John [5]:

Para poder hablar de flujo halado, las piezas no deben fabricarse ni avanzar en ausencia de tarjetas Kanban, y la cantidad de piezas fabricadas debe ser la misma que se especifica en la tarjeta Kanban.

De lo expresando es evidente que el proceso que se esta estudiando es de empuje ya que aún cuando el cliente dispara la producción de ensambles, el flujo que siguen los componentes esta dictado por un empuje ya que no existe un sistema Kanban implementado que proporcione las cantidades de ensambles o kits que se deben hacer, además es evidente que el proceso no jala la producción desde embalado hasta el Kitter como sugiere la técnica de un sistema jalar. Así que se procederá a dibujar el icono de un Pasillo PEPS para representar el flujo desde el Kitter hasta Ensamblaje y por cuestiones de espacio se almacenará máximo 10 kits, este echo configura el funcionamiento de un pasillo PEPS de tamaño 10. Nuestro estudio gira alrededor de un tamaño de lote de 4, así que existe la tentación de dibujar una simple flecha de empuje, pero esto sería cambiar las

condiciones reales de la empresa, por esto se dibujará de todas formas el pasillo PEPS.

En lo que tiene que ver al flujo entre la estación de ensamblaje hasta la de embalaje, el flujo es empujado, pero por cuestiones de espacio cada vez que se tenga un máximo de 17 ensambles terminados, el auxiliar de bodega deberá empezar a transportar los ensambles para ser embalados, sin embargo esto no implica que se pare la producción de más ensambles cuando se tengan terminados 17. Por esta razón se dibujará el icono de empuje entre la estación de ensamblaje y embalaje.

m) *Revisar los ciclos del proceso esbelto*.- Para este paso se hará uso de la línea de tiempo (que se muestra en la parte inferior de las estaciones de trabajo en la figura 4.5, situando el tiempo de ciclo de cada proceso y el tiempo que generan los inventarios definidos a lo largo de la cadena logística. Estos tiempos se colocan sobre la línea horizontal que esta junto bajo cada icono de las estaciones de trabajo e inventarios respectivamente, esto ayudará a visualizar de manera resumida los tiempos que rigen cada una de las operaciones individuales.

n) *Calcular el tiempo total y los días requeridos*.- El último paso que falta que permitirá completar el diagrama de la situación actual de la cadena de valor es calcular los tiempos totales requeridos tanto para el plazo de entrega (tiempo total que se demora en recorrer un ensamble todo el proceso) y el tiempo de transformación o el tiempo total de valor agregado que es la sumatoria de los tiempos de ciclo de cada estación, en otras palabras es el tiempo que emplea el proceso para actividades exclusivas de transformación. La tabla 4.3 muestra el tiempo total permitido de valor agregado del proceso y se explica además el porque no se considera el tiempo de ciclo de la estación caja para el cálculo del mismo. Los datos que se solicitan situar en el dibujo de la situación actual en este paso, se los coloca al final de la línea de tiempo en el costado derecho poniendo el tiempo de transformación bajo el plazo de entrega para guardar concordancia con respecto de la secuencia que siguen los escalones para representar los tiempos de ciclo y el tiempo del inventario en el diagrama.

m) *Agregar otra información importante.*- Una información muy importante para el proceso y que describe muchos aspectos de la cadena logística es el echo de que tal como están distribuidos los departamentos en el edificio de la empresa, se origina la actividad de transportación entre las diferentes áreas de la empresa, una

transportación que requiere de cantidades de tiempo que inciden directamente en los tiempos finales de ciclo del proceso general, estos tiempos de transporte se consideran de la siguiente manera:

Si se conoce el tiempo que demora el auxiliar de bodega en transportar 2 kits (capacidad del vehiculo que se usa para la transportación de los ensambles entre las estaciones) desde esta área hasta el departamento técnico que es de 5,2 minutos recorriendo una distancia de 6,47 metros en línea recta hasta el ascensor que lleva al segundo piso y de allí 6,50 metros hasta el área donde se ubican los kits para el ensamble en el departamento técnico y el tiempo que tarda el ascensor en subir y bajar de un piso a otro, y además, considerando un tamaño de lote diario de 4 PC`s, entonces el auxiliar de bodegas tendrá que efectuar dos viajes lo que significa que el tiempo que transcurre desde que se arman los kits hasta que son puestos a disposición del departamento técnico es de 10,4 minutos. En el anexo N se muestra un bosquejo simple de cómo se distribuyen las áreas en la empresa y el recorrido que realizan los ensambles hasta llegar al cliente.

Finalmente existe un laxo de tiempo durante el cual los ensambles que resultan del departamento técnico son llevados a la bodega de productos terminados para ser embalados y ser dispuestos para el

despacho al cliente que los solicitó asumiendo un tamaño lote diario de 4 ensambles, el tiempo que transcurre desde que el auxiliar de bodega retira los ensambles y los lleva hasta la bodega de productos terminados es de 6,12 minutos transportando un máximo de tres ensambles (capacidad del vehiculo que se usa para la transportación) en nuestro caso deberá realizar 2 viajes, uno para los tres primeros ensambles y otro para el ensamble restante es decir un tiempo total de 12,24 minutos. Este tiempo de transportación se suma también al tiempo de ciclo de cada estación y de inventarios para finalmente obtener el plazo de entrega, que se muestra en la figura 4.6.

En la figura 4.6 se muestra como se insertan los iconos de inventario, flujo (empuje), la línea de tiempo y el cálculo de los tiempos de transformación y plazo de entrega. Con la inserción de de estos iconos y los datos vinculados a cada uno de ellos queda completado el dibujo del mapeo de la cadena de valores en la situación actual.

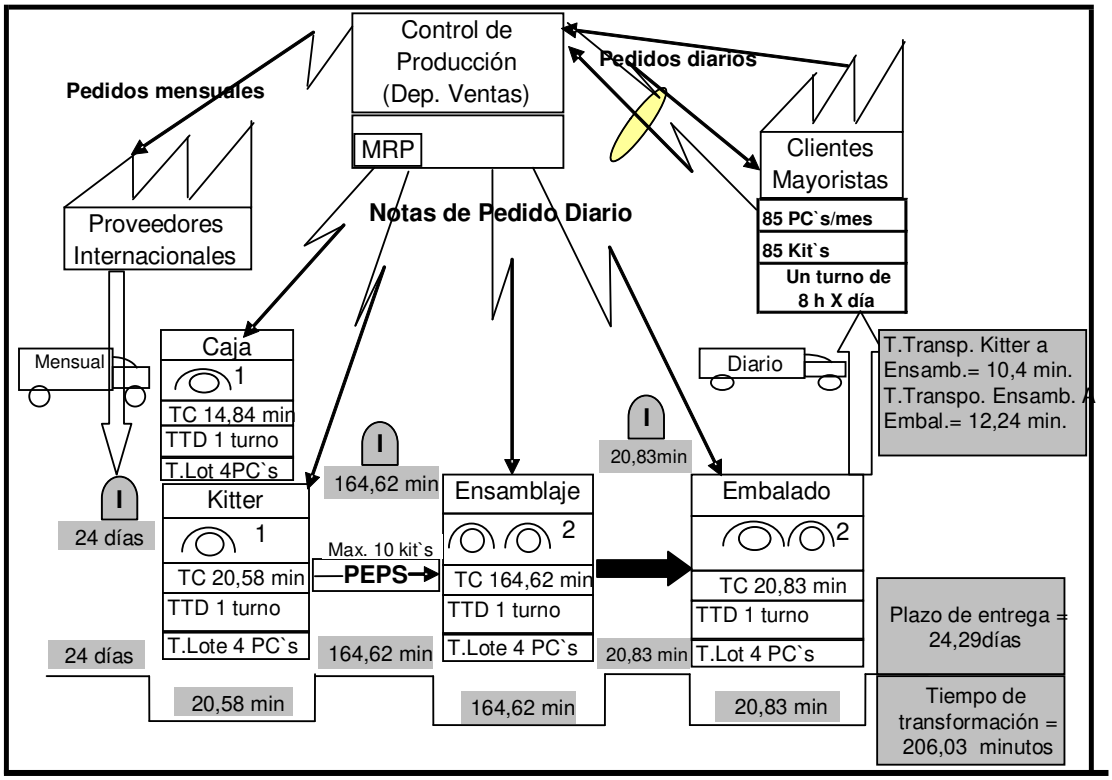


FIGURA 4.6
INSERCIÓN DE ICONO DE INVENTARIO, EMPUJE, LÍNEA DE TIEMPO Y CÁLCULO

En el anexo Ñ se adjunta el dibujo de mapeo de la situación actual (tal como se muestra en la figura 4.6 pero hecho tal como sugiere la técnica o sea a lápiz y en una hoja A3.

4.2 Medición de indicadores

En el capítulo 2 se definieron algunos indicadores de gestión que ayudarán a visualizar algunos aspectos puntuales del desempeño del proceso, los indicadores que se definieron son los siguientes:

- Tiempo de Ciclo.
- Unidades Producidas (Productividad).
- Utilización del Personal.
- Plazo de Entrega.
- Tiempo de Valor Agregado.

Tiempo de ciclo.- Se lo ha tomado desde las mediciones hechas para la elaboración del bosquejo del mapa de la situación actual de la empresa, tomando en consideración los siguientes aspectos:

Para un ensamble completo, deben haberse terminado todas las unidades del lote en las últimas estaciones, y tal como hemos definido un tamaño de lote igual a 4 ensambles, es el tiempo de ciclo de las estaciones de Kitter y ensamble deberán ser multiplicadas por un factor que represente el tamaño del lote y el número de operarios e la estación de trabajo, por ejemplo el Kitter tiene que armar 4 kits (tamaño de lote) al ser un solo operario se multiplica por 4 su tiempo de ciclo y así obtener el tiempo que le toma armar dicho lote, en el caso de la estación de ensamblaje al haber dos operarios (un técnico no interviene en el ensamble que realiza otro técnico simultáneamente), y considerando el tamaño de lote 4, el factor por el que se multiplica el tiempo de ciclo de un operador es “2” y así se obtiene el tiempo para procesar dicho lote, lo mismo que se realiza

con los ensambladores se realiza con los embaladores (2 operarios y lote tamaño 4) para obtener el tiempo para procesar el lote. Con esto se procede a sumar los tiempos que toman cada estación en procesar el lote y así obtener el tiempo de ciclo del proceso bajo el esquema expuesto de producción.

Al tiempo que se ha obtenido de la sumatoria de los tiempos de ciclo habrá que añadir el tiempo de transportación ya que es un tiempo que impacta en el tiempo de ciclo de manera directa y que deberá ser considerado para las mejoras del proceso. El tiempo de inventario de trabajo en proceso no se considera ya que con las operaciones de multiplicación que se efectuó al tiempo de ciclo de cada estación por efectos de la producción en lote, ya se ha absorbido esta situación.

En la tabla 4.4 se mencionan casillas con los tiempos administrativos que realizan los operadores de determinadas estaciones antes durante o después de efectuar las acciones netamente del proceso de ensamblaje, estas actividades comprenden el llenado de formas y formatos de control de inventario, producción y demás o simplemente inspección de los productos recibidos de la estación anterior.

Una última acotación es mencionar el hecho de que se hará uso de los tiempos *permitidos* que se calcularon y que están en el mapeo de la situación actual. A continuación se muestra como se ha obtenido

el tiempo de ciclo para el proceso estudiado sujeto a los considerándoos explicados:

TABLA 4.4
CÁLCULO DEL TIEMPO PERMITIDO DE CICLO DEL PROCESO

ESTACIÓN	Tiempo permitido de ciclo "Un Ensamble" (min)	Tiempo permitido de ciclo "Lote tamaño 4" (min)	T. Ensamble / T. Embalaje	T. Adminis. / T. Pruebas
KITTER	**20,58**	**65,93**	15,11	5,47
Tiempo de transportacion desde Kitter a Ensamblaje	**5,20**	**10,40**		
ENSAMBLE (TIEMPO DE OTRAS ACTIVIDADES MAS TIEMPO DE PROCESO GENÉRICO)	**164,62**	**323,04**	158,42	6,20
Tiempo de transportacion de Ensamblaje a Embalaje	**6,12**	**12,24**		
EMBALAJE	**20,83**	**26,93**	6,10	20,83
	Tiempo Permitido del Ciclo del Proceso	**438,54**		

Es importante hacer notar que en la estación de ensamblaje y embalaje ocurre una particularidad pues operan dos personas pero funcionan como entidades independientes de la misma estación es decir lo que hace un operario no puede ser interferido por el otro operario, esto hace que el tiempo que se demoran en realizar los ensambles tenga una *función escalón* como se muestra en la gráfica siguiente:

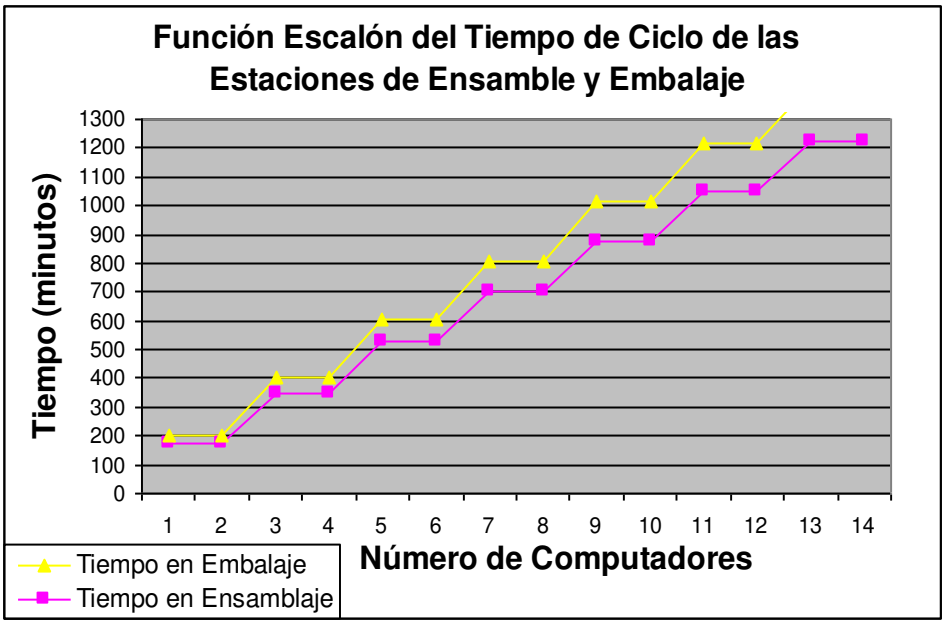


FIGURA 4.7
FUNCIÓN ESCALÓN DEL TIEMPO DE PRODUCCIÓN DE LAS ESTACIONES DE ENSAMBLAJE Y EMBALAJE EN FUNCIÓN DEL NÚMERO COMPUTADORES Y SUS DOS OPERARIOS.

Esto matemáticamente obedece a la siguiente función, donde X es el número de computadores pedidos, Y es el tiempo que demora en ser satisfecho dicho lote en la estación y TC es el tiempo de ciclo en realizar una unidad:

$$\begin{cases} Y = X/2*TC & ,X=Par \\ Y = (X+1)/2*TC & ,X=Impar \end{cases}$$

<u>Unidades Producidas (Productividad).-</u> Para calcular las unidades producidas en un día de trabajo, se hace uso del tiempo permitido de ciclo de cada estación que ha sido determinado en la sección anterior.

En la siguiente figura se muestra un esquema de la situación de la empresa de acuerdo a la capacidad productiva de cada estación, lo que servirá para determinar la capacidad productiva del proceso:

De la figura 4.8 se puede ver que la capacidad del proceso esta dada por la capacidad de la estación de ensamble (el cuello de botella), razón por la cual aún cuando el Kitter puede armar 3,8 veces más kits y se pueden embalar 7,6 veces más que la estación de ensamble, la empresa solo podrá *producir un total de 6 ordenadores al día (su productividad)*.

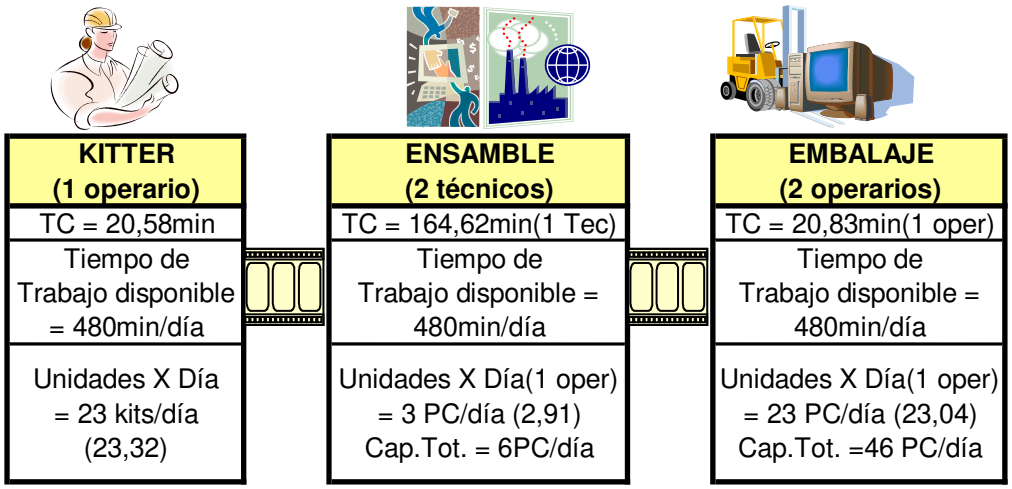


FIGURA 4.8:
CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE CADA ESTACIÓN

Utilización del Personal.- Este indicador como se definió en el capítulo 2, ayudará a determinar el porcentaje de tiempo de su jornada de trabajo que esta siendo utilizado por el operario para labores productivas o en

otras palabras cuanto se esta utilizando su mano de obra durante una jornada diaria. Para esto se hará uso de dos datos que se han determinado previamente, el tamaño de lote definido en **"4"** unidades y la capacidad productiva de cada estación (tomando en cuenta la capacidad de la estación en proporción al número de operarios que tiene).

El cálculo de la utilización del personal se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 4.5

CÁLCULO DE LA UTILIZACIÓN DEL PERSONAL (DADO UN TAMAÑO DE LOTE DIARIO DE "4" UNIDADES

CAJA (1 operario)	KITTER (1 operario)	ENSAMBLE (2 técnicos)	EMBALAJE (2 operarios)
Produc. Diaria = 4 facturas	Produc. Diaria = 4 Kit`s	Produc. Diaria = 4 PC`s	Produc. Diaria = 4 embalajes
Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día	Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día	Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día	Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día
Capacidad= Facturas X Día = 32 facturas/día (32,34	Capacidad= Unidades X Día = 23 kits/día (23,32)	Unidades X Día(1 oper) = 3 PC/día (2,91) Cap.Tot. = 6PC/día	Unidades X Día(1 oper) = 23 embl./día (23,04) Cap.Tot. =46 embl./día
Utilización del personal = 12,5%	**Utilización del personal = 17,39%**	**Utilización del personal = 66,66%**	**Utilización del personal = 8,69%**

Como se ve en la tabla 4.5, la operación que arroja el porcentaje de utilización del personal es una función directa del número de unidades (lote) que se valla a ensamblar en un determinado momento ya que resulta de la división del número de ensambles dividido por la capacidad

de producción de dicha estación. Para el caso se ha utilizado como se mencionó el tamaño de lote diario definido anteriormente, esto es de mucha ayuda ya que a pesar de que el tamaño de lote es una aproximación de lo que produce diariamente la empresa, al realizar el cálculo de la utilización del personal se nota la proporción de utilización del personal de cada estación de trabajo para el ensamblaje de un número determinado de computadores y el porcentaje de utilización del personal de una estación y otra.

Un detalle importante es que en el caso de la caja, la cajera realiza otras actividades como roles de pago a empleados y proveedores así como soporte al departamento financiero. En el caso embalaje ocurre algo similar que en la caja, ya que quienes allí laboran *"designados para el embalaje de los ensambles"*, están inmersos además en las labores de despachos a los clientes, ayudar en cargar todo lo que llegue a la empresa en fin todas las actividades de un auxiliar de bodega. En las estaciones de Ensamble y Kitter si existe exclusividad de funciones, es decir solo se concentran en la realización de las actividades de la estación en el proceso y que ya han sido explicadas.

Sin embargo las actividades extras que se realizan en caja y embalaje no representan un mayor porcentaje de utilización de los operadores, incluso si se tomara en cuenta la atención que dan todas las estaciones a los clientes minoristas. Por lo tanto si consideramos que con los

clientes de mayor volumen e importancia en la empresa, la utilización del personal es alrededor del 15% (menos en ensamblaje) hay una brecha enorme de subutilización que podría ser mejorada, así que la aproximación de la utilización conseguida para los clientes mayoristas es **totalmente válida**.

Plazo de Entrega.- el lazo de entrega es otro de los indicadores que se plantearon en el capítulo 2 y que es de mucha utilidad para determinar como se esta manejando la empresa respecto del cumplimiento con sus clientes, ya que contar con plazos claros de entrega pero sobretodo *pequeños* es una de las cuestiones más importantes para las empresas. El plazo de entrega que tiene la empresa ya fue calculado en la figura 4.6. Tal como se analizó en la parte del desarrollo del mapeo de la cadena de valores de la situación actual, el plazo de entrega es el tiempo en que la empresa puede reaprovisionarse y ensamblar dichos componentes para ser entregados al cliente, es decir el plazo en el que podría la empresa cubrir la necesidad de un cliente que hace un pedido **especial**. Este tiempo se anota a continuación:

Plazo de entrega = 24,29 días

Tiempo de Valor Agregado.- El tiempo de valor agregado es el último indicador en esta tesis como fuente para el análisis de la situación de operación de la empresa. Este es un indicador que también se calculó

anteriormente. Es el tiempo que se utiliza exclusivamente para las actividades de transformación, por esto es la suma del tiempo permitido de ciclo de cada estación. A continuación se muestra este valor:

Tiempo de transformación = 206,03 minutos

En la siguiente tabla se muestra el resumen de los indicadores definidos:

TABLA 4.6

INDICADORES DE GESTIÓN DEL PROCESO

Indicador	Valor	Unidades
Tiempo de Transformación	206,03	Minutos
Plazo de Entrega	24,29	Días
Tiempo Permitido de Ciclo	438,54	Minutos
Unidades Producidas (productividad)	6	PC`s/ Día
Utilización del Personal:		
Caja	12,5	Porcentaje
Kitter	17,39	Porcentaje
Ensamble	66,66	Porcentaje
Embalaje	8,69	Porcentaje

4.3 Identificar los problemas del sistema productivo.

Una vez que se tiene terminado el mapeo de la cadena de valores en su situación actual y con ello determinado el valor de los indicadores, se pueden analizar los aspectos que muestran estas radiografías del

proceso e identificar los problemas que presenta el proceso para su posterior tratamiento.

La labor de identificar los problemas del proceso se centra en el análisis de todas las instancias y la información contenida en las mismas del mapa de la cadena de valor que se diseño para la situación actual. Este análisis se desarrolla partiendo desde los proveedores en secuencia llegando hasta el cliente, se anotan los detalles de este análisis a continuación:

1) En el caso de las relaciones con el proveedor, el stock de un mes (24 días) de partes y componentes que se ha definido para afrontar la demanda mensual, es *relativamente grande* ya que el tiempo de 24 días para reaprovisionamiento genera los siguientes efectos:

TABLA 4.7

EFECTOS NEGATIVOS DEL ACTUAL INVENTARIO DE PARTES

Alto tiempo de inventario de las partes; ***"Problema"***
Riesgo de obsolescencia de las partes
Peligro de no cubrir demanda de productos específicos
Dada la naturaleza del negocio, se hace complejo el horizonte de planificación y poca susceptibilidad a cambios en las preferencias de los clientes, etc.
Afecta directamente el plazo de entrega de la empresa

2) En la estación CAJA, se detectan algunos problemas que al ser resueltos darían como resultado un mejor desempeño de esta estación, a continuación se muestra una tabla de los problemas detectados en su operación:

TABLA 4.8

PROBLEMAS ENCONTRADOS EN LA CAJA

Transcribir en el formato de factura la nota de pedido (perdida de tiempo en esta operación *repetida*)
Verificar los términos de pago del cliente y confirmar que se han cumplido los parámetros para otorgar dicha condición de pago otorgada por el vendedor (actividad repetida en el proceso)
Baja utilización de este operario

3) La estación del Kitter presenta dos problemas detectables y de medular trascendencia en su operación actual que ameritan un tratamiento en aras de mejorar el desempeño de esta estación:

TABLA 4.9

PROBLEMAS PRESENTES EN EL KITTER

Ordenamiento no sistemático de las partes en la bodega para garantizar rapidez al armar (buscar y juntar las partes) los kits
Pobre utilización del personal de la estación de Kitter

4) Continuando con la secuencia presentada en el dibujo de la cadena de valores *situación actual*, lo que sigue es la descripción de los problemas presentes en la estación de ensamble, mismo que también se enumeran en una tabla que se ubica a continuación:

TABLA 4.10

PROBLEMAS DETECTADOS EN LA ESTACIÓN DE ENSAMBLE

Las herramientas para el ensamblaje no están a la mano y en muchos casos se usa alguna que no cumple eficientemente el propósito de la operación
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas
Existe déficit de operadores en caso de que existan pedidos voluminosos y plazos cortos.
Este es el cuello de botella del proceso
Puesto de trabajo no reúne ciertos requisitos técnicos para el desarrollo de las actividades: Sillas, mesón angosto, la iluminación no permite visualizar detalles del interior del case y desorden

5) La siguiente estación que se muestra en el mapeo de la cadena de valor es la de embalaje, en esta estación se presentan algunas situaciones que hacen que el proceso no sea más fluido en la misma, se los anota en la siguiente tabla:

TABLA 4.11
DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS PRESENTES EN LA ESTACIÓN DE EMBALADO

Desperdicio de tiempo y repetición de actividades en la realización de las pruebas de funcionamiento del ensamble terminado antes de ser embalado.
Bajo porcentaje de utilización de los operadores
Falta de orden apropiado de los insumos necesarios para el embalaje

6) En lo que tiene que ver con las relaciones con el cliente la situación es compleja ya que no se puede realizar un *suavizado* a la demanda impredecible que existe en términos micro. La naturaleza del negocio y esencialmente el producto que se comercializa no es de consumo regular y menos aun dependiente de clientes específicos, sino más bien que se tiene que buscar nuevos clientes constantemente y los gustos y preferencias por uno u otro ensamble especial, hacen muy difícil estandarizar la demanda. De otro lado, la operación del departamento de ventas es muy eficiente ya que la bodega de producto terminado es simplemente de transito y no existen problemas de inventarios de producto terminado y las implicaciones que esto conllevaría.

7) El flujo electrónico de información en la empresa es muy eficiente y de mucha utilidad para el desempeño más óptimo para la integración de las estaciones de trabajo de la empresa e incluso

con el cliente y proveedores, por lo que no hay objeciones a como se maneja este aspecto en la empresa, quizás explotar un poco más las bondades de los medios (electrónicos) que utiliza, en aspectos como reducir la cantidad de papel y generar reportes más vinculantes para las operaciones implicadas que así lo ameriten.

8) En el proceso global se pudieron encontrar algunos aspectos que se los menciona en la tabla escrita a continuación:

TABLA 4.12
DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS DEL PROCESO GLOBAL

Rígida especialización de los operarios en sus actividades.
Pequeño capacidad del medio de transporte de los kits y ensambles en la empresa.
Baja utilización del operador que actúa en el departamento técnico de servicio al cliente
Alta variedad de proveedores y productos (partes) que proveen.
Poco técnico criterio de distribución física de los departamentos en la empresa.
Baja estandarización de los productos que se ofrecen.

Una vez que se han identificado los problemas más relevantes de cada una de las estaciones y del proceso global, lo siguiente que se realizará es clasificarlos de acuerdo a su naturaleza de cultura, proceso o tecnológicos. Sabiendo que los problemas de cultura son aquellos hacen

ineficiente el proceso por actitudes, creencias y demás propias de las personas no consideradas; los problemas de procesos a aquellos que se aplican al proceso de producción y los tecnológicos a aquellos que se manifiestan en la aplicación errónea de los conocimientos en las tareas **[2]**. En la siguiente tabla se realiza la clasificación de los problemas anotados en cada proceso, ya sea que tengan naturaleza cultural, de proceso o tecnológica:

TABLA 4.13
CLASIFICACIÓN DE PROBLEMAS ENCONTRADOS EN DE CULTURA, PROCESO Y TECNOLOGÍA

Cultura
Alto inventario de partes.
Verificar los términos de pago del cliente y confirmar que se han cumplido los parámetros para otorgar dicha condición de pago.
Ordenamiento no sistemático de las partes en la bodega para garantizar rapidez al armar (buscar y juntar las partes) los kits
Las herramientas para el ensamblaje no están a la mano y en muchos casos se usa alguna que no cumple eficientemente el propósito de la operación.
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas.
Baje porcentaje de utilización del operario de caja.
Puesto de trabajo no reúne ciertos requisitos técnicos para el desarrollo de las actividades: Sillas, mesón angosto, la iluminación no permite visualizar detalles del interior del case y desorden.
Bajo porcentaje de utilización de los operadores de embalado.
Falta de orden apropiado de los insumos necesarios para el embalaje
Rígida especialización de los operarios en sus actividades.

Pequeño capacidad del medio de transporte de los kits y ensambles en la empresa.
Baja utilización del operador que actúa en el departamento técnico de servicio al cliente
Alta variedad de proveedores y productos (partes) que proveen.
Poco técnica distribución física de los departamentos en la empresa.
Pobre utilización del personal de la estación de Kitter.
Baja estandarización de los productos que se ofrecen.
Proceso
Transcribir en el formato de factura la nota de pedido (perdida de tiempo en esta operación *repetida*).
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas
Existe déficit de operadores en caso de que existan pedidos voluminosos y plazos cortos (estación de ensamble). ***Desbalanceo del trabajo***
Estación de ensamblaje es el cuello de botella del proceso.
La realización de las pruebas de funcionamiento del ensamble terminado antes de ser embalado.

Una vez que se ha clasificado a los problemas más importantes que se detectaron en la cadena logística de la empresa (sin encontrarse problemas tecnológicos significativos), lo siguiente que se realizará es darle una definición de desperdicio a cada uno de los problemas que se anotan en la tabla. Es decir, los problemas encontrados son causantes de *desperdicios* que según nuestra definición de desperdicios podría ser de algunos tipos, ya sea de sobreproducción, inventarios y demás.

Es importante conocer el tipo de desperdicio ante el cual nos encontramos, ya que de esta manera se podrá realizar una selección apropiada de las acciones y técnicas pertinentes y su correcta aplicación. Para este menester se muestra a continuación una ampliación de la tabla 4.13 describiendo el tipo de desperdicio que representa cada uno de los problemas anotados, estas asignaciones están basadas en las definiciones de desperdicios mencionadas por el Dr. Barcia en su Modelo para Mejorar Sistemas de Producción Industriales **[2]**.

TABLA 4.14
CLASIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DESPERDICIOS DE LA EMPRESA

Problemas	Desperdicio
Cultura	
Alto inventario de partes.	Inventario
Verificar los términos de pago del cliente y confirmar que se han cumplido los parámetros para otorgar dicha condición de pago.	Proceso
Ordenamiento no sistemático de las partes en la bodega para garantizar rapidez al armar (buscar y juntar las partes) los kits	Movimiento
Las herramientas para el ensamblaje no están a la mano y en muchos casos se usa alguna que no cumple eficientemente el propósito de la operación.	Movimiento
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas.	RR HH
Bajo porcentaje de utilización del operario de caja.	RR HH
Puesto de trabajo no reúne ciertos requisitos técnicos para el desarrollo de las actividades: Sillas, mesón angosto, la iluminación no permite visualizar detalles del interior del case y desorden.	Movimiento
Bajo porcentaje de utilización de los operadores de embalado.	RR HH
Falta de orden apropiado de los insumos necesarios para el embalaje	Movimiento
Rígida especialización de los operarios en sus actividades.	RR HH
Pequeño capacidad del medio de transporte de los kits y ensambles en la empresa.	Transporte
Baja utilización del operador que actúa en el departamento técnico de servicio al cliente	RR HH
Alta variedad de proveedores y productos (partes) que proveen.	Proceso
Poco técnica distribución física de los departamentos en la empresa.	Movimiento
Pobre utilización del personal de la estación de Kitter.	RR HH
Baja estandarización de los productos que se ofrecen.	Proceso
Proceso	
Transcribir en el formato de factura la nota de pedido (perdida de tiempo en esta operación *repetida*).	Proceso
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas	Espera
Existe déficit de operadores en caso de que existan pedidos voluminosos y plazos cortos (estación de ensamble). ***Desbalanceo del trabajo***	Proceso
Estación de ensamblaje es el cuello de botella del proceso.	Proceso
La realización de las pruebas de funcionamiento del ensamble terminado antes de ser embalado.	Proceso

Una vez descritos de manera integral los problemas y sus desperdicios inherentes de acuerdo al proceso de la empresa, se tratarán a todos los problemas encontrados con la misma prioridad y urgencia en la aplicación, tratando de dar solución a cada uno de ellos con la aplicación de las técnicas de manufactura esbelta más apropiadas y que se plasmarán en el plan de implementación a diseñarse. En la tabla 4.14 se agruparán de manera más puntual los problemas en base a su afinidad, es decir, los de cultura que conllevan a desperdicios de RRHH en una sección y los de proceso que generan desperdicios de proceso en otra por ejemplo, esto ayudará a tener una perspectiva más clara de las técnicas a utilizarse. A continuación se muestra la tabla 4.14 depurada tal como se explicó:

TABLA 4.15
ESTRATIFICACIÓN DE LOS PROBLEMAS SEGÚN SU NATURALEZA Y EL DESPERDICIO VINCULADO

Causas de Desperdicios	desperdicio identificado
Verificar los términos de pago del cliente y confirmar que se han cumplido los parámetros para otorgar dicha condición de pago.	Cultura - Proceso
Baja estandarización de los productos que se ofrecen.	Cultura - Proceso
Alta variedad de proveedores y productos (partes) que proveen.	Cultura - Proceso
Puesto de trabajo no reúne ciertos requisitos técnicos para el desarrollo de las actividades: Sillas, mesón angosto, la iluminación no permite visualizar detalles del interior del case y desorden.	Cultura - Movimiento
Falta de orden apropiado de los insumos necesarios para el embalaje	Cultura - Movimiento
Ordenamiento no sistemático de las partes en la bodega para garantizar rapidez al armar (buscar y juntar las partes) los kits	Cultura - Movimiento
Las herramientas para el ensamblaje no están a la mano y en muchos casos se usa alguna que no cumple eficientemente el propósito de la operación.	Cultura - Movimiento
Poco técnica distribución física de los departamentos en la empresa.	Cultura - Movimiento
Pobre utilización del personal de la estación de Kitter.	Cultura - RR HH
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas.	Cultura - RR HH
Bajo porcentaje de utilización del operario de caja.	Cultura - RR HH
Baja utilización del operador que actúa en el departamento técnico de servicio al cliente	Cultura - RR HH
Bajo porcentaje de utilización de los operadores de embalado.	Cultura - RR HH
Rígida especialización de los operarios en sus actividades.	Cultura - RR HH
Alto inventario de partes.	Cultura - Inventario
Pequeño capacidad del medio de transporte de los kits y ensambles en la empresa.	Cultura - Transporte
Transcribir en el formato de factura la nota de pedido (perdida de tiempo en esta operación *repetida*).	Proceso - Proceso
Existe déficit de operadores en caso de que existan pedidos voluminosos y plazos cortos (estación de ensamble). ***Des balanceo del trabajo***	Proceso - Proceso
Estación de ensamblaje es el cuello de botella del proceso.	Proceso - Proceso
La realización de las pruebas de funcionamiento del ensamble terminado antes de ser embalado.	Proceso - Proceso
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas	Proceso - Espera

No constan en las tablas mencionadas algunos aspectos encontrados en el proceso genérico de ensamblaje diseñado y que podrían ser mejorados mediante la aplicación de algunas mejoras puntuales en las actividades más críticas del mismo, cabe indicar que el proceso genérico diseñado es la recopilación de las actividades universales para ensamblar PC`s con la mayor gama de componentes pero desde la perspectiva tradicional "De cómo se ensamblan actualmente". La razón de no mencionar aquellos problemas del proceso genérico de ensamblaje en el análisis de los problemas de la cadena de valor, es porque al tratarse de actividades puntuales ligadas a movimientos y formas de trabajar, se ha optado por tratarlas mediante un estudio de movimientos a las actividades de mayor impacto y así generar una mejor forma de realizar dichas actividades, este análisis se detallará en la sección siguiente y las mejoras se plasmarán en el plan de implementación con las demás mejoras del proceso.

4.4 Seleccionar las técnicas de mejoramiento y análisis de movimientos del proceso de ensamblaje de ordenadores.

En esta sección de la tesis se realizará una de las partes más importantes en la metodología de mejoramiento de procesos que se planteó al inicio, ya que se trata de determinar las técnicas de la

manufactura esbelta más apropiadas para la eliminación de los desperdicios enumerados, para esto se hará uso de la literatura notada en el capítulo 2 y así descubrir las bondades de cada técnica y como su aplicación ayudaría a eliminar los desperdicios del proceso.

En el capítulo 2 Karla Pineda Mandujano **[1]**, propone una muy interesante tabla que muestra los tipos de desperdicios (que ya definimos) y como eliminarlos, a continuación se reescribe:

TABLA 4.16
TIPOS DE DESPERDICIOS Y COMO ELIMINARLOS

Desperdicio	**Forma de Eliminarlos**
Sobreproducción	- Reducir los tiempos de preparación, sincronizando cantidades y tiempos entre procesos, haciendo sólo lo necesario
Espera	- Sincronizar flujos - Balancear cargas de trabajo - Trabajador flexible
Transporte	- Distribuir las localizaciones para hacer innecesario el manejo / transporte - Racionalizar aquellos que no se pueden eliminar
Proceso	- Analizar si todas las operaciones deben de realizarse o pueden eliminarse algunas sin afectar la calidad el producto / servicio
Inventarios	- Acortar los tiempos de preparación, de respuesta y sincronizarlos
Movimiento	- Estudiar los movimientos para buscar economía y conciencia. Primero mejorar y luego automatizar
Productos defectuosos	- Desarrollar el proyecto para prevenir defectos, en cada proceso ni hace ni aceptar defectos - Hacer los procesos a prueba de tontos

Acogiendo estas sugerencias y aterrizándolas a nuestro proceso sumado al conocimiento de las técnicas como ya se anotó, se podrán escoger las técnicas más apropiadas para mejorarlo y eliminar los desperdicios. A continuación se muestra una tabla donde hace un anexo a la tabla 4.15 adjuntando una columna al final anotando la técnica lean a aplicar:

Las anotadas en la tabla 4.17 son las técnicas que se aplicarán adaptadas a cada caso para la eliminación de los desperdicios, los detalles de la aplicación se escribirán en el plan de aplicación y algunas generalidades en el mapeo de la cadena de valor estado futuro para plasmarse en el plan de mejoramiento que se diseñará.

TABLA 4.17
SELECCIÓN DE LAS TECNICAS DE MANUFACTURA ESBELTA PARA LA ELIMINACION DE DESPERDICIOS

Causas de Desperdicios	Desperdicio identificado	Mejor Técnica esbelta
Verificar los términos de pago del cliente y confirmar que se han cumplido los parámetros para otorgar dicha condición de pago.	Cultura - Proceso	***Trabajo en equipo***
Baja estandarización de los productos que se ofrecen.	Cultura - Proceso	***Estandarización***
Alta variedad de proveedores y productos (partes) que proveen.	Cultura - Proceso	***Estandarización***
Puesto de trabajo no reúne ciertos requisitos técnicos para el desarrollo de las actividades: Sillas, mesón angosto, la iluminación no permite visualizar detalles del interior del case y desorden.	Cultura - Movimiento	***5 S`s, Ergonomía***
Falta de orden apropiado de los insumos necesarios para el embalaje	Cultura - Movimiento	***5 S`s***
Ordenamiento no sistemático de las partes en la bodega para garantizar rapidez al armar (buscar y juntar las partes) los kits	Cultura - Movimiento	***5 S`s***
Las herramientas para el ensamblaje no están a la mano y en muchos casos se usa alguna que no cumple eficientemente el propósito de la operación.	Cultura - Movimiento	***5 S`s***
Poco técnica distribución física de los departamentos en la empresa.	Cultura - Movimiento	***Diseño de plantas/MC***
Pobre utilización del personal de la estación de Kitter.	Cultura - RR HH	***Entrenamiento Cruzado/ Trabajo en Equipo/MC***
No se aprovecha el tiempo que transcurre mientras se carga el sistema operativo, en otras actividades productivas.	Cultura - RR HH	***Entrenamiento Cruzado/ Trabajo en Equipo/MC***
Bajo porcentaje de utilización del operario de caja.	Cultura - RR HH	***Entrenamiento Cruzado/ Trabajo en Equipo/MC***
Baja utilización del operador que actúa en el departamento técnico de servicio al cliente	Cultura - RR HH	***Entrenamiento Cruzado/ Trabajo en Equipo/MC***
Bajo porcentaje de utilización de los operadores de embalado.	Cultura - RR HH	***Entrenamiento Cruzado/ Trabajo en Equipo/MC***
Rígida especialización de los operarios en sus actividades	Cultura - RR HH	***Entrenamiento Cruzado/ Trabajo en Equipo***
Alto inventario de partes.	Cultura - Inventario	***Trabajo en equipo/ Acortar tiempos de inventario***
Pequeña capacidad del medio de transporte de los kits y ensambles en la empresa.	Cultura - Transporte	***Balanceo***
Transcribir en el formato de factura la nota de pedido (perdida de tiempo en esta operación *repetida*).	Proceso - Proceso	***Manufactura Celular/ Trabajo en Equipo***
Existe déficit de operadores en caso de que existan pedidos voluminosos y plazos corto (estación de ensamble) ***Des balanceo del trabajo***	Proceso - Proceso	***Balanceo/ Producción nivelada/ Entrenamiento Cruzado***
Estación de ensamblaje es el cuello de botella del proceso.	Proceso - Proceso	***Balanceo de Línea***
La realización de las pruebas de funcionamiento del ensamble terminado antes de ser embalado.	Proceso - Proceso	***Calidad en la Fuente***

En lo que tiene que ver con el proceso genérico de ensamblaje de ordenadores que se definió, el tratamiento que se le dará es el de aprovechar el diagrama de flujo de procesos del anexo G para analizar cada una de las actividades que lo constituyen y mediante las sugerencias que traen consigo y el estudio de los principios de la economía de movimientos, determinar la forma más óptima de dichas operaciones y generar un nuevo diagrama de flujo de procesos *propuesto* que optimice el proceso de ensamblaje y así reducir los tiempos de ensamble. El análisis descrito que es un complemento de la aplicación de las técnicas esbeltas seleccionadas para esta estación de trabajo, se desarrolla a renglón seguido.

Primeramente, se han eliminado algunas actividades que no generan valor agregado o que se pueden traslapar con otras anteriores o posteriores, en la siguiente tabla se muestran las actividades eliminadas del proceso y la razón que indujo a que se las eliminara.

Como se muestra en la tabla 4.18 las actividades eliminadas son en su mayoría aquellas que implican *inspección* y es fácil eliminarlas ya que al aplicar la técnica esbelta de calidad en la fuente las inspecciones se realizarán al momento de ejecutar la operación (tal como se explica en la "razón de la eliminación"), de otro lado hay actividades de operación pero que se las ha eliminado como una especie de depuración de aquellas

actividades que se las realiza como parte del proceso pero que son en si ineficientes o redundantes, finalmente mencionar el echo de que las actividades de espera no se las ha eliminado por su complejidad ya que debido a la naturaleza de dichas actividades de espera en el proceso son poco menos que imprescindibles como por ejemplo esperar que prenda el computador o esperar que cargue el sistema operativo en la máquina, todas estas actividades necesarias para el cumplimiento de la actividad y el echo mismo de ensamblar el ordenador.

TABLA 4.18
ACTIVIDADES ELIMINADAS DEL PROCESO GENÉRICO DE ENSAMBLAJE POR NO AGREGAR VALOR AL PRODUCTO

EVENTO	TIEMPO (min)	RECOMENDACIÓN DE MÉTODO	RAZÓN DE LA ELIMINACIÓN
Quitar tornillos de capas laterales del case (deslizando tapa hacia atrás)	1,6	Debería llegar destornillada	Kitter deberá garantizar que llegue destornillado e identificado los tornillos
Quitar tornillos de sujeción de tapa frontal del case	1,4	Debería llegar destornillada	Kitter deberá garantizar que llegue destornillado e identificado los tornillos
Observar que la plaquita desmontable de la caja para las conexiones traseras coincida	0,7	Desmontar directamente ya que igual se dan luego los ajustes (el Kitter deberá enviar la apropiada)	El Kitter deberá proveer la indicada
Tomar la placa base	0,05		Se unifico con la acción de movimiento
Identificar los puntos de atornillado de la placa base	0,25		Se los identificara a medida que se los marque con el rotulador
Seleccionar la placa que se desmonto	0,17		Simplemente es tomar la placa desmontada además es ambiguo
Comprobar que los conectores encajan	1,1	Eliminar ya que luego se realizará otra vez esta actividad	Actividad repetida (además es la actividad que sigue)
Verificar que conectores traseros encajen bien	1,43		Se hará la comprobación al momento de encajar
Verificar que queden totalmente apretadas(los pitorritos)	0,12	Eliminarla si se cumple la sugerencia anterior	Se hará al momento de insertarlos
Disponer los tornillos en la arandela, y fijar la disquetera	1,08		Se unifica con operación de atornillado, colocando y atornillando al mismo tiempo
Colocar unas arandelitas de cartón para ponerlas entre los tornillos	0,75	Hacerlo y de inmediato hacer la operación siguiente uno a uno los tornillos "tamaño de lote 1"	Se unifico con la acción de atornillado
Probar si se puede instalar, (luego se las inserta en slots 0B y 1B, los negros, porque solamente se van a usar dos)	0,74		Actividad repetida con la de probar sin atornillar si encaja el ventilador
Comprobar que la tarjeta de tv ha quedado insertada a tope en toda la longitud de la ranura o conector PCI	0,45		Al momento de insertarla se deberá verificar que quedo bien echo
Extender la pasta térmica (CPU)	0,81		Absorbida por la actividad de esparcirla
Extender bien, dejando una película muy fina(ventilador)	0,98		Absorbida por la actividad de poner la pasta
Comprobar la alineación con el punto de atornillado a la caja(de la tarjeta grafica)	1,02		Se comprobará al momento de atornillar
Revisar que todos los cables están bien conectados	0,93		La comprobación se realizar al momento de conectar
Total de Actividades 17	**Tiempo Total Eliminado:**		**13,58**

Con la eliminación de las actividades que no agregan valor al proceso de ensamblaje y la fusión de algunas con otras actividades vinculadas, se ha realizado un análisis de todas las actividades restantes del proceso de ensamblaje del ordenador y que se contienen en el anexo G, con este análisis se ha generado un diagrama de flujo de proceso *"Propuesto"* en el que se ubican las actividades necesarias para el ensamblaje de computadores y para cada una de ellas se presenta una *recomendación de método*, que es la forma en como se debe realizar dicha actividad para cumplir con los principios de la economía de movimientos y consecuentemente desarrollarla de manera óptima. El diagrama de flujo de proceso propuesto se muestra en el anexo O, con la particularidad de que en el diagrama de flujo de proceso propuesto, se anotan los mismo tiempos medidos para las actividades en la manera tradicional de trabajar. En el siguiente capítulo se mostrarán las expectativas de lo que se espera conseguir con la aplicación de los principios de la economía de movimientos en el método propuesto en el diagrama del anexo O.

Para que las recomendaciones al método se cumplan se debe tomar algunas medidas como son: Capacitación al personal, definir ubicaciones especificas para las partes a ensamblar, diseñar el puesto de trabajo de tal manera que permita que se cumplan las recomendaciones del método entre los principales, estas condiciones se las describirá en el plan para la implantación del capítulo 5.

4.5 Desarrollo del mapeo de la cadena de valor del estado futuro.

Con todos los pasos anteriores desarrollados, en esta parte se procederá a diseñar el mapeo de la cadena de valores situación futura, para este menester se hará uso nuevamente del procedimiento escrito en el capítulo 2 en la sección pertinente al mapeo de la cadena de valores situación futura:

a) *Primero se debe de obtener el Takt time.*- Como se ha anotado el turno de trabajo esta contemplado en el horario de 9 a.m. a 6 p.m. con una hora de almuerzo, o sea 8 horas (480 minutos) laborables al día de tiempo disponible de trabajo y de acuerdo al promedio de ventas mensuales, la demanda diaria o por turno que tiene la empresa de ensambles es de 4 PC`s. Con estos dos datos se calcula que:

$$\textbf{Takt Time} = \frac{480}{4} = 120 \quad \begin{matrix}\textbf{minutos por} \\ \textbf{cada computador}\end{matrix}$$

Esto significa que deberá ser ensamblado un ordenador cada 120 minutos para satisfacer la demanda ***definida*** diaria del cliente.

b) *Se deben ubicar de manera precisa los cuellos de botella de las máquinas o estaciones de trabajo, además identificar estaciones de trabajo potenciales.*- El cuello de botella del proceso ya se lo

determinó en literales anteriores y es la estación de trabajo de *ensamble*, incluso se determinó su productividad. A continuación se muestra un diagrama que ayuda a visualizar mejor esta situación y además ver como los demás procesos se comportan desde un punto de vista comparativo:

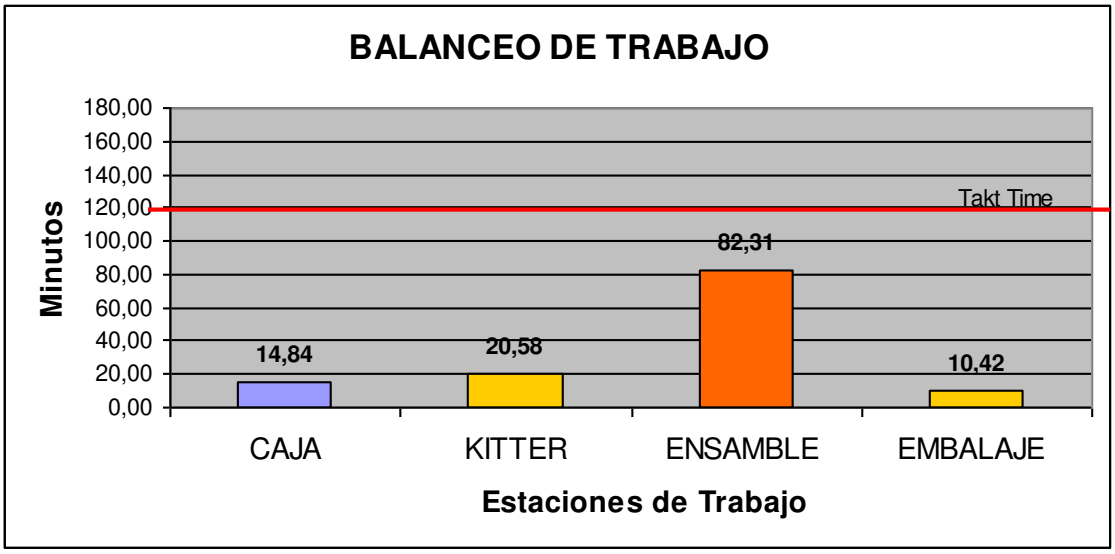


FIGURA 4.9
GRAFICA DE BALANCEO DE TRABAJO

En la figura 4.9 se muestra la duración de los ciclos de las estaciones *reales* de cada proceso, es importante hacer notar que el ciclo de ensamblaje es el que se muestra para el primer *par* de ensambles de esta estación ya que laboran dos técnicos, como se ha mencionado si un técnico empieza un ensamble el otro hará *nada* a menos que emprenda el ensamblaje de otro ordenador distinto, por lo que efectivamente para

producir un ensamble técnico requiere 164,62 minutos, pero paralelamente el otro técnico esta ensamblando un nuevo ordenador así, al cabo de 164,62 minutos se tendrán ensamblados no uno sino dos PCs (esto se explicó en la figura 4.7 y además se mencionó la función matemática a la que obedece), por esta razón el tiempo de ciclo que se utiliza en la gráfica de la figura 4.9 es el tiempo de ciclo dividido por "2" y el mismo razonamiento se aplica con el tiempo de ciclo de la estación de embalado.

Se puede ver que la tarea de tratar que el flujo sea continuo en la empresa es muy complejo siguiendo el actual esquema de trabajo y se deben revisar algunos aspectos entre las estaciones de trabajo ya que luce muy *desnivelada*, incluso con otro operador (como sucede en realidad) en la estación de ensamblaje ya que aún cuando la productividad es de 2 ensambles por 162,62 minutos, el *tiempo de ciclo del Kitter* es de 20,58 minutos y el de *embalaje* de 20,83 minutos cada dos embalajes. Acogiendo la información de la tabla 4.17 donde se seleccionan las técnicas apropiadas para la solución de los problemas del proceso y eliminación de desperdicios, el desbalance presente del proceso y la baja utilización del personal de algunas estaciones se soluciona con el diseño de una célula de manufactura, entrenamiento cruzado y propiciando el trabajo en equipo.

Primeramente se deberá disponer un área de trabajo que albergue físicamente las estaciones a unificar y así disponerlas de la mejor manera tal que se consiga la reducción de distancias, y tiempos de proceso. Como en nuestro caso no hay necesidad de seleccionar familias de productos ya que aunque se realizan computadores con diferentes características, el proceso es el mismo. Las estaciones a agrupar son las de Kitter, Ensamblaje y Embalaje ya que son los *procesos comunes de los productos* (además de caja, pero esta estación es administrativa y no interviene en el proceso de producción). De otro lado aunque la producción es dictada de acuerdo a las necesidades del cliente en el momento y cantidades que estos determinen, al interior de la empresa dichos requerimientos son traducidos por el departamento de ventas y no tiene porque cambiar, sin embargo en el desarrollo de las células de trabajo surge la expectativa de agrupar las estaciones de ventas y caja en una semi célula diseñada para que fluya de manera eficiente y continua algunas actividades especificas entre estas dos. En el anexo P se muestra un diagrama de la distribución física de la célula de manufactura.

En el anexo P se ve como se ha interconectado en un mismo espacio físico la bodega de partes (Kitter) y las actividades de embalaje además de la integración al proceso del técnico de servicio al cliente, ¿Pero como será la operación de la célula? A continuación se describe como se dará

la operación de los distintos procesos agrupados y como se conectarán dentro de la célula:

Kitter.- El Kitter dejará de ser una estación independiente y su operario pasará a ser parte de Ensamblado, aumentando así a tres los técnicos de ensamblaje (se deberá entrenar al actual Kitter en lo relacionado al ensamblaje de computadores y aprovechar sus conocimientos de partes y como hacer un kit para instruir a su vez a los actuales técnicos de ensamblaje), en la célula todos los técnicos serán quienes armen el kit correspondiente al ensamble que tengan que realizar basados en el requerimiento del cliente.

Para recibir los requerimientos del cliente existe un Terminal con una impresora, mismo que imprimirá la nota de pedido desde ventas con todas las especificaciones de cantidad y tipo de ensambles que el cliente necesita además de un plazo de entrega del pedido. Adicionalmente en circunstancias en que el Terminal no transmita la nota de pedido por alguna razón, se receptará vía telefónica la información técnica *provisional* para empezar con la producción y luego recibir electrónicamente la nota de pedido y la respectiva impresión de la misma.

La administración de inventarios recaerá en el jefe de bodega que recibirá los reportes generados desde la bodega de partes acerca del

stock existente con sus respectivos ingresos y egresos, para esto en el Terminal que se encuentra en un mesón de la bodega de partes (el mismo que imprime las notas de pedido) se podrán efectuar dichos informes. El control de salidas y entradas de partes a la bodega, se lo efectuará con el llenado de tarjetas kardex comunes y corrientes de los artículos en la bodega, conformada de 5 columnas con la información fecha de ingreso de la partes, una segunda columna con el ingreso en dicha fecha, la tercera columna con la fecha de los egresos, en la cuarta columna la cantidad egresada en dicha fecha y una columna final que muestra el saldo que queda de partes en la fecha del último egreso.

El manejo de los materiales se hará a través de un carrito metálico tipo supermercado, es decir se irá recogiendo según las especificaciones de la nota de pedido cada uno de los componentes del kit desde las perchas de la bodega de partes como se lo hace en un supermercado y desde allí hasta la estación de trabajo se depositarán las partes y se dejará el carrito para que quien lo requiera lo retire desde ese lugar, habrán dos carritos.

Ensamblaje.- La estación de ensamblaje como se ha anotado estará ahora constituida de tres técnicos, los ensambladores tendrán una mesa de trabajo (E1, E2, E3) en donde ubicarán de manera óptimo cada uno de los componentes del ordenador que se producirá y así optimizar los

movimientos tal como sugiere el diagrama de flujo de procesos *propuesto* del anexo G, la labor de depositar los elementos en su respectivo lugar sobre la mesa de trabajo esta a cargo del mismo técnico de ensamblaje.

Una vez que los técnicos terminen el ensamble que empezaron, con ayuda del carrito el operador de embalaje movilizará los ensambles terminados y debidamente ***etiquetados con el sello de garantía*** hasta la estación de embalaje, luego el técnico de ensamblaje deberá inmediatamente movilizarse a recoger otro kit para ensamblar si así lo amerita el volumen de computadores solicitados por el cliente.

De los tres técnicos de ensamblaje deberá nombrarse un coordinador que al momento de recibirse la nota de pedido realice la asignación de tareas a cada uno de sus compañeros y la suya mismo guardando la equidad de las tareas y distribuir la información técnica de los ensambles solicitados a cada técnico además de hacer conocer el plazo de entrega y otros aspectos importantes de la orden de pedido que se este produciendo. Finalmente será el vínculo entre el área técnica y ventas para establecer las prioridades entre notas de pedido y las capacidades de ensamblaje del área para así negociar con el cliente las fechas de entrega y otros aspectos técnicos.

Servicio técnico.- La estación de servicio técnico seguirá efectuando sus actividades de dar el soporte técnico al cliente y atendiendo los

reclamos de cualquier índole técnica que presente el cliente a propósito de los equipos comprados en la empresa o fuera de ella incluso (con el recargo económico pertinente en el segundo caso), sin embargo se ha integrado al área física de la célula de manufactura diseñada, asignándole una zona especifica, esto con el afán de que todas las actividades vinculadas con cuestiones técnicas de la empresa se aglutinen en una sola área dentro de la empresa, pese a que esta estación interviene o no en el proceso de ensamblaje y más bien pertenece a una unidad de negocio diferente.

Embalaje.- Esta estación se encargará de las labores exclusivas de embalaje de los computadores y el traslado de los paquetes a la bodega de transito de productos terminados de insumos desde donde se despacharán al cliente, además de reaprovisionarse de los insumos para el embalaje (cajas, cintas engomadas y demás) ya que se mantendrá un stock de insumos en la célula, es decir, *el manejo de materiales dentro y fuera de la célula de manufactura*.

Como las labores de esta estación de trabajo son exclusivas de embalaje el tiempo de ciclo solo contemplará las actividades de empaquetar los ensambles (embalarlos) y la participación de dos operadores en esta estación se vuelve innecesaria a pesar de que existe un aumento en la

productividad y que actualmente realizan actividades paralelas en la empresa.

El operador de embalaje deberá apoyar las actividades de movilización de las partes o ensamble de todos los puntos de trabajo dentro de la célula. Además se hace prácticamente innecesaria la participación del auxiliar de bodega en los procesos que se dan dentro de la célula.

Con el proceso de ensamblaje *propuesto* del anexo O el nuevo tiempo permitido de ensamblaje es de 142,74 (tiempo total del proceso genérico de ensamblaje *propuesto*, multiplicado por los factores de habilidad y esfuerzo y los NPDF) minutos y con la aplicación de las 5S en el puesto de trabajo para facilitar la aplicación de las sugerencias del método expresadas en el mismo anexo y que obedecen al estudio de movimiento basado en los principios de la economía de movimientos, se plantea como expectativa reducir en un 30% el tiempo de ensamblaje es decir, se estima que se tendrá un tiempo de ensamblaje de 99,92 minutos.

El tiempo que se toma el Kitter para armar un kit actualmente es de 15,11 minutos (sin contar los aspectos administrativos), con la aplicación de las 5S a la bodega de partes se espera que se reduzca en un 40% dicho tiempo, es decir, a 9,07 minutos y que los aspectos administrativos (Kardex) sea realizado como se ha anotado mediante la digitación de datos en el Terminal que contiene la hoja de Excel sencilla de las

existencias. Esta labor se espera que con un diseño simple y rápido de la hoja de actualización de datos, las labores administrativas inherentes a armar un kit se realicen en menos de 3 minutos es decir un a reducción del 45,16% respecto de los 5,47 minutos que actualmente le toman al Kitter las labores administrativas.

La estación de servicio técnico que se integra a el proceso pero que no realizará ninguna función nueva sino más bien absorber algo que se hace en embalaje es probar los ensambles con el cliente, actualmente esto le toma al personal de embalaje 20,83 minutos y se plantea que se eliminen estas pruebas de funcionamiento ya que son una actividad netamente *repetida* puesto que al momento de ensamblar los ordenadores se hace calidad en la fuente (según se plantea como técnica de mejora para el proceso) y el ensamblador deberá pegar un sello de calidad y garantía a los ensambles que realiza. Con lo apuntado, la labor de embalaje queda reducida a 6,10 minutos y con la aplicación de las 5S se espera se reduzca en un 30%, es decir, el tiempo quede estimado en 4,27 minutos.

Se ha considerado la reducción del 30% en los procesos donde se aplica las 5S ya que esta técnica asegura un margen de hasta el 50% de los desperdicios y tiempos, así que se ha establecido un margen semi conservador del 30% derivado del ordenamiento de las cosas y el fácil alcance de las herramientas y disciplina de la estandarización. Otro

aspecto es que todas las expectativas de reducción de tiempos están hechas sobre el tiempo *permitido* de las operaciones así que los tiempos que se estiman son también tiempos *permitidos* de las mismas.

Con lo hecho se tiene que la célula estará conformada por 4 personas que operan en actividades especificas en el proceso de ensamblaje y un operador extra (el de servicio técnico) que estará físicamente en un lugar que no interrumpe las actividades propias del ensamblaje dentro la célula y que adicionalmente no tiene participación en los procesos de la misma, se muestran en la tabla resumen 4.18, además se incluye una columna que muestra el tiempo de ciclo permitido de cada operación que realizan los operarios en la célula y finalmente el tiempo total permitido de ciclo de la célula que es el mismo del proceso ya que la célula contiene todas las actividades del proceso de producción de computadores hasta llegar al cliente. De otro lado el tamaño de lote de la producción de ensambles *no tiene que ser mayor que uno* sino más bien fluir de manera normal y que se opere uno a uno los ensambles a lo largo del proceso en la célula de trabajo diseñada, lo que se ha hecho es ubicar un área llamada “Buffer de kits” cuya función es servir como punto para que se coloque la carreta al momento de traer las partes:

TABLA 4.19
RESUMEN DEL DISEÑO DE LA CÉLULA

ACTIVIDAD	TIEMPO (min.)	# DE OPERARIOS
ENSAMBLAJE	99,92	1/ensamble, 3 técnicos total
ARMAR KIT	9,07	
KARDEX DE PARTES	5,47	
EMBALAJE	4,27	1
TIEMPO PERMITIDO DE CICLO	118,73	

A continuación se muestra la tabla 4.20 donde se hace un contraste entre la situación actual de operación de la empresa en sus distintas estaciones de trabajo y como se proyecta sea luego de la implantación de la célula de manufactura, respecto a su capacidad productiva y el tiempo de ciclo de cada una de ellas. A renglón seguido se presenta la figura 4.10, donde se detalla de manera gráfica lo contenido en la tabla 4.20:

TABLA 4.20

COMPARACIÓN ENTRE LA CAPACIDAD PRODUCTIVA Y TIEMPO DE CICLO ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLANTACIÓN DE LA CÉLULA DE

CAJA		KITTER		ENSAMBLE		EMBALAJE	
Actual	Proyectado	Actual	Proyectado	Actual	Proyectado	Actual	Proyectado
1 Operario	1 Operario	1 Operario	0 Operarios	2 Técnicos	3 Técnicos	2 Operarios	1 Operarios
Facturas (cap)	Facturas (cap)	Kit`s (cap)	Kit`s (cap)	Ensambles (cap)	Ensambles (cap)	Embalajes (cap)	Embalajes (cap)
32	46	23	0	6	13	46	112
TC (min)	TC (min)	TC (min)	TC (min)	TC (min)	TC (min)	TC (min)	TC (min)
14,84	10,39	20,58	0,00	82,31	38,15	10,42	4,27

MANUFACTURA

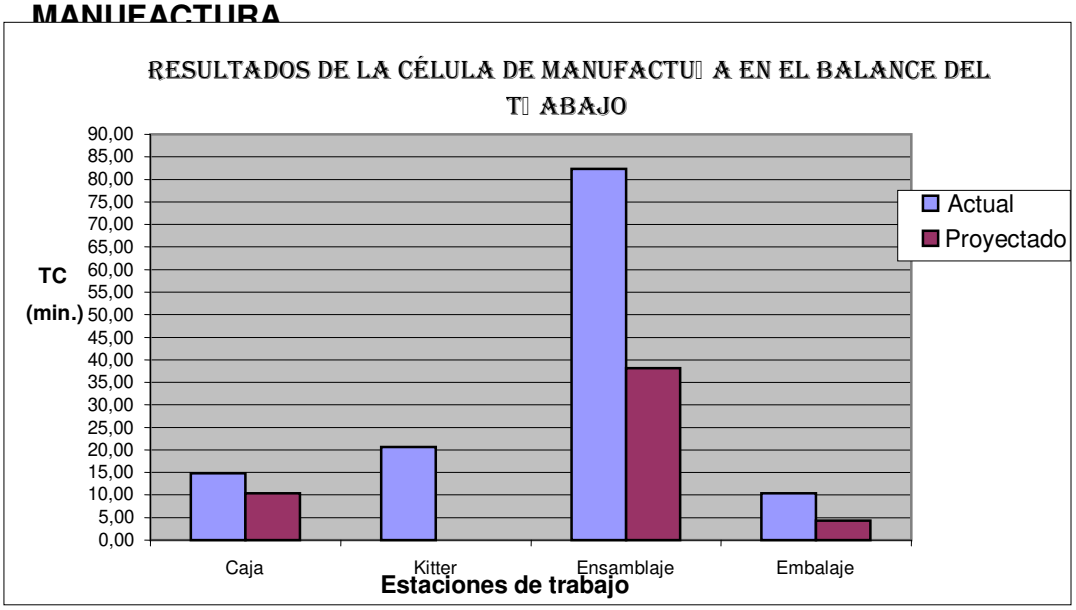


FIGURA 4.10
GRÁFICA DE COMPARACIÓN DEL TIEMPO DE CICLO ANTES Y DESPUÉS DE LA ALEACIÓN DE LA CÉLULA DE LA MANUFACTURA

Se señalará como un objetivo Kaizen la eliminación de la actividad de *"pruebas de funcionamiento"* cuya eliminación significaría un ahorro de 20,83 minutos del tiempo de ciclo de dicha estación. Como ya se ha explicado estas son pruebas repetidas puesto que el ensamblador las realizará al momento del ensamblaje como parte de la aplicación de la

técnica de *calidad en la fuente*, adicionalmente se ubica el icono de la estación de caja con la información correspondiente. Con lo hecho hasta el momento el diagrama del mapeo de la cadena de valor situación futura muestra el siguiente esquema:

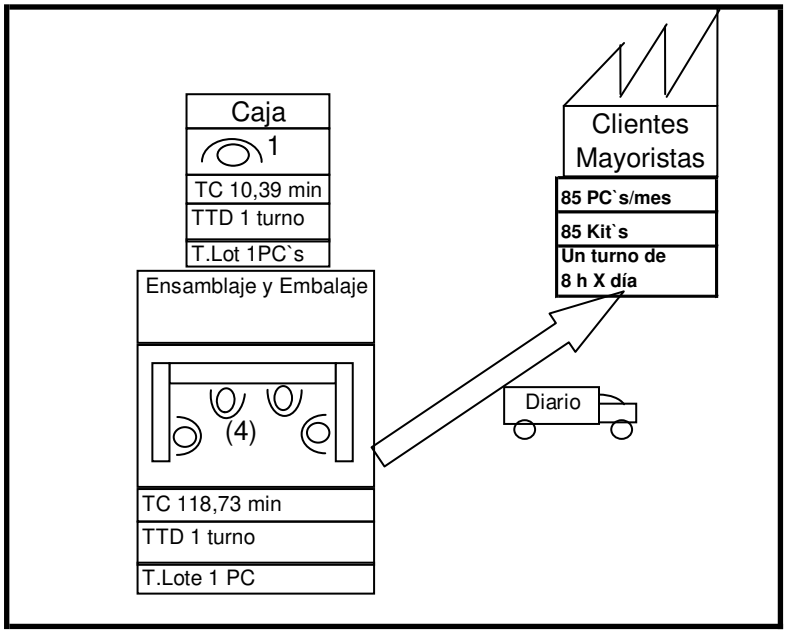


FIGURA4.11
INSERCIÓN DE ICONO, LA CÉLULA DE TRABAJO, CAJA Y CLIENTES

Resultados del diseño de la célula.- Con la aplicación de la célula al proceso integro de producción de computadores se han alcanzado las siguientes cuestiones:

1. Eliminación del Kitter.
2. Aumento de un operador más (ex Kitter) en el proceso de ensamble, aumentando su capacidad de producción (elevación del cuello de botella).
3. Eliminación de las barreras ínter departamentales.
4. Aumento de la utilización del personal.
5. Reducción del tamaño de lote “1”.
6. Disminución del tiempo de ciclo del proceso.
7. Reducción de movimientos y distancias de transportación.
8. Eliminación de inventarios de trabajo en proceso.
9. Disminución del personal, 1 operario de embalaje y del auxiliar de bodega.
10. Se mejoran las relaciones entre los operadores dando lugar a una mejor comunicación y aumenta la efectividad en la supervisión.
11. Se gana multifuncionalidad en los operadores.

Se había anotado que entre la caja y el departamento de ventas se podría trabajar en una semi célula o una célula propiamente dicha para un producto que sigue un proceso vinculado entre estas dos. Se trata del proceso de facturación, el mismo que lo realiza la cajera luego de recibir la nota de pedido que expide el vendedor y luego es transcribida a la factura en los términos que establece el vendedor con todo el proceso que ya se ha detallado. La idea es que la cajera no tenga que reescribir

la nota de pedido en el formato de la factura ya que es lo único que hace y comprobar la conformidad de los términos establecidos para luego realizar las labores rutinarias de cobro, es decir, lo óptimo es que el cliente se acerque a pagar con la factura en sus manos expedida desde el vendedor con su *sello personal* como responsable de la aprobación de los términos de la venta y la cajera solo proceda con el cobro de la misma y archivo de la documentación pertinente. A esta mejora es lo que se refería la semi célula planteada que más bien se vislumbra como la delegación de una función de caja a ventas. Esto no afecta las actividades del vendedor pues el cotiza y maneja los parámetros de precio al cliente así que expedir la nota de pedido a producción y paralelamente expedir la factura al cliente no genera ningún problema operativo ni conflictos financieros. Con esto se espera que la cajera reduzca su tiempo de ciclo en un 30% o sea pasar de 14,84 minutos a 10,39 minutos como se escribió en la tabla 4.20 y en el icono de caja en la figura 4.11.

c) *Determine en donde se aplicaría el KANBAN.*- Como se ha explicado la empresa trabaja bajo pedido, sin embargo es muy complicado generar supermercados en el proceso ya que como también se ha mencionado, lo que se ensamblan son computadores y por esto siguen prácticamente el mismo proceso cualquiera que sea el tipo de computador que pida el cliente, sin embargo el cliente no pide

necesariamente el mismo tipo de ensamble siempre y no siempre es el mismo cliente es decir, existe amplia combinaciones de partes que podría ensamblar el vendedor para ofrecer un equipo ajustado a los requerimientos del cliente y de esta manera se hace impredecible el producto que se valla a ensamblar y menos aún poder tener supermercados fijos para determinados computadores constituidos con partes especificas. Para esto se aplica las 5S en la bodega de partes y así armar de manera más rápida y eficiente los kits cualquiera sea el ensamble pedido.

A pesar que la política de compras obedece a cuestiones de *el mejor precio* y consumos mensuales derivados de reportes de ventas principalmente, un objetivo es rebajar el inventario mensual de partes a 15 días haciendo las previsiones de tiempo de entrega de los proveedores (varios en el mundo) que como ya se ha explicado es de dos meses, para esto se deberán hacer un mayor número de pedidos (el doble), como se muestra en la siguiente figura 4.12:

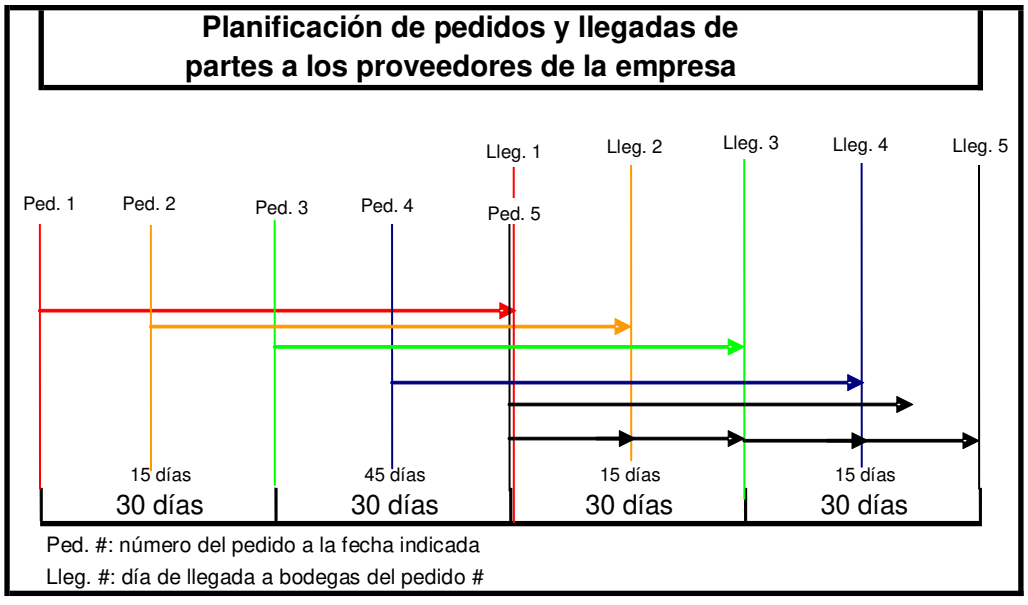


FIGURA 4.12
CRONOGRAMA DE PEDIDOS Y LLEGADAS A LOS PROVEEDORES DE PARTES

Con esto se logra tener menos inventario de partes en la empresa y más flexibilidad en los pedidos y cambios en la demanda de los clientes, lo que se plantea en esta parte es la aplicación de una técnica que ayude a que las compras a los proveedores se realiza de una manera más técnica que la actual. Para lograrlo se hará uso de un supermercado en el edén de recepción de las partes (en la bodega de partes) aún cuando los proveedores no reciban las tarjetas Kanban y menos aún produzcan al ritmo de ellas. Lo que se trata de hacer es que se adjunte una tarjeta Kanban de retiro por cada parte que se reciba para uso interno y enviar dichas tarjetas al departamento de ventas (en nuestro caso control de producción), además cuando se retire la parte del supermercado, cuando el departamento de compras efectué el pedido correspondiente al cliente, las tarjetas Kanban correspondientes deberán ser colocadas en las casillas del edén de recepción incluyendo en las tarjetas la fecha prevista para la llegada de dicha parte.

Es importante que el tratamiento de las tarjetas Kanban sea cuidadoso y de manera eficiente ya que existen dos consideraciones relacionadas con su uso y que se anotan a continuación:

1) Se usa una tarjeta Kanban para cada parte con sus respectivos componentes, por ejemplo, se expide una tarjeta Kanban para un case modelo XYZ y se sabe que el case XYZ esta constituido por su juego de tornillos, leds y demás accesorios que lo constituyan de manera particular.

2) De acuerdo a las negociaciones que emprenda el gerente de compras con el proveedor o las diligencias que cumpla con nuevos proveedores o alternativos, sobre precios, tiempos de entregas o productos sustitutos según la dinámica que le imprima a la labor logística, lo más seguro es que la tarjeta Kanban sufra cambios continuos, por ejemplo se necesita reponer 5 tarjetas Kanban correspondientes a 5 teclados de transparencia azul marca WWW pero al momento de hacer el pedido se encontró un proveedor que brinde un 10% menos en la venta de un teclado de similares características modelo ZZZ ya que tiene una promoción limitada por lanzamiento, en este caso ***compras*** se inclinará con un 100% de seguridad por efectuar la compra a este proveedor y quizás no en 5 unidades sino incluso un par más (aprovechando la rebaja de precios

por la promoción de lanzamiento), por lo tanto se recibirán más tarjetas Kanban que las que se entregaron y con especificaciones diferentes que corresponderán al producto sustituto. Esto significa que el Kanban se vuelve variable bajo ciertas circunstancias no relacionadas directamente con la demanda del cliente ya que incluso podría darse el caso que se entreguen menos Kanban que los que se recibieron ya sea por no encontrarse la parte en el mercado, que salio de existencia, se considere que se corre el riesgo de que se vuelva obsoleta para cuando llegue a la bodega (toda vez que la dinamia de la industria informática es hiperactiva, *en menor medida en nuestro país*) o que simplemente se decida no trabajar con ese tipo de equipos o partes en la empresa de acuerdo a decisiones gerenciales.

Para empezar la implantación de este criterio es conveniente definir tarjetas Kanban de las partes considerando el stock actual de un mes y en los próximos pedidos empezar a operar como indica la técnica. Para el diagrama del mapeo de la cadena de valores situación futura, se considera un Kanban correspondiente a ***43 Kits de partes para 43 computadores***, el 50% de lo que actualmente se pide para los *clientes mayoristas según lo considerado en nuestro caso de estudio*, pues recordemos que la empresa y particularmente el departamento de compras deberá considerar al cliente minorista y el mercado de partes al momento de generar los volúmenes de compras globales

(las compras para el cliente minorista y de partes tienen absoluta aplicabilidad con el sistema Kanban propuesto, *es más deben adoptarlo*). Con todo lo expuesto el bosquejo del mapeo de la cadena de valores situación futura hasta ahora, se muestra en la figura 4.13:

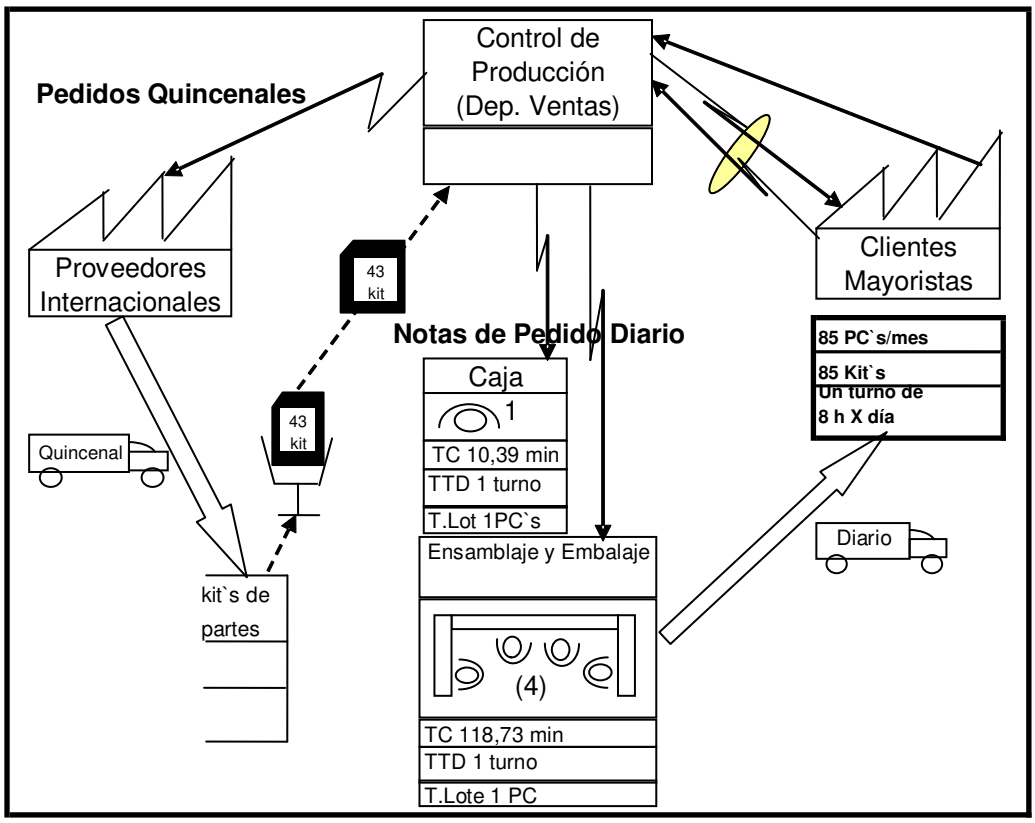


FIGURA 4.13
INSERCIÓN DE TARJETA KANBAN "INTERNO" DE RETIRO DE PARTES.

En la figura 4.13 se ponen las líneas de comunicación entre ventas y el cliente igual como se hizo en el mapa de la situación actual puesto que así se seguirá actuando ya que es una buena forma de recibir los requerimientos del cliente y generar las ventas. Otro objetivo respecto a las compras es que a pesar de que se adquieren las partes desde muchos proveedores, si se debe procurar de manera imperiosa que no exista una variedad tan grande de ***tipos de partes***, o sea, procurar de estandarizar los computadores lo más que se pueda por ejemplo tener solo tres tipos de discos duros de 40, 80 y 160 GB según se muevan los gustos y preferencias de los clientes, esto es muy difícil de conseguir en un alto porcentaje ya que el tener muchas alternativas para que el cliente arme su computador es su ventaja competitiva, sin embargo se planteará como un objetivo Kaizen reducir la variedad de partes en elementos específicos como los case, mouse y demás periféricos de salida que son de bajo impacto en el precio final del computador y por los cuales se podría mantener pocos tipos diferentes de modelos.

d) *Definir la manera en que se programará la producción.*- La actual forma de programación de la producción o mejor dicho el estilo de producción (bajo pedido) que tiene la empresa es el más apropiado para la industria a la que pertenece y por ende el cliente determina las cantidades a producir en un determinado momento y con sus especificaciones es la forma más *personalizada* de satisfacer los

requerimientos del cliente, en este esquema los vendedores son el único vínculo razonable y por ende no se alterará la forma de programación de la producción, o sea, se enviarán los pedidos tal como se lo explicó en el mapa de la situación actual pero esta vez será solamente una nota de pedido general a la celda de manufactura diseñada.

d) *Se debe determinar el nuevo tiempo de producción y tiempo de valor no agregado.*- Estos tiempos son ya conocidos, se los ha determinado a lo largo del desarrollo del mapeo de la situación futura, por esta razón lo que se hará es introducir las líneas de tiempo y ubicar los tiempos pertinentes.

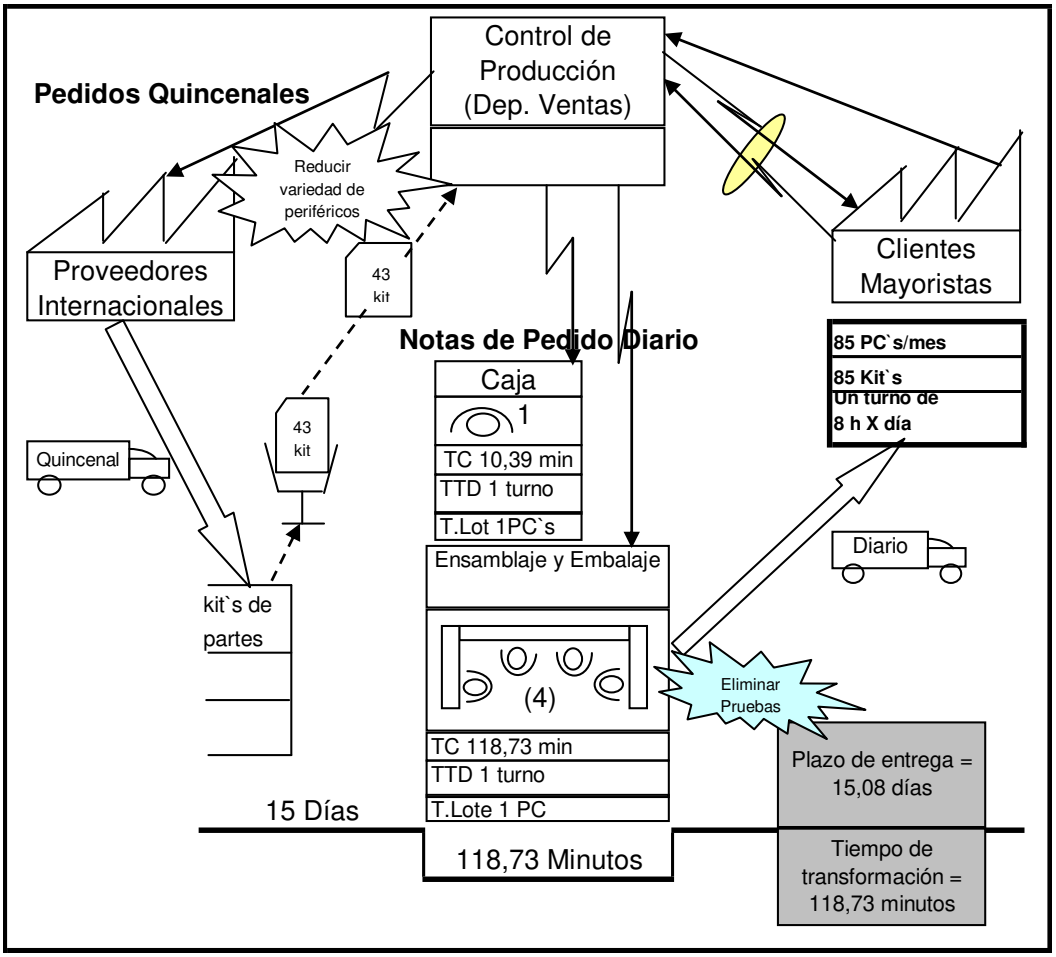
e) *Introducir otra información necesaria*.- Se dibujarán en el mapeo situación futura los iconos que representan los objetivos Kaizen definidos anteriormente y que son reducir a 10 minutos el tiempo de las pruebas de funcionamiento de los equipos en una primera fase y en una segunda fase eliminar esta actividad repetitiva pero de importancia relevante para la seguridad de la empresa.

Con estos tres últimos literales queda concluido el mapeo de la cadena de valor situación futura del caso que se ha estudiado en la presente tesis, a continuación se muestra la figura 4.14 que contiene el dibujo

completo del mapeo situación futura, adicionalmente en el anexo Q se amplia este bosquejo tal como se hiciese en el mapeo de la situación actual, es decir, con lápiz y hoja A3 tal como sugiere la técnica.

En la figura se escribe el tiempo de transformación y el tiempo de entrega al final de la línea de tiempo y se los ha calculado igual que en la situación actual.

FIGURA 4.14
INSERCIÓN DE LÍNEA DE TIEMPO, PROGRAMACIÓN Y OBJETIVOS KAIZEN



CAPITULO 5

5. EVALUACIÓN

5.1 Proyección de los indicadores.

La proyección de los indicadores consiste en ordenar en una tabla (tal como se hizo en la parte de medición de indicadores del capítulo 4) la estimación del valor de los indicadores definidos para este estudio, si se aplican las mejoras propuestas a la cadena logística del caso que se esta estudiando en la presente tesis. A continuación se enumeran los indicadores a proyectar y el desarrollo de su cálculo:

- Tiempo de Ciclo.
- Unidades Producidas (Productividad).
- Utilización del Personal.
- Plazo de Entrega.
- Tiempo de Valor Agregado.

Tiempo de Ciclo.- El tiempo de ciclo que se estima obtener luego de aplicadas las mejoras aplicadas al proceso, se anotó en el capítulo 4 en la tabla 4.18 donde se hace un desglose del tiempo de cada proceso de la célula y se obtiene el tiempo de ciclo de la célula que es el tiempo de ciclo del proceso de producción de ensambles. El tiempo permitido de ciclo que se proyecta obtener es de:

Tiempo Permitido de Ciclo Proyectado = 118,73 minutos

Unidades Producidas (Productividad).- La productividad de la línea de ensambles también es un indicador que se ha establecido para los propósitos de medición de las mejoras, este se lo obtendrá con el mismo mecanismo que se utilizó en la situación actual puesto que aun cuando se han dado mejoras técnicas y de capacidades con la implantación de la célula, es evidente que existen procesos que dirigen la producción por su capacidad y propiedades intrínsecas. A continuación se muestra la determinación de la capacidad de la célula:

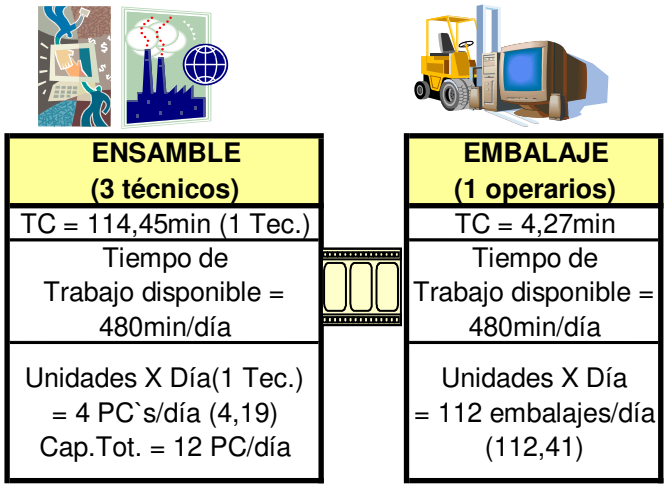


FIGURA 5.1
CAPACIDADES PRODUCTIVAS DE CADA PROCESO DE LA CÉLULA

Como se sabe la cajera es un proceso de apoyo y que no tienen injerencia en la producción de ensambles así que no se la añade al estudio de la productividad. Como se muestra en la figura 5.1 las capacidades productivas de los dos procesos de la célula tienen capacidades muy dispersas en la que resalta la de embalaje por su

altísima capacidad derivada de el tiempo muy corto que le toma embalar un ensamble, pero es el proceso de ensamblaje el que otra vez determina la productividad esta vez de la célula, ya que aún cuando los demás procesos tienen capacidades mucho mayores que el de ensamble, no podrán producir más de lo que les pasa el proceso de ensamblaje es decir ***12 ordenadores diarios*** que es la capacidad de la célula diseñada y por ende su productividad.

Utilización del Personal.- Este es un indicador que debe ser medido y sobretodo interpretado con mucha precaución ya que el diseño de la célula y la optimización de los procesos de las estaciones de trabajo iniciales ha derivado en el hecho de que las actividades específicas del proceso de ensamble sean más rápidas y con ello los operadores puedan realizar otras labores que no necesariamente están involucradas en el proceso de ensamblaje o que lo hacen de manera indirecta tal que no tienen un impacto directo en los procesos específicos sino en el desempeño global del trabajo o que se cumplan los tiempos y expectativas de la célula. Con la observación anotada, se procede a calcular la utilización del personal de la célula de la misma forma que se lo hizo en el capítulo 4 y a continuación se analiza los resultados que se obtienen de dichos cálculos desde la perspectiva de las observaciones efectuadas:

Como se ve la utilización del personal luce muy baja incluso respecto a lo que se daba en la situación actual, estos se debe a que los procesos se han optimizado y los tiempos que se tomaban para cumplirlos son menores y así el operador puede desarrollar más ciclos en el mismo tiempo disponible de trabajo y *con la misma demanda diaria*.

TABLA 5.1
CALCULO DE LA UTILIZACION DEL PERSONAL (DADO LA DEMANDA PROMEDIO DIARIA DE "4" UNIDADES)

CAJA (1 operario)	**ENSAMBLE (3 técnicos, sin contar el de servicio cliente)**	**EMBALAJE (1 operarios)**
TC = 10,39 min	TC = 114,45min (1 Tec.)	TC = 4,27min
Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día	Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día	Tiempo de Trabajo disponible = 480min/día
Capacidad= Facturas X Día = 46 facturas/día (46,19)	Unidades X Día(1 Tec.) = 4 PC`s/día (4,06) Cap.Tot. = 12 PC/día	Unidades X Día = 112 embalajes/día (112,41)
Utilización del personal = 8,70%	**Utilización del personal = 33,33%**	**Utilización del personal = 3,57%**

Los operadores tienen actividades paralelas a las de la célula de ensamblaje, en el caso del embalador que además se encarga del manejo de materiales dentro de la célula y fuera de ella cuando transporta los paquetes a la bodega de transito e insumos de la planta para los despachos al cliente de otro lado los técnicos de ensamblaje están dedicados a las actividades de armar los kits que luego ensamblarán y la administración de los inventarios de la bodega de

partes de la empresa con su respectivo mantenimiento y aplicación de las técnicas esbeltas aplicadas, por su parte la cajera tiene sus funciones que ya se las ha anotado, es decir, apoyo al departamento financiero y las actividades de cobro y pago de cuentas y facturas.

Plazo de Entrega.- El plazo de entrega es un indicador que ya se midió en el capítulo 4 en donde se explicó su función y las propiedades que lo convierten en un indicador importante para el proyecto de tesis que se desarrolla, su forma de calcularse no varia respecto a como se hizo en el capítulo 4 y precisamente se encuentra anotado en el mapeo de la cadena de valores situación futura de dicho capítulo en la sección 4.14. El tiempo o plazo de entrega se muestra a renglón seguido:

Plazo de entrega = 15,08 días

Tiempo de Valor Agregado.- El tiempo de valor agregado o tiempo de *transformación* del proceso es otro indicador que ha sido determinado en las etapas de elaboración del mapeo de la cadena de valor situación futura que se detalla en el capítulo 4, el tiempo de valor agregado es un dato que se encuentra al final de la línea de tiempo del mapa de la cadena de valor situación futura de la figura 4.14 del capítulo 4 y su valor se anota a continuación:

Tiempo de valor agregado = 118,73 minutos

Todos los indicadores que se han analizado y puesto su valor obedecen a las expectativas de mejora que se tienen en torno a la efectividad de la aplicación de las técnicas en los procesos que se han analizado. Un resumen de la proyección de los indicadores anotados se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 5.2
INDICADORES DE GESTIÓN PROYECTADOS DEL PROCESO

Indicador	Valor	Unidades
Tiempo de Valor Agregado	118,73	Minutos
Plazo de Entrega	15,08	Días
Tiempo Permitido de Ciclo	118,73	Minutos
Unidades Producidas (productividad)	12	PC`s/ Día
Utilización del Personal:		
Caja	8,70	Porcentaje
Ensamble	33,33	Porcentaje
Embalaje	3,57	Porcentaje

5.2 Diseño del plan de acción para la implementación.

En esta sección se establecerán las estrategias y metas que se buscan con la aplicación de las técnicas de mejora seleccionadas y que se plasmaron en la forma de mapeo de la cadena de valor situación futura del proceso de ensamblaje que se esta estudiando

en esta tesis, además se profundizará en aspectos técnicos de cómo se deberán aplicar algunas de las técnicas para que se alcancen los resultados esperados.

El plan de implementación se irá desarrollando a medida que avance por cada sección de la cadena de valores empezando desde la parte correspondiente a los proveedores hasta llegar a cliente, para generar un orden secuencial de la aplicación de las mejoras, además se irán determinando los aspectos particulares de mejora de cada sección. A continuación de desarrolla el plan de trabajo para la implementación:

Objetivo 1: Reducir la variedad de periféricos.

Medible: Periféricos revisados y definidos.

Contable: Gerente de compras y vendedores.

Recurso: Intelectual (planificación) y tiempo.

Inicio: 02/04/2007.

Fin: 02/06/2007.

Acciones:

1. Realización de reuniones semanales presididas por el gerente de compras e integradas por el staff de vendedores, preferentemente

los viernes o sábados y que no se extienda por más de 30 minutos.

2. Los vendedores deberán presentar análisis de los productos accesorios (periféricos) que prefiere el cliente a lo largo de los dos meses anteriores y el gerente de ventas presentará la contraparte de la oferta de periféricos y sus valores, al final de las reuniones se deberá generar un ABC de los periféricos y tratar de disminuir la variedad de marcas modelos o tipos de los productos catalogados como “C”.

3. Introducir de manera gradual las conclusiones de las reuniones semanales a las compras que se generan a lo largo del tiempo.

4. Estudiar este aspecto como un objetivo Kaizen y tratar de tener la menor cantidad de proveedores o que se provean la menor cantidad de partes de diferentes características, por ejemplo tener procesadores de 2.66, 2.8, 3.00 GB y que de cada uno se tengan las marcas Celeron, Pentium IV y Centrino. Estamos hablando de 9 ítems para tres tipos de partes que corresponden a un mismo elemento, un “Procesador”. La idea es ir reduciendo el stock no en cantidad sino en variedad, ya sea comprando mayoritariamente procesadores de 2.8 GB o mayores porcentajes de Pentium, todo dependiendo de los requerimientos del cliente y las expectativas

de las reuniones semanales de planificación de las compras que se den durante la transición.

La consecución de este objetivo halla gran apoyo en la implantación del sistema Kanban que se detalló en el capítulo 4 y que se desarrollará más adelante.

Objetivo 2: Implantación de la técnica 5S en la bodega de partes y áreas de trabajo de ensamblaje.

Medible: Técnica 5S revisadas, definidas y aplicado.

Contable: Experto contratado.

Recursos: US$ 2792,18.

Inicio: 09/07/2007.

Fin: 23/08/2007.

Acciones:

1) Ejecutar de manera integra el manual de implantación de 5S a la célula de manufactura, ver el anexo R y sus respectivos instructivos compuestos por los anexos S, T, U, V, W-A, W-B, X.

Objetivo 3: Implementación del sistema Kanban interno de partes.

Medible: Kanban revisado, definido y aplicado.

Contable: Operadores de la célula, Dep. de ventas y gerencia de compras.

Recursos: US$ 1848,50.

Inicio: 09/07/2007.

Fin: 10/08/2007.

Acciones:

1) Se debe propiciar una capacitación a los miembros del equipo de trabajo de la célula, sobre el sistema Kanban y la aplicación que tendrá en la empresa.

2) En el anexo Y se escribe un instructivo de cómo aplicar el Kanban a la empresa y la secuencia de instrucciones que se deberán concretar en los procesos implicados para el Kanban definido. Además se deberá revisar el anexo Z como parte de la secuencia de aplicación del anexo Y.

Objetivo 4: Adecuación del área física para la célula de manufactura.

Medible: Área física adecuada.

Contable: Maestros de obra, albañiles.

Recursos: US$ 3863,04.

Inicio: 02/04/2007

Fin: 09/04/2007.

Acciones:

1) Emprender una licitación para contratar un arquitecto o empresa constructora que ejecute la construcción de la nueva área de trabajo.
2) Presentar un presupuesto de gastos de la empresa para la construcción en cuestión.

3) Elegir los materiales de las paredes, pisos iluminación y demás.

4) El diseño de la construcción debe ajustarse a la distribución del anexo P.

5) Adquirir o enviar a confeccionar las mesas de trabajo según las especificaciones del anexo W-A y W-B, las mesas de embalaje y servicio técnico pueden ser como se muestra en la estética del anexo P en las dimensiones que el arquitecto recomiende por cuestiones de espacio y demás, sin dejar de lado aspectos ergonómicos.

6) El espacio librado por la construcción de la célula de manufactura en el piso 2 deberá ser sometido a análisis para determinar si se ocupa para las oficinas con su debida ampliación y dejar la planta baja con los cubículos de venta y posiblemente la bodega de productos terminados e insumos y la respectiva oficina de bodegas (cosa que parece la opción más técnica), sin embargo la

dirección deberá establecer si tiene proyectos alternativos para el espacio en cuestión o incluso una expansión no solo del actual giro del negocio son incluso la implementación de una nueva unidad estratégica de negocios en la empresa.

Objetivo 5: Implantación de la célula de manufactura.

Medible: Célula de manufactura trabajando.

Contable: Equipo de trabajo de la célula, dirección y experto.

Recursos: US$ 4286,50.

Inicio: 09/04/2007.

Fin: 09/07/2007.

Acciones:

1) Contratar un experto que asesore en la implantación de la célula de trabajo e imparta la capacitación pertinente al personal, en este punto se puede utilizar el mismo criterio de selección del experto (orientado a la manufactura celular) que se empleo en el anexo S, o en su defecto negociar con el mismo profesional para que su consultaría abarque este proyecto.

2) Capacitar al personal en la técnica de manufactura celular.

3) Realizar entrenamiento cruzado a todos los operadores de la célula siguiendo los siguientes puntos:

3.1) Como todos son técnicos (por ende todos saben ensamblar computadores, acepto el obrero de embalaje quien además no realizará labores de ensamblaje en la célula), se realizarán a lo mucho dos talleres de ensamblaje para aprender la metodología del proceso genérico de ensamblaje propuesto en el anexo O y como utilizar la mesa de trabajo marcada con siluetas como producto de la implantación de las 5S.

3.2) El actual empleado de la bodega de partes deberá convertirse en capacitador del funcionamiento de la bodega de partes, es decir, Kardex y aspectos técnicos de cómo armar un kit etc.

3.3) Los técnicos de ensamblaje deberán capacitar al actual operador de la bodega de partes en las técnicas particulares de ensamblaje de computadores *"todo esto basado en el proceso del anexo O"*.

3.4) El operador de embalaje será capacitador de sus compañeros en la metodología que emplea para embalar

los ordenadores y los técnicos deberán hacer talleres con este fin para aprender el oficio y estar dispuestos en cualquier momento a embalar sus propios ensambles que realicen.

3.5) En esta ocasión la capacitación del experto esta enfocada a dar elementos de enseñanza a los operadores que se capacitarán mutuamente en las funciones que actualmente realizan al resto de compañeros que desarrollaban actividades distintas o puntuales hasta ahora.

3.6) La distribución física de la célula debe ceñirse a la construcción de la nueva área para ensamblaje, misma que es la que se muestra en el anexo P.

3.7) Los técnicos y operador de embalaje de la célula tendrán un perfil definido, que se muestra en los perfiles del puesto del anexo AA.

Objetivo 6: Implementación de calidad en la fuente.

Medible: Técnicas revisadas, definidas y aplicadas.

Contable: Equipo de trabajo de la célula, experto.

Recursos: US$ 1713,50.

Inicio: 09/07/2007.

Fin: 10/08/2007.

Acciones:

1) Como parte de la capacitación de las técnicas 5S y manufactura celular el experto deberá impartir los fundamentos de la calidad en la fuente a los operadores de la célula.

2) Los técnicos de ensamblaje no podrán ejecutar la siguiente acción del proceso genérico de ensamblaje si antes no están seguros de que la acción anterior no esta realizada de manera satisfactoria.

3) Cuando se efectúa el paso de comprobar que son reconocidos todos los dispositivos (en el proceso genérico de ensamblaje) el técnico debe estar completamente seguro que esta actividad es totalmente verificada y cumplida de manera óptima.

4) Una vez determinado que cada paso en el proceso de ensamblaje y que los dispositivos funcionan de manera correcta, se pone el sello de conformidad del ensamble que es entregado al embalador para que efectúe el sus actividades respectivas.

Objetivo 7: Modelo del control de inventarios de la bodega de partes.

Medible: Definir algunas políticas de inventarios.

Contable: Técnicos de ensamble.

Recursos: Intelectual, Kardex y suministros de oficina.

Inicio: 09/04/2007.

Fin: Permanente, hasta que se le aplique un proceso de mejora.

Acciones:

1) Técnicos de ensamblaje deberán preparar y entregar la actualización mensual del inventario de la bodega de partes impresa y con los soportes correspondientes al ingreso y egreso de partes, a la dirección.

2) La directiva deberá programar un cronograma semestral de auditorias mensuales a la bodega de partes, quedando a su libre albedrío si las auditorias serán totales, parciales o aleatorias con un número de muestra específico o a su vez de artículos preestablecidos.

3) El programa de auditorias deberá ser publicado con antelación de un mes por lo menos.

4) Se podrán efectuar auditorias sorpresas a la bodega de partes cuando la dirección crea necesario.

5) Serán considerados soportes de los inventarios los siguientes documentos (los que se considere conveniente presentar según sea el caso):

   5.1) Notas de pedido.

   5.2) Actas de destrucción de partes.

   5.3) Actas de “baja” de partes (por obsolescencia, averías, etc).

   5.4) Copias de facturas solicitadas a caja.

   5.5) Notas de entrega de partes a bodega desde los proveedores.

   5.6) Tarjetas Kanban.

6) Los técnicos de ensamblaje llenarán las tarjetas de kardex de los artículos cada vez que sean retirados de la bodega y a final de mes deberán presentar el inventario mensual basados en la información de las tarjetas de kardex.

7) Los descuadres de inventarios en las auditorias, que no se encuentren debidamente sustentados con los soportes debidos, serán imputados a los técnicos de ensamblaje de manera exclusiva.

Objetivo 8: Aumentar las ventas totales (con la base de los 85 PC`s de los clientes mayoristas) en un 25% en 5 años.

Medible: Definir estrategias de ventas.

Contable: Agentes vendedores.

Recursos: Tiempo, intelectual, aumento del 2% de comisiones por ventas.

Inicio: 01/01/2008.

Fin: 01/01/2013.

Acciones:

1) Expandir el mercado fuera de las fronteras de la ciudad de Guayaquil y la provincia del Guayas a otras ciudades del país, empezando por las provincias aledañas y de la región costa.

2) Aumentar la fuerza de vendedores tipo asesores comerciales o impulsadores de puerta a puerta con los potenciales clientes dentro y fuera de la ciudad.

3) Aumentar las comisiones por ventas en 2 puntos porcentual por cada ordenador vendido, es decir, desde el 1% actual al 3%.

4) Establecer estrategias de marketing para captar más clientes de cualquier tipo (o sea, mayoristas o minoristas).

5) Revisar las ventajas del mercado con los proveedores con respecto a precios y formas de pago de las partes y así poder ofrecer combos, mayores plazos y simplemente un precio más bajo por los productos al cliente y así aumentar los volúmenes de ventas.

6) Potencializar la publicidad en los medios de prensa escrita y con volantes en las periferias del almacén.

7) Estudiar el tiempo máximo de garantía que se esta en condiciones de ofrecer con la finalidad de aumentar los tiempos de garantía de los equipos por lo menos en un 50% más del actual (un año).

8) Emprender un estudio de mercado orientado a descubrir aquellos servicios complementarios, nuevos productos y que tanto estos son apetecidos por los clientes por los cuales el cliente esta dispuesto a pagar y eventualmente preferir comprar en dicha empresa sus equipos de cómputo, además identificar los existentes y potenciales nichos de mercado.

9) Se espera aumentar el 5% de las ventas anualmente. Es decir que el primer año se aumentará un 5%, el segundo año 5% mas,

el tercer año 5% mas, el cuarto año otro 5% y finalmente el quinto año otro 5%, *todo en base a los 85 PCs* anuales mensuales actuales.

10) La proyección del incremento de las ventas se realiza con la base promedio de los clientes mayoristas, es decir que el 25% del incremento de las ventas toma como referencia los 85 ordenadores promedio mensual de los clientes mayoristas, sin embargo el cumplimiento de las metas de ventas se alimentará del exceso de las ventas a clientes minoristas, es decir, que si el promedio de ventas al cliente minorista es de 20 PC`s mensuales y desde que se aplican las estrategias de ventas se venden 25 PC`s, los 5 PC`s que están sobre el promedio mensual de ventas al cliente minorista, se lo añadirá como cumplimiento de las metas de ventas.

En el anexo AB, se muestra el cronograma de implementación de las técnicas de mejora planteadas y además se presenta el valor total que tiene que desembolsar la empresa por los servicios de un experto que apoye en la implementación de las técnicas de mejora, además se realiza un prorrateo de la inversión entre las técnicas de acuerdo al tiempo que toman cada una de ellas y así asignarles un valor por el experto contratado. En el anexo AB se incluye un tiempo

de dos meses de capacitación que representa un valor adicional a pagar al experto, luego del tiempo contemplado para la implementación de las técnicas de mejora, esta capacitación tratará sobre entrenamiento cruzado, trabajo en equipo y demás temas que ayudarán a reforzar las técnicas de mejora y el seguimiento respectivo al desarrollo del sistema implantado, estos dos meses de capacitación diversa se prorratean también pero en proporciones iguales para cada una de las técnicas implementadas

5.3 Comparación de indicadores y análisis de resultados.

Con las mediciones efectuadas en el capítulo 4 para los indicadores propuestos y las proyecciones realizadas al inicio del presenta capítulo, lo que resta es diseñar un mecanismo que muestre las mediciones del proceso y las proyecciones o expectativas que giran alrededor de él luego de las mejoras planteadas en este proyecto de tesis. Par realizar lo descrito, se procede a realizar una tabla que contiene por un lado las mediciones del proceso tradicional y por otro lado las expectativas luego de la implantación de las mejoras, la tabla 5.3 muestra lo anotado:

Con la presentación de la tabla comparativa de la medición de los indicadores en su manera tradicional de actuar y las expectativas que se pretenden conseguir una vez implementadas las mejoras de

la manufactura esbelta explicadas hasta aquí, lo que resta es hacer un balance general entre la situación tradicional y nuestras expectativas expresadas en la tabla 5.3, este análisis se desarrolla a renglón seguido.

TABLA 5.3
TABLA COMPARATIVA DE INDICADORES MEDIDOS EN LA FORMA TRADICIONAL Y LAS PROYECCIONES CON LAS MEJORAS DE LA MANUFACTURA ESBELTA

	Indicador	medidas en proceso tradicional	medidas proyectadas (expectativas de mejora)	Diferencia (minutos/%)	Porcentaje (%)	Interpretación
	Tiempo de Transformación (minutos)	206,03	118,73	-87,3	-42,37	Disminución
	Plazo de Entrega (días)	24,29	15,08	-9,21	-37,92	Disminución
	Tiempo Permitido de Ciclo (minutos)	438,54	118,73	-319,81	-72,93	Disminución
	Unidades Producidas (productividad PC`s/día)	6	12	6	100,00	Aumento
Utilización del Personal (%):	**Caja**	12,5	8,7	-3,8	-30,40	Disminución
	Ensamble	66,66	33,33	-33,33	-50,00	Disminución
	Embalaje	8,69	3,57	-5,12	-58,92	Disminución
	Kitter	17,39	Eliminado	Se sumo a la estación de ensamblaje		

Tiempo de Transformación.- Como se definió el tiempo de transformación o tiempo de valor agregado es un tiempo muy importante ya que es el tiempo que se emplea de manera exclusiva en las actividades importantes del proceso de transformación y por las que el cliente esta realmente dispuesto a pagar, y por ende cualquier mejora en este indicador tiene una incidencia directa en el tiempo y desempeño total del proceso global. De los resultados se ve que luego de la aplicación de las mejoras específicamente en el método de ensamblaje derivado del análisis de movimientos y la aplicación de las 5S`s en el puesto de trabajo, tiene una disminución de 87,3 minutos (1,46 horas) del tiempo total que se tomaba en actividades expresas de ensamblaje de un computador lo que en términos de porcentajes representa una disminución del 42,37% del tiempo que se tomaba el operador en las condiciones tradicionales (actuales de trabajo), con esto la empresa gana 1,46 horas *líquidas* en su proceso de ensamblaje y como parte de tiempo de respuesta incluso, ya que el vendedor podrá ofrecer un mejor tiempo de respuesta a los clientes (1,46 horas menos de lo que ofrece hasta la actualidad) teniendo la seguridad de que se cubrirán *todas las expectativas* del cliente respecto al ensamblaje de su ordenador e impactando de forma directa al tiempo de ciclo de la célula de manufactura además.

Como conclusión del análisis de este indicador se deriva el echo de que la aplicación de las mejoras obtenidas a través del análisis de movimientos y las 5S`s se espera que este indicador experimente un mejoría de casi la mitad, es decir un 42,37% lo que refleja la importancia de la correcta aplicación de las técnicas esbeltas en el proceso productivo medular (ensamblaje) de la empresa.

Plazo de Entrega.- El plazo de entrega es otro indicador que se ha definido y como se observa, se espera que con la aplicación de la reducción del tiempo de inventarios y consecuentemente el tamaño de estos en la bodega de partes además de las mejoras en el proceso de producción de ensamble con la aplicación de las demás técnicas de la manufactura esbelta propuestas, el plazo de entrega disminuya en 9,21 días que representa una disminución del 37,92% con respecto al plazo de entrega que tiene la empresa bajo las condiciones tradicionales de operación. Lo que implica que la empresa estará en condiciones de ofrecer un producto a sus clientes con el 37,92% menos del tiempo que lo hacia, es decir a ganado confiabilidad o capacidad de respuesta sin contar los beneficios alcanzados con la reducción del inventario de partes en materia de espacio y orden además. Como se había mencionado en el capítulo 2 al momento de definir este indicador, esta es una medida muy importante ya que tiene que ver directamente con las relaciones con el cliente y la imagen que proyecta la empresa de un servicio rápido y

eficiente, brindando mayor *confiabilidad* precisamente al cliente y ganando su lealtad eventualmente.

Tiempo de Ciclo.- El tiempo de ciclo o *tiempo permitido de ciclo* por como se lo obtuvo en este estudio, es un indicador de relevante importancia para cualquier proceso y el nuestro no es la excepción, los resultados que muestra la tabla 5.3 son contundentes en lo que tiene que ver a la mejora en el tiempo que transcurre desde que se empieza el proceso de ensamblaje del primer ordenador hasta que pasa por todas las estaciones de trabajo y es puesto a disposición del cliente, se ve que ha existido una disminución de 319,81 minutos (5,33 horas) respecto al tiempo de ciclo bajo las condiciones tradicionales o actuales de operación , lo que representa una mejoría del 72,69% en el tiempo de ciclo. Este resultado tiene algunas implicaciones entre las que destacan las siguientes:

1. Definitivamente, que para producir el primer ensamble este tomará un 72,93% menos de tiempo, del que se tomaba en las actuales condiciones desde que el cliente pone el pedido hasta que es elaborado totalmente en todo el proceso o la célula de manufactura.

2. El tiempo de ciclo tiene un impacto directo en la productividad diaria de la empresa, por lo que la capacidad de la empresa se elevará.

3. Una disminución de un porcentaje tan significativo indica que se ha logrado convertir al proceso en uno más eficiente y que elimina el desperdicio de actividades que no agregan valor.

4. Con la disminución del tiempo de ciclo, se eleva la productividad como se mencionó, esto es consecuencia de que los operadores podrán realizar más ciclos en un mismo tiempo disponible de trabajo.

Unidades Producidas.- El indicador de productividad(unidades producidas) como se mencionó en el análisis del tiempo de ciclo, se eleva sustancialmente como consecuencia de que los operadores realizaran más ciclos productivos en el mismo tiempo disponible de trabajo, sin embargo el aumento de este indicador, dadas las mejoras implantadas, esta proyectado en porcentajes dramáticos puesto que se estima que luego de la implementación de las mejoras la capacidad productiva, la empresa elevará su margen, es decir, un aumento en la capacidad productiva del 100%. El aumento del 100% de la capacidad productiva implica que la empresa deberá diversificar aún más su cartera de clientes para no subutilizar la capacidad productiva proyectada o a mediano plazo tomar la decisión de prestar servicios de maquila en materia de ensamblaje de computadores y servicio técnico a otras empresas, expandir el

alcance de su proceso de ensamblaje o reducir la capacidad alcanzada hasta acoplarla a sus niveles de demanda con un ajuste simple *"prescindir del operario introducido"* y quedarse con dos técnicos.

De otro lado el aumento de la capacidad productiva de la célula de manufactura debe ser tratado con el cuidado de no querer producir para stock (es poco práctico por la naturaleza de los productos *bajo pedido*), sin embargo es una tendencia de los directivos ante este tipo de situaciones.

En conclusión del resultado arrojado por el indicador de unidades producidas se puede inferir que pese al aumento de un operador más en el proceso de ensamblaje bajo las condiciones tradicionales de trabajo hubiese representado un aumento de 3 ensambles sin embargo con las mejoras esbeltas se ha logrado el equivalente a no uno sino dos operarios más en el proceso.

Utilización del Personal.- Este es un indicador que merece mucha atención en el análisis ya que existen algunas implicaciones importantes que se deben tomar en cuenta a saber:

1. La disminución del tiempo de ciclo ha generado que los operarios puedan *técnicamente* efectuar más ciclos productivos en el mismo tiempo de trabajo disponible.

2. El tiempo de ciclo es un indicador medular que genera que la empresa incremente su capacidad productiva evidentemente y con esto se estará en capacidad de producir más unidades al día, sin embargo la demanda promedio diaria sigue siendo la misma, esto trae con sigo el echo de que *teóricamente* los operadores tengan más tiempo disponible del nominal, es decir, se genera una subutilización del personal como producto de la optimización del proceso y más aún con el aumento de un operador en *ensamblaje*, sin embargo los operarios dentro de la célula de trabajo tienen más funciones derivadas de su entrenamiento cruzado, multifuncionalidad y el mismo mantenimiento del sistema.

3. Al momento de analizar la utilización del personal hay que además de considerar la multifuncionalidad y todos los aspectos anotados en el numeral anterior, hay que considerar un factor de trascendental importancia y es el echo de que al inicio del estudio se escogió un sector de la clientela de la empresa (el cliente mayorista) y de este se obtuvieron la demanda promedio mensual y diaria y otros elementos útiles para el análisis que se ha desarrollado, sin embargo esta presente el cliente minorista (aquel que hace pedidos individuales de menos de 5 ordenadores) y que evidentemente es servido por los mismos

procesos de la célula de manufactura. De lo anotado se infiere el echo de que los operarios tendrán que satisfacer en la practica a un universo de clientes y ensambles que es evidentemente mayor y en este caso se requerirá el uso de capacidades adicionales de producción y utilización del personal puntualmente, en dependencia de las cantidades de computadores que soliciten en suma los clientes minoristas, esto evidentemente alterará las cifras obtenidas de algunos de los indicadores analizados y en el caso particular de la utilización del personal, este indicador es directamente proporcional al número de ensambles que se realicen en un día. Por lo tanto una disminución en el valor del indicador de la utilización del personal no es necesariamente sinónimo de que ahora se haga un menor uso de los operadores en las actividades productivas durante su jornada de trabajo, sino más bien es una previsión para la demanda agregada (suma de la demanda del cliente minorista y mayorista), adicionalmente que ahora los operadores tienen contempladas actividades que no son de transformación necesariamente y que por ende no se consideran en la fórmula para el calculo del indicador pero que el operador desarrolla dentro de la célula y que forman parte de su trabajo diario, como el caso de la realización y administración del inventario de la

bodega de partes por parte de los técnicos de ensamblaje o el manejo de materiales que realiza el embalador.

Con los elementos de juicio expuestos, el análisis de las estaciones que componen el proceso de ensamblaje que cobija la célula de manufactura es el siguiente:

CAJA.- La caja ha experimentado una disminución del 3,8% en la utilización de la cajera lo que representa un 30,40% respecto a la utilización actual de dicha operadora, esto es producto de la reestructuración de las actividades que desarrolla la cajera, como se mencionó este porcentaje de utilización contempla únicamente las actividades que desarrolla como parte del proceso que da como resultado la venta de un equipo y su ensamble y no se incluyen los elementos que se reflejan en las actividades de pago a proveedores, trabajadores, manejo de nomina y demás que no intervienen en el proceso productivo. Por lo expuesto una disminución del porcentaje de utilización de esta operaria es motivo para que se invierta más de su tiempo en mejorar la calidad de trato al cliente, toda vez que la presencia de una cajera es importante y la eliminación de esta estación no es factible para términos de balancear el trabajo y más bien se podría pensar en contratar una cajera con un perfil enfocado a las tareas y algunas actitudes elementales de tal forma que se busque el

ahorro vía remuneración en este puesto de trabajo. En conclusión se califica como un logro positivo la disminución del porcentaje de utilización de la cajera.

Ensamblaje.- La utilización de los técnicos de ensamblaje se ha medido con el resultado de que luego de la implementación de las mejoras planteadas esta estación reducirá la utilización de su personal en 33,33% que representa un 50,00% de disminución de la utilización actual que se da al personal, Esto es considerado positivo ya que en el esquema de trabajo sugerido, los técnicos de ensamblaje tendrán funciones extras a las del proceso puntual de ensamblaje, sino que además serán responsables de la elaboración de inventarios, ordenamiento de bodegas y sus competencias con el cliente minorista y de *partes*, sin embargo la demanda de los clientes podría no ser tan creciente en cualquiera de los clientes (minorista y mayorista) o mantenerse estable y en el peor de los casos ser decreciente, lo que generaría que la empresa cuente en esta estación con una capacidad subutilizada. Por lo tanto hay que tener en cuenta un estudio del desempeño de la demanda de computadores de la empresa y en un futuro más o menos largo prescindir de uno de los tres técnicos de ensamblaje, sin embargo por lo pronto en las condiciones planteadas de trabajo es un buen balance el número de 3 técnicos de ensamblaje

y además presta la holgura por expansión muy necesaria en el *cuello de botella.*

Embalaje.- Este es el operario que ha arrojado el resultado más dramático y es una disminución de 58,92% entre mediciones y un 69,64% respecto a la utilización en el esquema tradicional de operación, pero en tiempos esto representa un 3,57% de utilización diario según la demanda diaria del cliente mayorista y aún cuando es el encargado del manejo de materiales dentro y fuera de la célula (en el ultimo caso para las partes que entran y los ensambles que salen de la célula). Todo esto quiere decir que el operador de embalaje es un operador que realiza sus tareas de manera muchísimo más ágilmente que los demás procesos de la célula, una alternativa es hacer que los técnicos de ensamblaje realicen ellos mismo el embalaje de sus equipos y así eliminar este operador y con esto aumentar su porcentaje de utilización aún más, pero ya se ha hablado de las responsabilidades extras de estos técnicos y de su orientación a los dos clientes de la empresa, este echo complicaría en el mediano y largo plazo probablemente el cumplimiento de los pedidos de los clientes. Además el manejo de materiales es una labor importante y el ordenamiento del área de trabajo, por estas razones la disminución y mejor dicho la justificación de la presencia de este operario en la célula se interpretan para el primer caso como un echo importante ya que el operario al

estar menos solicitado en las labores diarias podrá ser apoyo para otras áreas, sin embargo el porcentaje de utilización es extremadamente bajo y aún cuando sea utilizado en labores extras seria un real desperdicio de personal y en el segundo postulado la justificación de su permanencia en la célula se justifica con el echo de que este pasará a ser un operario de la bodega de productos terminados e insumos que vendrá a la célula a realizar las labores de manejo de materiales y embalaje de manera temporizada, es decir, efectuando recorridos en la célula cada 40 minutos y por el tiempo necesario para terminar sus tareas y de ese instante y de inmediato reintegrarse a las labores que se le asignen en la bodega de productos terminados e insumos (se deberá estudiar la posibilidad de prescindir de un operario en la bodega de productos terminados e insumos según las cargas de trabajo y la inclusión del embalador a las actividades de esta estación en laxos puntuales de tiempo).

Kitter.- El Kitter es una estación que se ha eliminado y que se propone ser absorbida por los técnicos de ensamblaje bajo en nuevo diseño de trabajo en manufactura celular, este empleado es pasado a ensamblaje donde su aportación constituye un aumento de productividad de la empresa cosa que no hace al desempeñar las funciones del Kitter. Cuando se midió su utilización en la manera tradicional de trabajar de la empresa, este operador no generaba valor agregado y de manera

textual su utilización era ***inútil***. Por lo tanto su eliminación del proceso de ensamblaje en la manufactura es una cuestión catalogada como acertado.

5.4 Análisis de costo – beneficio.

Como parte de la evaluación de los resultados que se estiman alcanzar con la aplicación de las técnicas de mejora sugeridas, se prepara un flujo de caja que permitirá visualizar los beneficios (expresados como la utilidad) que traerá consigo la adopción de las técnicas esbeltas sugeridas e incluso la factibilidad que este proyecto presenta en su implementación, para esto se calcula paralelamente el VAN (valor actual neto) y la TIR (tasa interna de retorno) del proyecto. La preparación del flujo de caja contiene los siguientes fundamentos:

1. Se considera que para la implementación de las técnicas de mejora propuestas, la empresa deberá solicitar un crédito bancario por el monto total de la inversión que amerita el plan de mejora propuesto. En los anexos AC, AD, AE se presentan los costos incurridos para lograr la implementación de la célula de manufactura, 5S`s y sistema Kanban respectivamente.
2. Se considera que el monto del crédito se convendrá en un crédito bancario a 5 años plazo con una tasa de interés activa del 14%.

3. Para el análisis se considera el precio de venta de un computador promedio con el valor de 720 dólares americanos, en la tabla siguiente se presentan las características del ordenador promedio y se anota una *tasa de esperada de corte del 20%*.

TABLA 5.4
CARACTERÍSTICAS Y PRECIO DEL PC PROMEDIO Y SUELDOS DE LOS OPERADORES DE LA CÉLULA DE MANUFACTURA

Características del Equipo Promedio	Precio de venta (más IVA)
Intel Pentium 4 de 2.8 Ghz	**$ 720,00**
Mainboard Intel	
Memoria Ram 512 Mb	
Monitor 17" SVGA	
Disco duro 80Gb	
DVD - Writter	
Parlantes	
Mouse óptico	
Teclado multimedia	
Web Cam	
Regulador de Voltaje	
Impresora multifunción Lexmark 1270	
Sueldo de técnicos de ensamblaje	$ 300,00
Sueldo de embalador y serv. Al cliente	$ 180,00

4. Para este análisis se hace uso de una tabla que representa como se espera sea la evolución del cumplimiento del objetivo de aumento de las ventas de la empresa como consecuencia de una

estrategia encaminada a este menester respaldada en el aumento de la productividad de la empresa. En el anexo AF-A y AF-B se muestra una tabla con la proyección de las ventas y el grafico de traduce lo primero respectivamente.

5. Para la elaboración del flujo de caja se ha utilizado *únicamente* el incremento en los ingresos de la empresa que se producen como resultado del aumento de las ventas proyectadas ya que se trata de ver como estos nuevos ingresos compensan las inversiones que requieren y así evitar distorsiones que se podrían derivar por el echo de que los ingresos actuales (sin las mejoras propuestas) maquillen eventuales inefectividades de las técnicas.

6. En la elaboración del flujo de caja no se prorratean los costos directos, administrativos, fijos y demás en que incurre la empresa por la venta de un computador, sino más bien se anota el porcentaje de ganancia que la empresa calcula como promedio en la venta de los mismos y que es igual al 13% del precio de venta de un computador libre de impuestos (el IVA es recargado al cliente).

7. En el flujo de caja se incluye el valor ***económico*** de la eliminación del operario de embalaje y la inclusión referente al porcentaje que

se utiliza del técnico de servicio al cliente en la célula de trabajo (considerando que efectúa un 100% de inspección).

8. En el flujo de caja se incluye el valor a pagar por comisiones sobre los ordenadores vendidos según lo establecido.

9. En el anexo AG, se muestra el cálculo de la tabla de amortización del préstamo bancario con que se plantea financiar el esquema de mejoramiento de la cadena logística de la empresa, información que será puesta respectivamente en el flujo de caja, o sea, los valores por intereses generados en el periodo determinado y la amortización así como el valor total del dinero prestado.

10. Finalmente se descuenta el valor referente a lo que sería el impuesto a la renta generado por el ejercicio anual y sumado a ello se carga el valor correspondiente a la participación de trabajadores, dando un recargo del 36,25% de carga impositiva a las utilidades operativas de la empresa, así luego de estas operaciones se tendrá la utilidad operativa después de impuestos.

El flujo de caja al que se hace mención para el análisis de costo beneficio y del cual se han expuesto los elementos del cual esta constituido y la razón de algunas inclusiones económicas y no precisamente contables, se muestra en el anexo AH-A mientras que en

anexo AH-B se adjunta un análisis de sensibilidad en donde se muestra la cantidad de ordenadores que debe la empresa vender como mínimo para obtener un VAN igual a cero, lo que significa un nivel de ventas para el cual la empresa no tiene ni perdidas ni ganancias.

Del flujo de caja elaborado se desprenden el echo de que los costos de inversión por la implementación de las acciones de mejora se ven cubiertos a los 3,6 años de operación con lo que el proyecto se vuelve factible, para comprobar lo escrito se hace uso del calculo del valor actual neto (VAN) que por criterios financiero al ser ***positivo*** (27041) da como consecuencia que el proyecto es viable, para reforzar el hecho de que el proyecto es certero se complementa el análisis con el cálculo de la tasa interna de retorno (TIR) o la tasa de descuento como se le denomina también que es igual al 51,52%, valor que supera al 14% (en 38,52 puntos porcentuales) que es la tasa activa referencial por el costo del dinero invertido en el proyecto lo que concluye que los valores invertidos en la implementación de las mejoras es ***viable***.

CAPITULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES:

En este punto de la realización del presente estudio que se encuentra concluido, se presenta la posibilidad de esgrimir algunas conclusiones mismas que presentarán un balance general acerca del recorrido que significó el desarrollo de este trabajo y los resultados que se obtuvieron en el mismo:

1. El desarrollo del mapeo de la cadena de valores situación actual, mostró una radiografía bastante interesante del estado actual de la empresa y se convirtió en una herramienta importantísima para la detección y análisis de los problemas y desperdicios que se generaban causa de ellos. Esta técnica permitió desarrollar la metodología que aplicada al proceso de ensamble de PC`s logró mejorarlo y hacerlo más productivo.

2. El diseño de una célula de manufactura que congregue a todos los procesos que intervienen en la producción de ensambles, produjo muchos beneficios entre los que destacan la disminución de personal, reducción sustancial del tiempo de ciclo, mejora del 100% de la capacidad productiva y la liberación de espacio en la empresa 50% del piso número 2, además de factores intangibles como la comunicación, multifuncionalidad y demás.

3. La implantación de las 5S`s origina orden y limpieza en el interior de la célula además de una cultura de mantenimiento autónomo y apoya fuertemente a la mejora de los indicadores analizados en esta tesis.

4. El diseño de un sistema kanban ajustado a la dinámica de los procesos de la empresa ayudará a reducir los inventarios de partes y eventualmente el espacio destinado para la bodega de las mismas y a optimizar los pedidos y calidad del stock de las mismas.

5. El análisis de movimientos e implantación de una metodología de trabajo fundamentada en los principios de la economía de movimientos que con la organización derivada de las 5S`s en el lugar de trabajo generará un ahorro sustancial de tiempo en el proceso.

6. En la bodega de partes la metodología 5S`s prevé que se ahorren un 40% de tiempo en las labores de búsqueda y armar el kit.

7. En lo relacionado con el operador de embalaje se espera que la aplicación del orden y organización del área de trabajo traigan con sigo un ahorro de tiempo en las actividades.

8. La aplicación de las mejoras ha hecho que los tiempos vinculados con el cliente es decir, plazo de entrega y los tiempos empleados en actividades que le agregan valor al producto sean transparentados y más puros, es decir, se ha depurado las actividades de los procesos tratando que queden en lo posible aquellas de valor agregado.

9. Todo esto demuestra que la aplicación de las mejoras de la manufactura esbelta han logrado que se cumpla el objetivo central de este estudio *"Mejorar el proceso productivo de ensamble de PC`s, implementando una metodología basada en el mapeo de la cadena de valor"*, lo que se demuestra en todo los beneficios obtenidos en el proceso, utilización del personal y la capacidad de emprender estrategias para duplicar el volumen de ventas (gracias a el aumento de la capacidad productiva) y finalmente beneficios monetarios reales para la empresa.

10. De lo anterior se concluye que la adopción de la metodología planteada es de aplicación práctica y que su implementación efectivamente produce la mejoría de los procesos productivos (de ensamblaje, por el caso estudiado).

11. El proyecto de implementación de las mejoras es ***factible*** tal como lo muestran los valores calculados para el VAN y la TIR que son valores positivos para el primer caso y una TIR mayor que la tasa activa referencial del valor del dinero para la implementación.

12. La empresa esta en capacidad de plantear una tasa de corte del 20% para su gestión debido a el efecto de las mejoras aplicadas.

RECOMENDACIONES:

La implementación de las mejoras en los procesos y aplicación de técnicas de manufactura esbelta han logrado que se consigan las metas planteadas para el efecto, sin embargo es importante hacer notar algunas recomendaciones de efecto global en el sistema esbelto planteado:

1. El rol de la dirección en todos los procesos de mejora y la aplicación de las técnicas de la manufactura esbelta deberá ser determinante y decidido en todos los aspectos, desde las tareas de control y evaluación del sistema hasta el soporte moral e ideológico y la asignación de recursos para el manteniendo y consecución de los objetivos.

2. Se debe hacer una conciencia general y plena en todos los miembros de la célula de manufactura sobre la importancia de la aplicación de

las técnicas y mejoras implementadas ya que son un beneficio para la empresa y para ellos mismo, esta actitud positiva y compromiso con las metodologías sugeridas debe ser un germen que contamine paulatinamente a todos los miembros de la empresa y así generar la cultura que necesita la empresa para mantener dichos procesos y metodologías.

3. Se recomienda que el entrenamiento cruzado se de de manera constante ya que las tecnologías computacionales son muy variantes y se necesita que los operadores estén capacitado a todo momento para desempeñar las funciones más diversas dentro de la célula de manufactura.

4. Es importante que los operadores aprovechen la capacitación del experto en todo sentido y que se nombren lideres de capacitación interna para que en el mediano o largo plazo sean ellos quienes lideren los procesos de mejora continua en el resto de áreas y actividades de la empresa, esto ahorraría recursos monetarios por contratación externa y haría de paso la aplicación de las mejoras más enfocada a las realidades cotidianas de operación de la empresa (en menos tiempo).

5. Se recomienda que el soporte a la aplicación de las técnicas y metodologías implementadas sea constante y mesurado con respecto

a la consecución de los resultados en el mediano plazo, pues es un error de las directivas *esperar resultados inmediatos* ya que de no conseguirse instantáneamente se los abandona y esto hace fracasar el sistema propuesto de mejoras.

6. Se recomienda que los procesos de capacitación y reestructuración de los puestos de trabajo fundamentados en los nuevos perfiles de competencias y funciones se aplique de manera parcial en lo *académico* para así proveer cualquier incumplimiento de algún requisito académico por parte de los actuales operadores, con esto se busca garantizar que los operadores que actualmente tienen el conocimiento del funcionamiento de la empresa no sean reemplazados (a menos que presenten actitudes hostiles hacia la metodología, cuestiones disciplinarios y demás que la dirección considere causal para su reemplazo).
7. Se recomienda además que la filosofía de la manufactura esbelta se promocione e implante en las demás áreas administrativas de la empresa empezando por el departamento de ventas con el afán de que el sistema se integre de manera corporativa, esto en un mediano plazo.