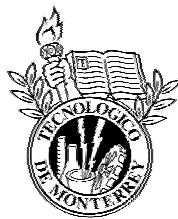


**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**



**TECNOLÓGICO
DE MONTERREY®**

**LEAN CONSTRUCTION: APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA
DE VALOR Y LOGISTICA ESBELTA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION**

TESIS

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENENIERIA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

POR:

ARTURO HERNANDEZ PEREZ

MONTERREY N.L.

DICIEMBRE 2005

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY**

CAMPUS MONTERREY

**DIVISIÓN DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE GRADUADOS EN INGENIERÍA**

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis del C. Arturo Hernández Pérez sea aceptada como requisito para obtener el grado académico de:

**MAESTRO EN CIENCIAS CON ESPECIALIDAD EN
INGENIERIA Y ADMINISTRACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

Comité de Tesis

Salvador García Rodríguez, Ph.D.

Asesor

Francisco Carlos Matienzo Cruz, M.C.

Sinodal

Juan Pablo Solís Flores, M.C.

Sinodal

Aprobado

Federico Viramontes Brown, Ph.D.

Director del Programa de Graduados en Ingeniería y Arquitectura

DEDICATORIA

A mis Padres Joel Alejandro y María Antonia, por brindarme todo su apoyo incondicional en todas las etapas de mi vida, por ser el ejemplo a seguir de perseverancia, trabajo y tenacidad, por enseñarme a valorar todas las cosas que Dios nos da, por darme la formación y las herramientas para ser un hombre de bien y por enseñarme que el pilar fundamental de toda persona es la Familia.

A mis hermanos Joel, Mónica, Ernestina y Néstor, por todo su apoyo en esta etapa de mi vida, por estar siempre pendientes de mi, por darme todo su amor y por compartir sus experiencias conmigo.

A ti Gloria, por todo tu cariño y comprensión, por darme la dicha de compartir juntos esta experiencia, por ser el motivo y la inspiración para alcanzar mis metas y por el apoyo incondicional que me has brindado, gracias hermosa.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme la oportunidad de concretar una etapa más en mi vida.

A Iván, Rodolfo y Ramses, por ser mis hermanos en Monterrey y por aguantarme en todo el tiempo que vivimos juntos.

A Lily y Angélica, por todas sus atenciones, por ser mis hermanas mayores en Monterrey, y por jalarme las orejas cuando fue necesario.

Quiero agradecer al Dr. Salvador García, por su apoyo en la elaboración de este trabajo y a mis maestros por compartir sus conocimientos conmigo.

A mis compañeros de clase por todas las experiencias que vivimos juntos y por compartir su experiencias conmigo.

CONTENIDO

	Pagina
INTRODUCCION	
ANTECEDENTES	1
DEFINICION DEL PROBLEMA	2
JUSTIFICACION	3
OBJETIVO	3
HIPOTESIS	3
METODO	4
CAPITULO 1. EL PENSAMIENTO ESBELTO	
1.1 PENSAMIENTO ESBELTO	5
1.1.1 Origen del Pensamiento Esbelto	5
1.1.2 Bases del Pensamiento Esbelto	6
1.2 PRODUCCION ESBELTA	6
1.2.1 Origen de la Producción Esbelta	6
1.2.2 Elementos de la Producción Esbelta	8
1.2.2.1 Desperdicio	8

1.2.2.2 Valor	11
1.2.2.3 Cadena de Valor	11
1.2.2.4 Sistema de Producción Jalar	12
1.2.2.5 Perfección y Transparencia del Proceso	12
1.2.2.6 Modelo de Conversiones y flujos	13
1.3 MANUFACTURA ESBELTA	15
1.3.1 Origen de la Manufactura Esbelta	15
1.3.2 Herramientas de Manufactura Esbelta	16

CAPITULO 2.CONSTRUCCION SIN PERDIDAS

2.1 PRODUCCION AJUSTADA EN LA CONSTRUCCION	20
2.1.1 Productos de Naturaleza Única	21
2.1.2 Producción en el Sitio	21
2.1.3 Multiorganización Temporal	22
2.1.4 Intervención de las Actividades Regulatorias	22
2.1.5 Manufactura en Posición Fija	22
2.1.6 Arraigo al lugar	23
2.2 Herramientas de la Construcción sin Pérdidas	23
2.2.1 Justo a Tiempo	24
2.2.2 Administración de la Calidad Total	24
2.2.3 Reingeniería	25
2.2.4 Administración Basada en el Valor	26
2.2.5 Mantenimiento Total Productivo	28
2.2.6 Competición Basada en el Tiempo	28
2.2.7 Administración Visual	29
2.2.8 Ingeniería Concurrente	29
2.2.9 Integración de los Empleados	30
2.2.10 Kaizen	31

CAPITULO 3. LOGÍSTICA ESBELTA

3.1 Antecedentes	32
3.2 Concepto de Logística Esbelta	33

3.3 Elementos de la Logística Esbelta	33
3.3.1 Sistemas de Producción	35
3.3.2 Sistemas Internos de Distribución	35
3.3.3 Sistemas de Transporte	35
3.3.4 Relación Proveedor-Fabricante	36

CAPITULO 4. ADMINISTRACION DE LA CADENA DE CALOR (VALUE STREAM MANAGEMENT)

4.1 Antecedentes	37
4.2 Objetivo	37
4.3 Ventajas de la Administración de la Cadena de Valor	38
4.4 Pasos de la Administración de la Cadena de Valor	38
4.4.1 Compromiso con “Lean”	38
4.4.2 Escoger el Flujo de Valor	39
4.4.3 Aprender Acerca de Lean	40
4.4.4 Mapear el Estado Actual	40
4.4.5 Identificar Métricas Lean	40
4.4.6 Mapear el Estado Futuro	41
4.4.7 Implementar Planes Kaizen	41

CAPITULO 5. METODOLOGIA PARA LA APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR Y LOGISTICA ESBELTA EN LA CONSTRUCCION

5.1 Objetivo	42
5.2 Metodología	42
5.2.1 Identificar Actividades o Materiales Críticos	44
5.2.2 Analizar la Ruta del Material	45
5.2.3 Mapear el Estado Actual	45
5.2.4 Identificar Perdidas en los Procesos	48
5.2.5 Crear e Implementar Acciones de Mejora	48
5.2.6 Mapear el Estado Futuro	48

CAPITULO 6. APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR

Y LOGISTICA ESBELTA EN EL PROCESO DE SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA EDIFICACION DE VIVIENDA EN SERIE

6.1 Objetivo	50
6.2 Antecedentes	50
6.3 Metodología	51
6.3.1 Identificación de Materiales Críticos	51
6.3.2 Mapeo del Estado Actual	53
6.3.3 Identificar Perdidas en los Procesos	60
6.3.4 Crear e Implementar Planes de Mejora	63
6.3.5 Mapear el Estado Futuro	66
6.4 Metas Propuestas	72
CAPITULO 7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	74
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	

LISTADO DE TABLAS Y FIGURAS

Fig. 1.1 La Producción Ajustada como Flujo de Proceso.

Fig. 1.2 Desarrollo de las Herramientas de la Manufactura Esbelta.

Fig. 1.3 Herramientas de la Manufactura Esbelta.

Fig. 2.1 Enfoque de la Reingeniería.

Fig. 2.2 Modelo de Administración Basada en el Valor.

Fig. 2.3 Funciones de la Gerencia Japonesa.

Fig. 3.1 Elementos que Integran un Sistema Logístico.

Fig. 5.1 Metodología de Aplicación de Administración de la Cadena de Valor y Logística Esbelta.

Fig. 5.2 Tabla de Identificación de Actividades o Materiales Críticos.

Fig. 5.3 Hoja de Mapeo de Procesos.

Fig. 6.1 Tabla de Identificación de Materiales Críticos.

Fig. 6.2 Grafica de Identificación de Materiales Críticos.

Fig. 6.3 Parámetros a Considerar en el Suministro de Materiales.

Fig. 6.4 Mapeo del Estado Actual del suministro de Vigüeta y Bovedilla.

Fig. 6.5 Mapeo del Estado Actual del suministro de Block.

Fig. 6.6 Mapeo del Estado Actual del suministro de Concreto Premezclado $F'c= 200$
Kg./cm² y $F'c= 100$ Kg./cm².

Fig. 6.7 Mapeo del Estado Actual del suministro de Cemento Gris.

Fig. 6.8 Mapeo del Estado Actual del suministro de Piso Cerámico.

Fig. 6.9 Mapeo del Estado Actual del suministro de Varilla Corrugada de ½" de espesor.

Fig. 6.10 Mapeo del Estado Actual del suministro de Armex 15-15-4 x 6 ml.

Fig. 6.11 Mapeo del Estado Futuro del suministro de Vigüeta y Bovedilla.

Fig. 6.12 Mapeo del Estado Futuro del suministro de Block.

Fig. 6.13 Mapeo del Estado Futuro del suministro de Concreto Premezclado $F'c= 200$
Kg./cm² y $F'c= 100$ Kg./cm².

Fig. 6.14 Mapeo del Estado Futuro del suministro de Cemento Gris.

Fig. 6.15 Mapeo del Estado Futuro del suministro de Piso Cerámico.

INTRODUCCIÓN

ANTECEDENTES

A finales de los años 50's, después de la segunda guerra mundial, la industria automotriz japonesa vio afectado su mercado con una serie de condiciones adversas que lo hacían menos productivo, lo que los llevó a desarrollar técnicas de calidad y control, que para finales de los años 80's se dio a conocer como sistema de producción ajustada (Lean production).

Los conceptos básicos de la producción ajustada (Lean production) eran básicamente la identificación y eliminación de desperdicios, la identificación de la cadena de valor en el proceso de producción y reducir o eliminar las actividades que no generan valor en el mismo.

Hoy en día esta filosofía ha estado en aumento y se ha tropicalizado para los diferentes tipos de industrias como lo son: administración y desarrollo de productos, construcción, servicios, entre otros.

La construcción sin pérdidas, a diferencia de la construcción tradicional que considera que todas las actividades de un proyecto aportan valor al mismo, distingue entre las actividades que generan valor, actividades que no generan valor y flujos de proceso, se enfoca en la reducción de pérdidas y/o desperdicios.

DEFINICION DEL PROBLEMA

Actualmente en la industria de la construcción, los problemas más frecuentes se derivan de la baja productividad de la mano de obra, las bajas condiciones de seguridad y la deficiente calidad de las obras realizadas.

Uno de los problemas más grandes en los proyectos de construcción es en cuanto a la pérdida de materiales en los procesos, así como la baja producción de la mano de obra, los retrabajos y los tiempos de espera de los mismos.

Se tiene que los factores que mas influyen en las pérdidas o desperdicios en proyectos de construcción se centran en la mala administración de los materiales, el uso excesivo de los mismos en el sitio de la obra, el tiempo utilizado en actividades que no generan valor al proyecto y la falta de seguridad.

Otras causas de desperdicios en obra se refieren a la pérdida de tiempo debido a los tiempos de espera, los retrabajos y los desperdicios asociados con el inventario.

Puesto que en la mayoría de los Proyectos de Construcción se presta atención principalmente al control del desarrollo de los proyectos y su flujo financiero, no se considera el flujo de materiales y la distribución adecuada de la mano de obra a lo largo de las etapas de las obras, lo que provoca un incremento de las actividades que no generan valor al proceso y cierta disparidad entre el presupuesto planeado con el presupuesto real.

JUSTIFICACION

El uso de conceptos de Construcción sin Pérdidas es una buena herramienta para la solución de problemas relacionados con la baja productividad en el proceso de construcción de un proyecto

Ante la problemática antes mencionada, se pretende elaborar una metodología que mejore la cadena de valor de proyectos de construcción, enfocándonos hacia el correcto flujo de materiales, tomando como base los conceptos de Logística Esbelta y Administración de la Cadena de Valor, con el fin de disminuir los desperdicios y las pérdidas y poder lograr proyectos exitosos.

Con esta metodología se logrará la optimización de los recursos, evitar los retrabajos, aumentar la calidad de los proyectos, así como también contribuiremos a la generación de nuevas técnicas de producción para alcanzar los objetivos en cantidad y tiempo requeridos.

Otro aspecto muy importante es lograr el máximo beneficio económico de tal manera que la realización de los proyectos sea rentable.

OBJETIVO

Se pretende crear una metodología que mejore tanto la eficiencia de la mano de obra como la utilización de los materiales, tomando como base los principios de Construcción sin Pérdidas, para lograr un mejor aprovechamiento de los recursos en los procesos, lo que originará un incremento en los beneficios económicos de la empresa.

HIPOTESIS

Se han encontrado muchas deficiencias en los procesos constructivos tradicionales en la Industria de la Construcción, una forma de mejorarlas es a través de la aplicación de nuevas técnicas de producción que sean adaptables a nuestros procesos. La

construcción sin Pérdidas y sus herramientas son conceptos que nos brindarán soluciones para muchos de los problemas que se enfrenta la construcción tradicional.

METODO

La metodología que se aplicara se divide en cuatro partes:

- ✚ Recopilación de información relacionada con el tema.
- ✚ Historia y desarrollo de la Construcción sin Pérdidas y las disciplinas relacionadas.
- ✚ Propuesta de solución al problema basado en la información recabada.
- ✚ Implantación del modelo en una empresa de la localidad.
- ✚ Recomendaciones al lector basado en los resultados obtenidos en la implementación.

EL PENSAMIENTO ESBELTO

1.1 PENSAMIENTO ESBELTO

1.1.1 Origen del Pensamiento Esbelto

El pensamiento esbelto surgió en las operaciones de manufactura de Toyota (*Toyota Production System*), y de ahí se dispersaron a lo largo de toda su cadena de proveedores. Womack, Jones y Ross (1990) amasaron el término pensamiento esbelto como lo conocemos hoy en día.

Algunos de los beneficios que se han identificado después de la aplicación de los principios de pensamiento esbelto son (Womack, 1996):

1. Liberar hasta 50% de espacio en Inventario.
2. Aumentar la productividad de 15% a 25% anual.
3. Disminuir tiempos de entrega de semanas a días.
4. Mejorar la calidad de los productos.

1.1.2 Bases Del Pensamiento Esbelto

Para comenzar a entender el pensamiento esbelto debemos estar consientes de algunos hechos importantes que están directamente ligados a esta filosofía como el hecho de que solo una pequeña parte del tiempo, esfuerzo y recursos de una organización añaden un valor real para el cliente al producto.

Todas aquellas acciones que no añaden valor para el cliente final son serios candidatos a ser eliminados del proceso de producción. En las organizaciones hay actividades que no añaden valor pero son necesarias, hay actividades que si añaden valor y aquellas que no añaden valor y es necesario eliminar.

El objetivo del pensamiento esbelto es eliminar las actividades del sistema de producción que no añaden valor al producto para el cliente.

Womack (2003) define cinco principios base del pensamiento esbelto, estos son:

1. Definir valor desde el punto de vista del consumidor.
2. Identificar el flujo de valor o la cadena de valor.
3. Flujo Continuo.
4. Sistema de producción “jalar”(pull)
5. Perseguir la perfección

1.2 LA PRODUCCIÓN ESBELTA

1.2.1 Origen de la Producción Esbelta

El término Producción Esbelta tiene sus orígenes en la industria automotriz en los años 50`s, una vez que el Ingeniero Eiji Toyoda realizó un recorrido por la planta de producción Ford Rouge, en Detroit, dado un decremento de las ventas en la compañía que su familia había fundado en los años 30`s Toyota Motor Company. Al término de la Segunda Guerra Mundial el mercado de la industria automotriz impactó considerablemente a la compañía Toyota lo que llevó a reducir su fuerza de trabajo.

Los problemas a los que se enfrentaba la industria automotriz en Japón eran los siguientes:

- ✚ El mercado local era muy pequeño y la demanda de una gran variedad de vehículos en el mercado.
- ✚ La fuerza de trabajo japonesa no estaba de acuerdo en ser tratada como un costo variable y la implementación de nuevas leyes que ofrecían más beneficios a los trabajadores en las negociaciones.
- ✚ Las consecuencias de la guerra se vieron reflejadas en la economía japonesa ya que se encontraba con poco capital y sin entradas de divisas lo que imposibilitaba tener negociaciones para adquirir tecnología del occidente.
- ✚ La existencia de muchas compañías dedicadas a la industria automotriz que se interesaban por entrar al mercado japonés así como de defender su mercado propio de las exportaciones japonesas.

Ya estando en Japón Eiji Toyoda trabajó con Taichi Ohno, considerado como el genio de la producción, se enfocaron a estudiar el sistema de producción de la planta de Rouge, se dieron cuenta de que era difícil implementarlo pero lo usaron como punto de partida para desarrollar un sistema de producción propio lo que posteriormente se conocería como el Sistema de Producción Toyota y hoy en día se conoce como Sistema de Producción Esbelta (Lean Production).

La Producción Esbelta es una filosofía cuyo enfoque principal es eliminar desperdicios y actividades que no agregan valor en un sistema de producción, con el fin de optimizar recursos materiales, humanos, maquinaria y equipo, así como reducir los tiempos de operación y el espacio.

La filosofía principal de la Producción Esbelta se enfoca en identificar dos aspectos fundamentales en un sistema de producción, actividades de conversión y actividades de flujos, donde las actividades de conversión son las que agregan valor a la materia que será convertida en producto, y las actividades de flujo, que son las que no generan valor, pero son la liga entre las actividades de conversión. El objetivo principal es

reducir o eliminar las actividades de flujos con el fin de hacer más eficientes las actividades de conversión. (Koskela, 1993)

En la administración de procesos tradicional se consideran sólo las actividades de conversión, todas son tratadas desde este enfoque, lo que ocasiona que el flujo de los procesos no sea analizado, controlado y mejorado adecuadamente, mientras que la Producción Esbelta clasifica a las actividades en aquellas que generan valor y las que no lo generan. Las primeras se analizan con el fin de eficientar los procesos y se busca que las segundas sea lo mas pequeñas posible, o en su defecto sean eliminadas.

1.2.2 Elementos de la Producción Esbelta

Con lo antes mencionado, podemos observar que el material y flujo de información son unidades básicas de análisis en la Producción Esbelta. A continuación se mencionan los elementos en los cuales se basa la Producción Esbelta con el fin de comprender mejor su entorno. (Gasca, 2000)

- ✚ Desperdicio
- ✚ Valor
- ✚ Cadena de valor
- ✚ Sistema de producción “jalar”
- ✚ Perfección y transparencia del proceso
- ✚ Modelo de conversiones y flujos

1.2.2.1 Desperdicio o Muda

Muda es un término japonés que significa desperdicio y encierra el esfuerzo, los materiales y el tiempo consumidos en actividades que no agregan valor a un proceso. Se identifican los siguientes siete elementos de un sistema de producción a los cuales se asocian los principales desperdicios:

- ✚ Defectos
- ✚ Movimiento
- ✚ Sobreprocesamiento

- ✚ Sobreproducción
- ✚ Inventario en Proceso (WIP)
- ✚ Transporte
- ✚ Espera

- **Defectos**

Errores en el proceso de producción, retrabajos o errores de documentación. Este es desperdicio puro ya que de ninguna manera agrega valor y si agrega costos de producción por acciones correctivas, añade tiempo al proceso y retrasa todas las operaciones que dependen de la estación que presentó el problema.

- **Movimiento**

Movimientos innecesarios de los trabajadores, generalmente por una mala disposición de los materiales o las herramientas necesarias para realizar el trabajo.

Es considerado innecesario cualquier movimiento realizado por el operador que no agrega valor al producto. Este es uno de los desperdicios más comunes en las empresas y generalmente son vistos como parte inherente del proceso.

- **Sobreprocesamiento**

Procesos innecesarios que son resultado de errores en etapas anteriores del proceso o por falta de análisis de las operaciones.

Estos generalmente aparecen en forma de acciones en cada paso del proceso que no agregan valor al producto, son resultado de tecnología obsoleta o procesos mal diseñados.

- **Sobreproducción**

Producir más de lo que la demanda dicta, o producirlo antes de que sea requerido con el fin directo o indirecto de almacenarlo. Es el resultado de producir basados en especulaciones.

En ocasiones esta práctica es utilizada en las empresas por el falso sentido de seguridad que les brinda a los encargados de la producción, quienes comienzan a producir de más en caso de que algún problema se presente, el problema es que rara vez las piezas producidas de más ayudan a solucionar problemas y por el contrario representan inventario que al no ser utilizado genera costos innecesarios.

- **Inventario en proceso (WIP)**

Material acumulado entre estaciones de trabajo debido a lotes muy grandes o ciclos de proceso largos.

Inventario es toda la materia prima ya sea en su estado original, en proceso o en producto terminado, este tipo de desperdicio radica en que la materia prima en cualquiera de estos estados no agrega valor al producto, por el contrario agrega costos de operación y reduce el espacio en planta.

- **Transporte**

Movimiento de materiales en proceso debido a un *layout* pobre.

Esta actividad generalmente no agrega valor al producto por lo que es necesario reducirla al máximo, es imposible eliminarla pero se puede reducir el impacto en los costos mediante la planeación de la localización geográfica de las plantas o el logro de acuerdos con los clientes finales.

- **Espera**

La espera ya sea por falta de material, información o fallas en etapas anteriores debe ser eliminada del proceso.

Este tipo de desperdicio es fácil de detectar se manifiesta cuando las manos del operador están ociosas debido a la falta de balanceo de las líneas o por falta de material o información para trabajar.

La Producción Esbelta busca detectar los desperdicios en el sistema de producción, determinar sus causas y eliminarlos.

1.2.2.2 Valor

Es necesario identificar que crea y que no crea valor desde la perspectiva del cliente y no de las empresas, funciones o departamentos (Womack, 1996).

El valor es aquello que el cliente final aprecia de un producto y lo hace deseable a los ojos de los consumidores.

Para poder identificar las actividades u operaciones específicas que crean y no crean valor es necesario identificar el flujo o la cadena de valor (*Value Stream*).

En función del concepto de valor, las actividades que integran un proceso de producción se pueden clasificar de la siguiente manera:

- ✚ Actividades que agregan valor al proceso: Son las actividades de conversión que transforman recursos en productos terminados o en la prestación de un servicio.
- ✚ Actividades que no agregan valor al proceso pero son inevitables: Son actividades, generalmente de flujo que dadas las condiciones particulares del proceso no pueden ser eliminadas.
- ✚ Actividades que no agregan valor al proceso y pueden ser reducidas o eliminadas: Son actividades de flujo que no agregan valor al proceso y son susceptibles de reducir o eliminar (supervisión, inspección, movimientos innecesarios).

1.2.2.3 Cadena De Valor

La cadena de valor es el conjunto de actividades necesarias para realizar un producto, desde su diseño hasta su entrega al consumidor final según el alcance de las operaciones de la organización.

Identificar la cadena de valor del producto es una de las actividades más importantes ya que posteriormente esto nos permitirá identificar cuales actividades añaden valor y cuales no, y de esta manera podremos aplicar las herramientas de mejora adecuadas.

El mapeo de la cadena de valor mediante diagramas de flujo de proceso permite la identificación de los requerimientos de información y materiales necesarios en cada etapa del proyecto, así como la forma en que se transmite el trabajo ejecutado de una etapa a otra.

1.2.2.4 Sistema de producción “jalar”

Esta filosofía “jala” del sistema los recursos necesarios para la ejecución de una actividad en el tiempo y cantidad requeridos, ubicándolos generalmente en el sitio preciso para su utilización y/o consumo. Esto ocasiona una reducción de costos por manejo y almacenamiento de inventarios (cero inventarios), tal como lo pretende la Producción Ajustada. Para la implementación de este sistema se requiere no producir nada hasta que sea requerido, por lo que se deben conocer a detalle las necesidades del cliente, ofrecer tiempos de respuestas rápidas y ser flexibles para satisfacer las variaciones en la demanda del mercado.

1.2.2.5 Perfección y transparencia del proceso

El ideal de la eliminación de los desperdicios y satisfacción completa de los clientes representa un reto para cualquier organización. Esto representa la búsqueda continua de la perfección, la filosofía Japonesa para alcanzar este ideal a través de pasos graduales es denominada Kaizen.

La transparencia se traduce en la participación de todos en alcanzar el ideal de la perfección. La única manera de llevar a cabo esto es a través de un proceso transparente para todos y que cada uno de los participantes pueda tomar decisiones para mejorar el mismo. Esta es la base de una administración participativa.

Es necesario entender que la eliminación de los desperdicios es una carrera sin fin y que todo es susceptible de mejora.

Como un complemento a los 5 principios definidos por Womack (2003), Jones (1997) presenta una serie de elementos que son claves en el sistema de producción Toyota, los cuales son:

- ✚ Incrementar el flujo de órdenes y trabajo eliminando todas las causas de distorsión o variación de la demanda.
- ✚ Organizar el trabajo de tal forma que el producto fluya de operación en operación sin interrupciones, mediante mantenimiento preventivo.
- ✚ Solo hacer o enviar lo que es requerido (*pull*) por el último eslabón de la cadena de valor, es decir si se quita uno, se produce uno.
- ✚ Estandarizar cada tarea mejorada para asegurar desarrollo consistente.
- ✚ Minimizar el inventario de seguridad necesario entre operaciones.
- ✚ Monitorear cada proceso de manera que sea posible detenerlo cuando un ocurra un error, esto con el fin de evitar que este vaya más adelante en la cadena.
- ✚ Administrar el progreso y las irregularidades del proceso utilizando sistemas de información confiables y controles visuales cuando sea posible.
- ✚ Controlar las irregularidades y las actividades que fueron útiles en la eliminación de desperdicios, con el fin de evitar recurrencia y utilizar dichas actividades para remover desperdicios del flujo de valor.

1.2.2.6 Modelo de conversiones y flujos

El modelo implica una dualidad en los procesos de producción: conversiones y flujos. La eficiencia total del proceso es atribuible tanto a la eficiencia de las actividades de conversión, como a la cantidad y eficiencia de los flujos de material e información a

través de los cuales se unen las actividades de conversión. Mientras todas las actividades tienen un costo y consumen tiempo, solo las actividades de conversión agregan valor al material o información que se transforma en producto y/o servicio. Es así como la mejora continua de los flujos se debe enfocar en la reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor y en hacer más eficientes las actividades de conversión.

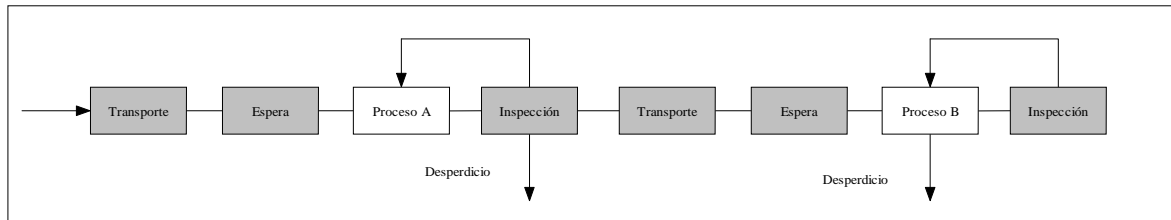


Fig. 1.1 La producción como flujo de procesos; los cuadros sombreados representan actividades que no agregan valor, en contraste con las actividades de conversión que agregan valor(Koskela, 1992)

1.3 MANUFACTURA ESBELTA

1.3.1 Orígenes De La Manufactura Esbelta

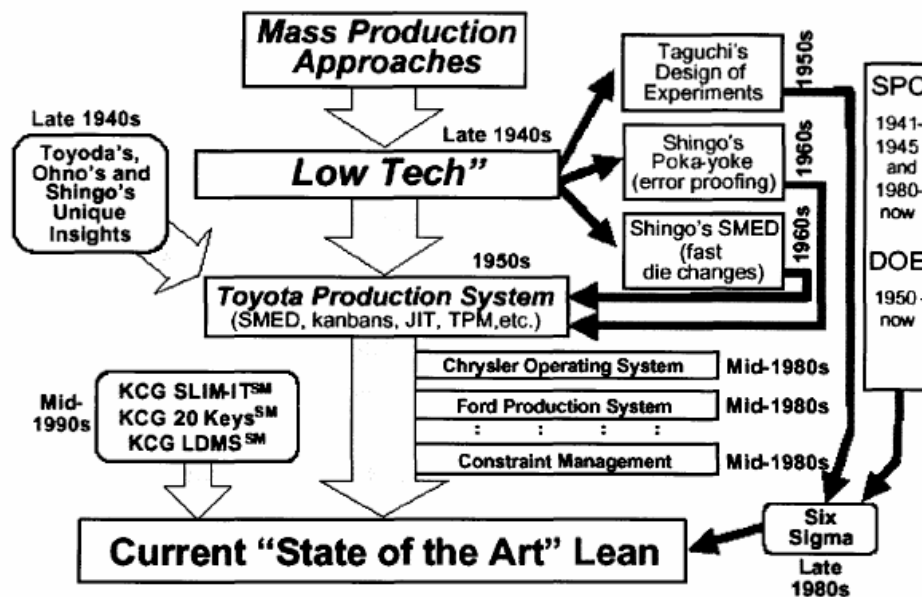
La Manufactura Esbelta se basa en los principios del pensamiento esbelto, es una filosofía que integra un conjunto de métodos y herramientas enfocadas a mejorar los procesos u operaciones, mediante la eliminación sistemática del desperdicio o muda, es decir todas aquellas actividades que agregan tiempo y costos sin agregar un valor al proceso (Womack, 1996).

También ha sido definida como un “sistema para la identificación y eliminación del desperdicio y las actividades que no agregan valor, a través de la mejora continua, con el afán de alcanzar la perfección deseada del cliente” (Peterman, 2001).

En sus inicios, fue denominado como “Just In Time” (JIT) ya que buscaba que el valor fluyera hacia el cliente en forma continua, justo cuando el cliente lo requiriera y en la cantidad que él lo requiriera.

Para lograr JIT, Toyota fue desarrollando todo un conjunto de conceptos y herramientas que después compartió con otras empresas, en particular con sus proveedores, a partir de ahí se le empezó a reconocer como *Toyota Production System* (TPS).

En la gráfica que se muestra a continuación se puede observar el desarrollo de las herramientas que conforman la manufactura esbelta (Kaufman, 2001).



Fia. 1.2 Desarrollo de las Herramientas de Manufactura Esbelta

1.3.2 Herramientas de Manufactura Esbelta

A partir de la corriente de la manufactura esbelta se han desarrollado una serie de herramientas que les permiten a las empresas aplicar los conceptos de la producción ajustada. Algunas de estas han sido originadas en Toyota y otras han sido desarrolladas por algunas organizaciones internacionales (Womack, 1996). Existe un gran número de herramientas, sin embargo, estas deben ser seleccionadas e implantadas de acuerdo a las necesidades de la organización.

Algunas de estas técnicas se describen a continuación.

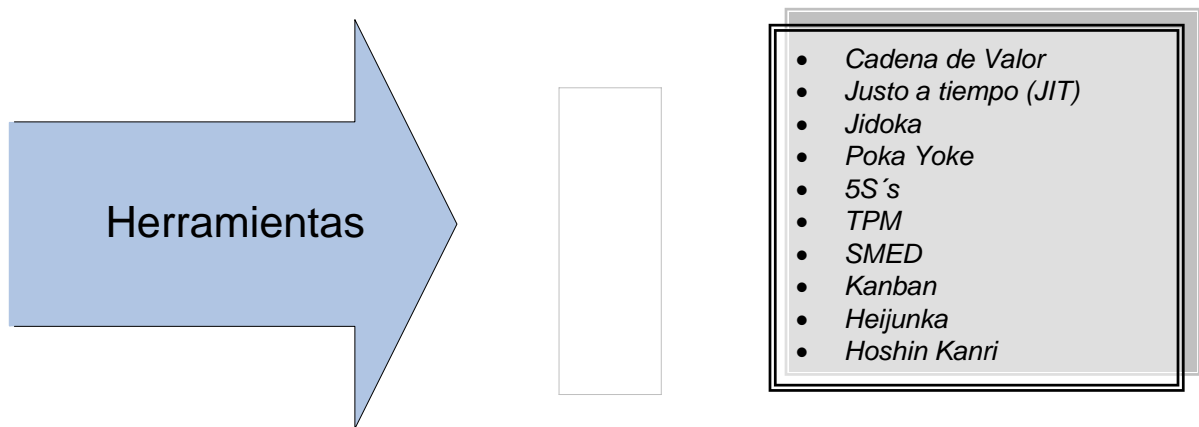


Fig. 1.3 Herramientas de la Manufactura Esbelta

- **Cadena de Valor**

El concepto de Cadena de Valor en Manufactura Esbelta es prácticamente el mismo que se usa en la Producción Esbelta y que fue mencionado en el apartado anterior de este capítulo.

- **JIT**

Justo a tiempo es un sistema de manufactura que produce lo que el cliente desea, en la cantidad establecida y al tiempo que lo necesita, siempre utilizando la menor cantidad de materias primas, equipo, mano de obra y espacio.

Por consiguiente, este mejora el servicio al cliente, reduce los tiempos de producción, incrementa la utilización de materiales críticos y reduce el desperdicio.

- **Jidoka**

La traducción literal de Jidoka es “automatización con un toque humano”. La automatización, como fue denominada por Taiichi Ohno de Toyota, no es más que el dar la capacidad a las máquinas de detectar y responder inmediatamente a los problemas de producción.

De esta forma Jidoka busca cumplir simultáneamente con las necesidades de los clientes para lograr la calidad más alta posible y el proceso de manufactura menos costoso.

- **Poka-Yoke**

Un dispositivo de prueba y error o un procedimiento para prevenir un defecto durante la toma de una orden o manufactura.

- **5S's**

Esta técnica se enfoca en la mejora del sitio del trabajo. La definición de 5S está en que seiri significa separar las herramientas necesarias, partes e instrucciones de materiales innecesarios y eliminarlos después. Seiton significa un arreglo cuidadoso e identificar las partes y herramientas para facilitar su uso. Seiso significa conducir una campaña de limpieza. Seiketsu significa conducir a seiri, seiton y seiso a una frecuencia de intervalos para mantener a la fuerza de trabajo en perfectas condiciones. Shitsuke significa formar el habito de siempre seguir las primeras 4S's. Para cualquier organización es vital implantar y mantener procedimientos robustos en áreas ordenadas, las cuales son necesarias para estandarizar los procesos.

- **TPM (Mantenimiento Productivo Total)**

El Mantenimiento Productivo Total es una herramienta que permite maximizar la disponibilidad del equipo y maquinaria productiva de manufactura, evitando

fallas inesperadas y los defectos generados, lo cual se logra al mantener actualizada y en condiciones óptimas el equipo. (Nakajama, 1988)

El TPM es realizado en diferentes etapas: mantenimiento correctivo de fallas sólo en casos muy raros, mantenimiento autónomo realizado por operadores haciendo tareas simples de mantenimiento en sus equipos, mantenimiento preventivo para prevenir desgaste prematuro, mantenimiento predictivo para anticipar fallas mayores en los equipos y mantenimiento proactivo enfocado a actualizar y hacer mejoras en los equipos.

- **SMED**

Este método se utiliza para reducir los tiempos de cambio de modelo en las máquinas o líneas de producción. El método fue desarrollado por Shingeo Shingo y lo denominó “Cambio de dados en menos de diez minutos” o “Single Exchange of Die” (SMED), cuyo objetivo es hacer efectivamente los cambios de herramientas en menos de 10 minutos. Los beneficios del SMED se traducen en mayor flexibilidad, ya que las empresas pueden satisfacer las demandas cambiantes de sus clientes sin necesidad de mantener grandes inventarios, y se disminuyen los tiempos de entrega al cliente, por lo que la producción en pequeños lotes significa plazos de fabricación más cortos y menos tiempos de espera para los clientes.

- **Kanban**

El Kanban significa “Tarjeta de señal”, la cual permite implantar una forma de administración visual a través de señales diversas tales como cuadros, tarjetas, luces de colores, contenedores de colores, líneas de nivel en paredes, etc., fácilmente observables por los operadores y movedores de materiales en la planta, que al mismo tiempo les indican las acciones por tomar sin consultar un supervisor, con objeto de eliminar las transacciones, papeleo y reducir los inventarios en el proceso.

- **Heijunka**

La creación de un "programa nivelado" mediante el orden secuencial de las órdenes en un patrón repetitivo y la "suavización" de las variaciones día a día en las órdenes totales para corresponder a la demanda de largo plazo.

- **Hoshin Kanri**

Una herramienta estratégica para la toma de decisiones que enfoca los recursos en las iniciativas críticas necesarias para realizar los objetivos de negocio de la compañía. Unifica y alinea los recursos y establece indicadores meta claros contra los cuales el progreso de los objetivos clave es medido regularmente.

El pensamiento esbelto utiliza una serie de herramientas, de las cuales identificar la cadena de valor (Value Stream Map) es una de las más importantes. Esta herramienta permite mapear todos los pasos del proceso, (incluyendo el re-trabajo) y ayuda a convertir las necesidades del cliente en productos o servicios entregados, además de indicar cuanto valor le agrega al producto cada etapa del proceso. Cualquier actividad que le de forma, características o funciones de valor a los clientes será una actividad con valor agregado, el resto simplemente no dará ningún valor agregado.

El mapa de la cadena de valor provee un claro entendimiento del proceso actual:

- ✚ Se visualiza los niveles de procesos múltiples

- ✚ Remarca el desperdicio y sus fuentes

La información obtenida permitirá determinar cuales son las áreas de oportunidad y como se realizará la implementación de Lean.

CONSTRUCCIÓN SIN PÉRDIDAS

2.1 PRODUCCIÓN AJUSTADA EN LA CONSTRUCCIÓN

La producción ajustada ha causado una revolución en la industria de la manufactura, tanto en las etapas de diseño, suministros y ensamble. La aplicación de este sistema de producción en la construcción ayudara a cambiar las formas de realizar los trabajos, mediante la búsqueda de los principios de la producción ajustada tales como la maximización del valor y la eliminación de los desperdicios, así como la aplicación de herramientas específicas para alcanzar las metas propuestas.

A diferencia de los sistemas de producción en manufactura, donde el producto avanza a través de los diferentes procesos, el sistema de producción en la construcción es diferente pues el producto es fijo y los flujos son de recursos humanos y herramientas.

La construcción cubre un amplio espectro de proyectos que van desde los mas sencillos, seguros y de bajo costo, hasta proyectos de lo mas complejos, con un enorme grado de incertidumbre y costos millonarios. Sin embargo, para poder clasificar a la industria de la construcción, existen cuatro características que la diferencian de las demás: posee proyectos de naturaleza única, la producción se realiza en el sitio, posee

multiorganizaciones temporales y la intervención regulatoria. Sin embargo, algunos otros tipos de producción poseen una o varias de estas características. (Koskela, 1992)

2.1.1 Productos de naturaleza única

La naturaleza única de cada edificio o instalación es originada por las diferentes necesidades o prioridades del cliente, de acuerdo a los diferentes sitios, ambientes y las diferentes ideologías de los diseñadores para brindar soluciones de diseño novedosas. El término naturaleza única, comprende la forma general del edificio o instalación, pero en si, las materias primas son las mismas al igual que las habilidades, desde el punto de vista de contratistas y de oficinas de diseño, existe continuidad y repetición: los proyectos y las tareas similares se repiten. De esta manera se puede recalcar que los problemas asociados con la naturaleza única de los proyectos, afecta solamente a ciertos procesos.

2.1.2 Producción en el sitio

La producción en la construcción es tradicionalmente llevada a cabo en el sitio final del producto construido, frecuentemente en el interior del propio edificio. Existen cuatro procesos mayores de control y mejora con respecto a la producción en el sitio:

- ✚ Problemas de variabilidad: Generalmente existe poca protección contra los elementos o la intrusión, propiciando operaciones que representan interrupciones. Las instalaciones de seguridad no pueden ser utilizadas permanentemente en el sitio. Los materiales y la mano de obra local frecuentemente tienen que ser utilizadas añadiendo una potencial incertidumbre. La topografía del terreno y el medio ambiente también pueden propiciar a un incremento en la incertidumbre del proyecto.
- ✚ Problemas de complejidad: El flujo de espacio de los equipos de trabajo tiene que ser coordinado, así como la previsión de actividades especiales o la necesidad de mano de obra y equipo que tenga que ser trasladado al sitio de trabajo.
- ✚ Problemas de transparencia: El ambiente de trabajo está en constante cambio, por lo que el proceso de planeación se torna complejo. Debido a este ambiente,

los controles visuales son difíciles de implementar, así como es difícil juntar a todos los involucrados en el proceso.

- ✚ Problema de referencia: La producción en sitio es por naturaleza una producción descentralizada, con sus consecuentes problemas de transferencia de mejoramiento.

2.1.3 Multiorganización Temporal

La organización de un proyecto de construcción es usualmente una organización diseñada temporalmente y conformada especialmente para realizar un proyecto en particular. Está formado por diferentes grupos de trabajadores que pueden o no, formar parte de una misma compañía e incluso no haber trabajado juntos con anterioridad, frecuentemente estas características son producto de políticas administrativas que buscan una ejecución secuencial y la subcontratación de algunas partes del proyecto en busca de un ahorro en costo.

2.1.4 Intervención de las autoridades regulatorias

El diseño final así como algunas fases del proyecto de construcción esta sujeto a la supervisión y aprobación de las autoridades regulatorias, mediante el otorgamiento de licencias y permisos, así como la debida ejecución de algunos aspectos que considere importantes.

2.1.5 Manufactura en posición fija

Los productos de manufactura en posición fija son totalmente ensamblados por partes, muchas veces las partes llegan a ser demasiado grandes como para ser transportados a través de estaciones de ensamblaje, por lo que requieren que las estaciones se desplacen.

La construcción fija es una combinación de fabricación y ensamblaje. Los conceptos de industrialización buscan simplificar la construcción en el sitio a un lugar de ensamblaje y prueba con la finalidad de cambiar la mayor cantidad de trabajo posible hacia condiciones de almacén o taller en donde puedan ser realizadas con mayor eficiencia.

Debido a que el proceso de producción en la construcción es esencialmente en el sitio, el ensamble final siempre será llevado a cabo en el lugar, a pesar de que la cantidad de trabajo varíe con la etapa de ejecución y la instalación que este siendo ensamblada.

2.1.6 Arraigo al lugar

La incertidumbre y la diferenciación están estrechamente relacionadas con el arraigo al lugar. Un ejemplo claro son las condiciones geológicas del terreno, pues pueden variar significativamente de lugar en lugar y frecuentemente son difíciles de determinar con precisión a la hora de llevar a cabo un proyecto. Los diferentes aspectos ambientales, como el clima y las condiciones sísmicas hacen que cada proyecto sea particularizado.

Como la industria de la construcción se enfoca al arraigo al lugar, la relación con los clientes es diferente en comparación con cualquier otro tipo de producción, debido a que el cliente participa con frecuencia en algunas etapas del proyecto, como el diseño, o bien realiza inspecciones periódicas en el sitio de la obra durante su ejecución.

Una vez que se han conocido las características que identifican a la producción de la construcción, podemos darnos cuenta de que aunque tiene algunos aspectos que si están relacionados con otras formas de producción, la influencia que tienen el tipo de producto y las características del sitio en donde se realiza el proyecto, juegan un papel muy importante, sin embargo, no hay que olvidar que el factor humano es fundamental para poder llevar a cabo la producción de la construcción debido a la Multiorganización que se presenta en los proyectos así como las políticas administrativas que la propician.(ballard and howell,1998).

2.2 HERRAMIENTAS QUE SE APLICAN EN LA CONSTRUCCIÓN SIN PERDIDAS

En esta sección se hace la descripción de las herramientas que originalmente se usaron en la industria manufacturera y que posteriormente se ajustaron a las condiciones de la industria de la construcción, a continuación se mencionan algunas de ellas:

2.2.1 *Justo a Tiempo*

Anteriormente se mencionaron los principios de esta técnica aplicados a la industria de manufactura, en el caso de la construcción opera bajo los mismos conceptos, básicamente se rige por ocho aspectos fundamentales:

- ✚ Organización del programa: Crear un plan que involucre a los otros siete componentes en un conjunto donde cada uno representara una faceta de la “esmeralda” de JIT.
- ✚ Calidad: Eliminar defectos mediante la identificación y remoción de los defectos existentes, y prevenir los defectos antes de que ocurran.
- ✚ Producción Simplificada: Convertir las actividades individuales en aspectos de flujo continuo.
- ✚ Flujo orientado al proceso: Convertir los esquemas de funcionamiento orientado en una serie de procesos, basados en las familias de producción o de productos.
- ✚ Tecnología avanzada de procuración: Concientizarse de que el proveedor es una extensión de la compañía el objetivo es tratar con proveedores del tipo Just in Time.
- ✚ Métodos de diseño mejorados: Aplicación de técnicas JIT para eliminar las actividades que no agregan valor en el proceso de diseño para realizar procesos tipo manufactura e incrementar la calidad.
- ✚ Funciones de soporte reforzadas: Busca eliminar los desperdicios con técnicas de análisis del valor agregado al producto.
- ✚ Implicación de empleados: Implementar equipos de trabajo encargados de solucionar problemas que se presenten, acompañado de un comité guía que los ayude a enfocar sus esfuerzos.

2.2.2 *Administración de la Calidad Total*

Esta filosofía se basa en el compromiso a largo plazo de la organización con la mejora continua de la calidad en sus procesos con el objetivo de cumplir y mejorar las expectativas de sus clientes (Sashkin, 1993).

La administración de la calidad total se basa en dos principios fundamentales:

- ✚ Satisfacer las necesidades del cliente.
- ✚ Implementar una mejora continua en los procesos de producción.

Es muy importante que se analicen las necesidades de los clientes así como evaluar que tanto se han satisfecho con el fin de aplicar la Calidad Total.

Demming realizó una metodología de administración basada en catorce puntos que se centra en la mejora del sistema, la reducción de la variación para conocer las necesidades del cliente, y el manejo humano e inteligente de la gente. Los catorce puntos de Demming son elementos de su teoría de administración, la cual promueve a la administración que asuma un papel de liderazgo y sea la responsable de situarla en el lugar de trabajo. (Sashkin, 1993)

2.2.3 Reingeniería

Este concepto surgió durante la década de los 80`s en Estados Unidos como resultado de la ineficacia de los sistemas administrativos tradicionales, se define como “La revisión fundamental y el rediseño radical de procesos para alcanzar mejoras espectaculares en medidas críticas y contemporáneas de rendimiento, tales como costos, calidad, servicio y rapidez”.

Para implementar los conceptos de Reingeniería en las organizaciones se deben considerar los siguientes aspectos: (Meng Khoong, 1998)

- ✚ Toda organización, exitosa o no, requiere de la reingeniería si desea mantenerse competitiva y alcanzar el liderazgo mundial.
- ✚ La reingeniería no implica riesgos, por el contrario, se tiene un riesgo muy alto asociado a no implementar reingeniería a la organización.
- ✚ La reingeniería debe considerarse como una herramienta estratégica de negocio y no de aplicación exclusiva a procesos operativos del negocio.
- ✚ La implementación de la reingeniería en la organización requiere de una visión estratégica del negocio para alcanzar el liderazgo en la industria.

- ✚ La reingeniería implica la concepción de la organización con base a procesos los cuales consisten en una serie de actividades que generan y proporcionan valor al cliente.
- ✚ La reingeniería requiere de un enfoque de sistemas para su implementación.
- ✚ Requiere creatividad para generar ideas radicales que mejoren el desempeño de la organización.
- ✚ Es necesaria una preparación de la organización y del personal para la exitosa implementación (resistencia al cambio, inestabilidad, etc.).
- ✚ Es un proceso a futuro mas que la solución de practicas del pasado.

La reingeniería se centra en mejorar una organización de servicio en todas sus dimensiones, tal como se muestra en la figura:

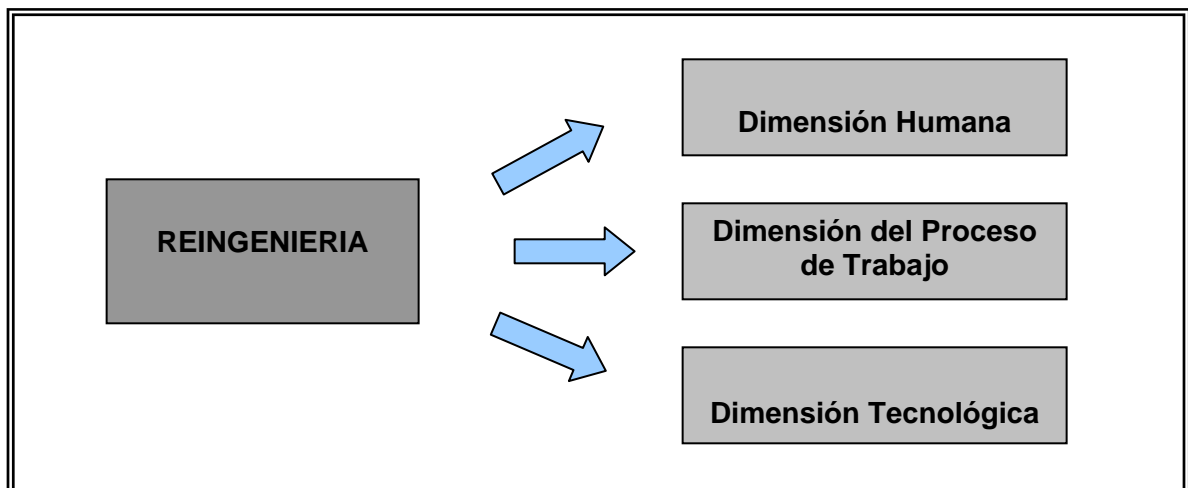


Fig. 2.1 Enfoque de la Reingeniería

2.2.4 Administración Basada en el Valor

La administración basada en el valor es un sistema de control administrativo el cual mide, alienta y soporta la creación de una red de trabajo. Es también una nueva manera de administrar, enfocándose en la creación de valor real más que beneficios en papel. El valor real es creado cuando una compañía dispone de retornos que compensan de una nueva manera total a los inversionistas por los costos totales

involucrados en la inversión, mas una prima que compensa los riesgos adicionales incurridos. (Ameels, 2002)

Existen diferentes técnicas para medir una red de trabajo, las que mas se utilizan en la Administración Basada en el Valor, son las siguientes:

- ✚ Flujo de dinero descontado (Discounted Cash Flow) utilizado en el análisis intrínseco del valor.
- ✚ Retorno a Inversionistas.
- ✚ Ganancia Económica o valor Económico Agregado.
- ✚ La relación entre el valor de mercado de los instrumentos financieros de la firma y el valor en libros de los recursos de la firma. Esta relación ha sido denominada como Valor de Mercado Agregado (Market Value Added), o valor q.

Todas las mediciones deben estar basadas en las proyecciones o expectativas. En la Figura que se muestra a continuación podemos observar un modelo de aplicación de la Administración Basada en el Valor. (Alvarado, 2003)

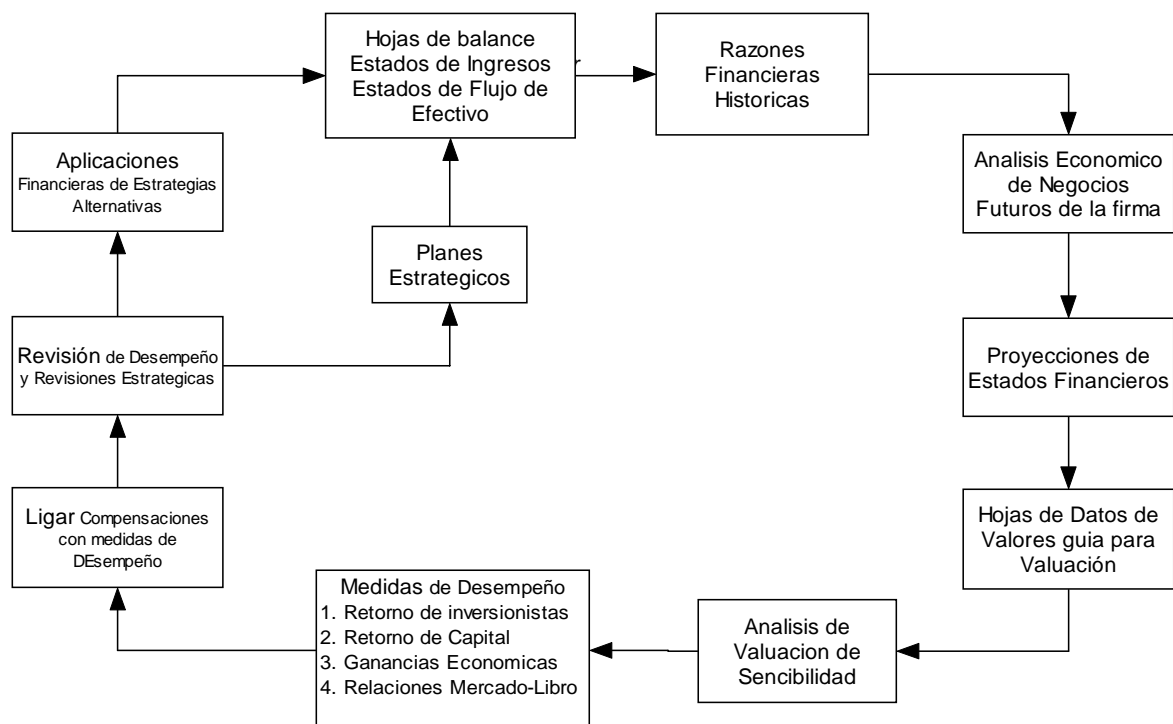


Fig. 2.2 Modelo de Administración Basada en el Valor

2.2.5 Mantenimiento Total Productivo

El Mantenimiento Total Productivo consiste en un grupo de actividades que buscan una implicación total de los empleados, enfocadas principalmente al departamento de producción, mantenimiento e ingeniería de planta con la finalidad de maximizar la productividad. En otras palabras, es una estrategia adoptada por todo el personal que está involucrado directamente con la manufactura para alcanzar cero accidentes, cero defectos y cero averías (Tajiri, 1992).

El Mantenimiento Total Productivo consiste en seis actividades mayores:

1. Eliminación de las seis grandes pérdidas, (averías, organización y cambios, interrupciones y tiempos ociosos, reducción de la velocidad, defectos y retrabajos, pérdida de productividad) basándose en equipos de proyecto organizados por los departamentos de producción, mantenimiento e ingeniería.
2. Mantenimiento planeado, llevado a cabo por el departamento de mantenimiento.
3. Mantenimiento autónomo, llevado a cabo por el departamento de producción.
4. Ingeniería productiva, llevada a cabo principalmente por el departamento de ingeniería de planta.
5. Diseño de productos fácil de fabricar, llevado a cabo por el departamento de diseño de productos.
6. Educación, apoyar las actividades anteriores.

2.2.6 Competición Basada en el Tiempo

Esta técnica es una complementación de la filosofía justo a tiempo dentro de cada fase del ciclo de entrega de valor, desde la investigación y desarrollo hasta la mercadotecnia y distribución, el objetivo principal es reducir el tiempo en todas las fases del proceso de producción mediante la reducción de tiempos de organización, producción en cantidades pequeñas y el trabajo en coordinación con los proveedores.

Los objetivos de la competición basada en el tiempo son:

- ✚ Eliminar los tiempos de desperdicio en la producción o entrega de un servicio.
- ✚ Eliminar tiempos de ocio
- ✚ Maximizar el tiempo que agrega valor al proceso.

2.2.7 Administración visual

La administración visual es una herramienta que se basa en el control visual de la producción, calidad y lugar de trabajo de una organización, mediante sistemas visuales diseñados especialmente para compartir información mediante el sentido visual, sin la necesidad de decir alguna palabra. El principio fundamental de la Administración Visual es la prevención de la ocurrencia de errores a través de controles visuales, es decir, el establecimiento de medidas de respuesta rápida y de prevención de recurrencia que detengan con eficacia la generación de defectos y los resultados mediocres antes de que tengan oportunidad de producirse. (Igarashi, 1993)

Los elementos de control se dividen en seis categorías:

- ✚ Control de procesos y entregas.
- ✚ Control de Calidad.
- ✚ Control del trabajo.
- ✚ Control de objetos.
- ✚ Control de equipos, útiles y accesorios.
- ✚ Control de metas de mejora.

2.2.8 Ingeniería Concurrente

La ingeniería concurrente, también llamada por muchos autores ingeniería simultánea, es un fenómeno que aparece a principios de la década de los ochenta en el Japón y que llega a Europa a través de América, fundamentalmente Estados Unidos, a finales de esa misma década.

Se define como el proceso integrado del desarrollo de un producto nuevo buscando que los departamentos participantes en la toma de decisiones en las fases iniciales del proyecto tengan en cuenta los requerimientos que repercutirán en las áreas que intervendrán mas tarde en el proyecto, tanto internas como externas.

La ingeniería concurrente que ahora se aborda es una filosofía basada en sistemas informáticos y, como la gran mayoría de estos sistemas, su aportación fundamental consiste en una muy evolucionada forma de tratar la información disponible.

Bajo esta idea se han planteado diversas posibles definiciones pero quizá la que mejor responde a esta idea es:

"Filosofía de trabajo basada en sistemas de información y fundamentada en la idea de convergencia, simultaneidad o concurrencia de la información contenida en todo el ciclo de vida de un producto sobre el diseño del mismo".

2.2.9 Integración de los Empleados (Employee Involvement)

Esta técnica consiste en un grupo de personas quienes se reúnen periódicamente para analizar y resolver problemas relacionados con la calidad y algunos otros dentro de su área de trabajo. Generalmente, el grupo debe estar formado por gente que se desempeña en la misma área o realicen trabajos similares, de tal manera que los problemas que sean seleccionados resulten familiares para todos los miembros del equipo. (Dejar, 1991)

Los objetivos de los grupos de integración son los siguientes.

- ✚ Reducir errores y reforzar la calidad.
- ✚ Inspirar un trabajo en equipo mas efectivo.
- ✚ Promover la integración del trabajo.
- ✚ Incrementar la motivación del empleado.
- ✚ Crear una capacidad para la solución de problemas.
- ✚ Establecer una actitud de prevención de problemas.
- ✚ Mejorar la comunicación.

- ✚ Desarrollar una relación armoniosa empleado/administrador.
- ✚ Promover el desarrollo personal y el liderazgo.
- ✚ Desarrollar una mayor conciencia de seguridad.
- ✚ Promover la reducción de costos.

2.2.10 Kaizen

Kaizen significa mejora, la aplicación de mejora le corresponde a todos los miembros de la organización desde la gerencia hasta los trabajadores. La filosofía Kaizen parte de la idea que todo lo que nos rodea en nuestra vida laboral y privada es susceptible a mejora y vale la pena intentarlo.

El trabajo para los gerentes Japoneses, tiene dos componentes importantes: el mantenimiento y la mejora de los estándares establecidos; a su vez, la subdividen en otras dos dimensiones: la innovación y el Kaizen, tal como se muestra en la figura (Imai, 1990)

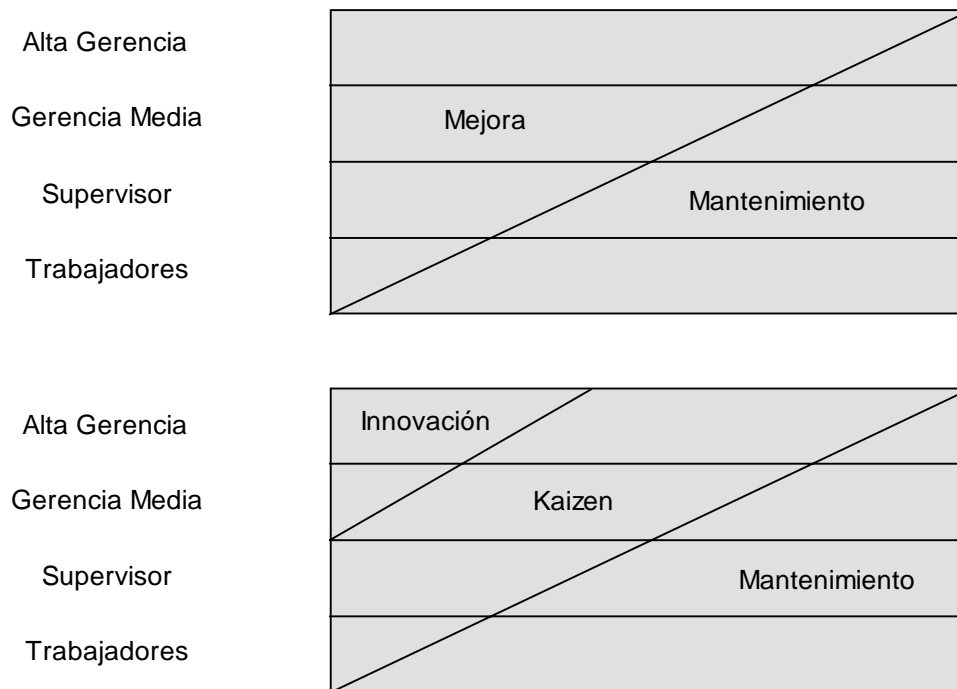


Fig. 2.3 Funciones de la gerencia japonesa

LOGÍSTICA ESBELTA

3.1 ANTECEDENTES

La logística de negocios es un campo relativamente nuevo en el estudio de procesos, comparado con los tradicionales como la producción, el marketing, entre otros. La logística de negocios busca un concepto de dirección coordinada de las actividades relacionadas, en vez de la práctica histórica de manejarlas por separado, además de que el concepto de Logística añade valor a los productos o servicios esenciales para la satisfacción del cliente y para las ventas.

La Logística es la parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes.

Como podemos darnos cuenta la logística se ocupa del flujo de los servicios, así como de los bienes físicos que representan una área de crecientes oportunidades de mejora. Sin embargo, la definición implica que la logística es una parte del proceso de la cadena de suministros.

La administración de la cadena de suministros (SCM) se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo. (Mentzer, et.al., 2001)

3.2 CONCEPTO DE LOGÍSTICA ESBELTA

En la practica la Logística de Esbelta y la administración de la cadena de suministros están muy ligadas, en muchos aspectos promueven la misma misión: "Llevar los bienes o servicios adecuados al lugar adecuado, en el momento adecuado y en las condiciones deseadas", bajo un enfoque de eliminar aquellas actividades que no agregan valor a dichos productos con el objetivo de proveer la mejor calidad, costos bajos y entregas a tiempo a los clientes, a la vez que se consigue la mayor contribución a la empresa. (Ballow, 2004)

3.3 ELEMENTOS DE LA LOGÍSTICA ESBELTA

Como ya se ha mencionado, un sistema de Producción Esbelta requiere que todas las partes necesarias sean entregadas donde son necesitadas, cuando sea necesario y en las cantidades necesarias.

La Logística Esbelta contiene varios puntos como la eliminación de desperdicio, producción estratégica, control y mejoramiento de la calidad, participación de los trabajadores, compromiso de la administración, participación de los proveedores y transportación ordenada.

Sin un sistema Logístico capaz y eficiente, es imposible obtener los beneficios de la Manufactura Esbelta. Existen investigaciones que expresan que la tendencia mas significativa en el diseño y ejecución de sistemas Logísticos de hoy es el creciente énfasis en las estrategias de Logística Esbelta.

Cualquier desperdicio que pueda ser eliminado en los sistemas logísticos de las empresas podrá traducirse en ahorros sustanciales en los costos y en un ambiente favorable.

Con todo lo anterior, los elementos que intervienen en el desarrollo de la Logística Esbelta son cuatro: Sistemas de Producción, Sistemas de Distribución Internos, Sistemas de Transportación y la Relación Cliente-Proveedor. Estos elementos de manera integral con la Manufactura Esbelta, permiten el desempeño de la Logística Esbelta.

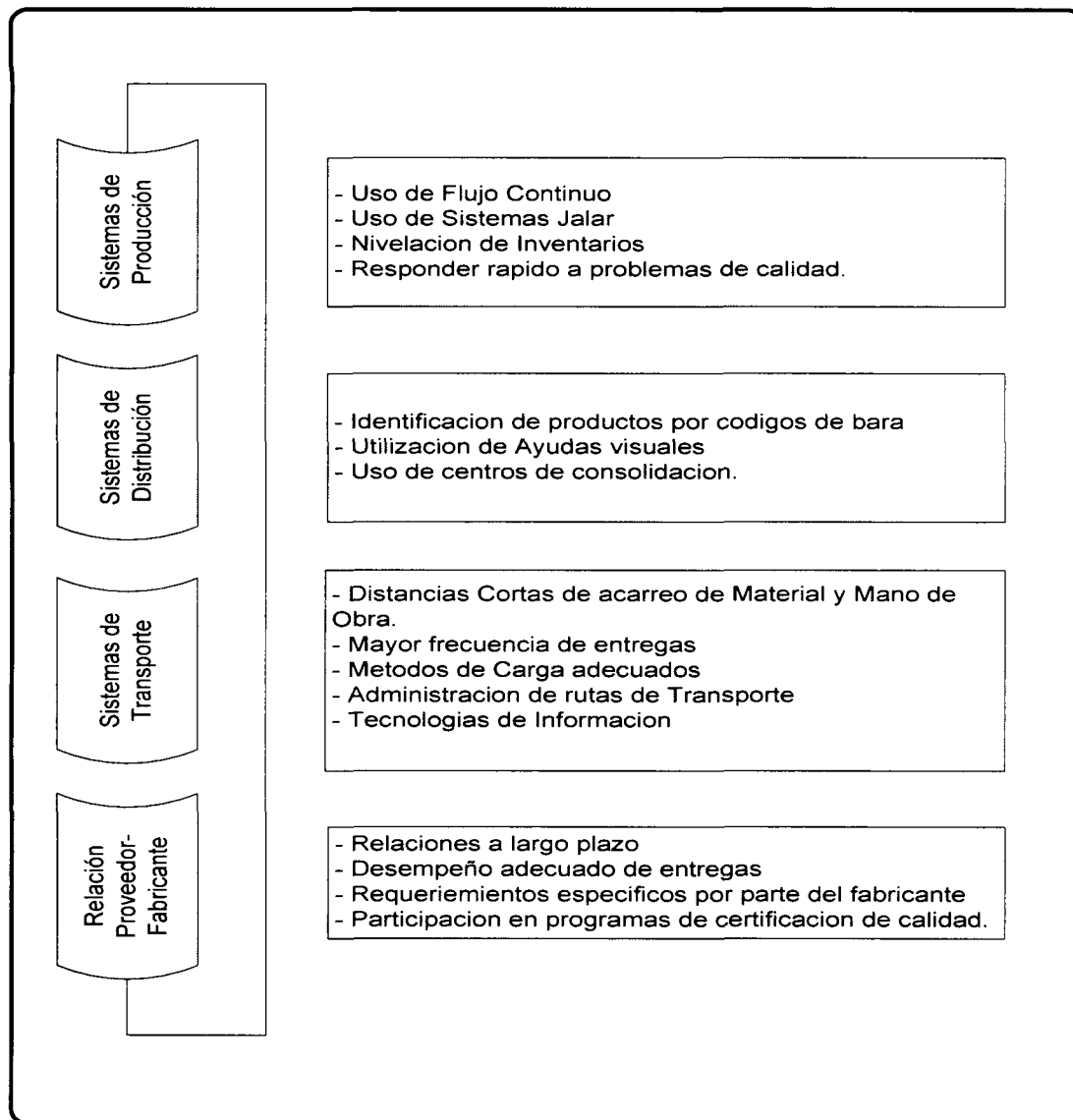


Fig. 3.1 Elementos que Integran un Sistema Logístico Esbelto

3.3.1 Sistemas de Producción

Es importante que exista una coordinación en las formas de producción tanto de los proveedores, como del cliente mismo, de manera que la organización de las operaciones ocurra cuando sean necesarias, para que se entreguen productos con la calidad acordada.

El objetivo de un sistema de Producción Esbelto es trabajar con lotes pequeños y entregas Justo a Tiempo. La reducción de inventarios es el resultado de la adopción de Manufactura Esbelta.

Existe una variedad de conceptos esbeltos que son aplicables a los sistemas de producción, como el uso de flujo continuo, sistema de producción Jalar, que ya se definieron en los capítulos anteriores, además de nuevos términos como lo son, la nivelación de inventarios y respuesta rápida a problemas de calidad.

3.3.2 Sistemas Internos de Distribución

Uno de los enfoques de la Logística esbelta esta dirigido hacia el flujo de material y no al almacenamiento de este. Las facilidades de recibo centrales están siendo eliminadas a favor de establecer capacidades muy limitadas adyacentes al punto de uso, lo que significa no tener más material que el mínimo requerido para su operación fluida.

Para que se mueva de una manera rápida y eficiente la producción es importante contar con dispositivos que permitan el flujo continuo. El uso de contenedores esbeltos, la utilización de ayudas visuales y el uso de almacenes externos son elementos del sistema de distribución que intervienen en el desarrollo de una Logística Esbelta.

3.3.3 Sistemas de Transporte

La eficiencia del sistema de producción depende de transportar partes de manera ordenada y a tiempo. Como resultado, proximidad cercana con el proveedor es deseable.

Es muy importante para los productores controlar su transporte de entrega para asignar las partes a ser establecidas a tiempo dentro de los límites establecidos.

Dentro de las actividades que se recomienda llevar a cabo, están las distancias de transporte, frecuencia y tiempos de entrega, administración de las rutas de transporte, compartir planes de producción y las relaciones entre el cliente y el transportista.

3.3.4 Relación Proveedor – Fabricante

Existen muchas investigaciones que nos indican que se requiere una relación especial entre los proveedores y el departamento de compras de una empresa. La relación entre el proveedor y el comprador deberá ser la de una sociedad cooperativa donde ambas partes trabajaran juntas para construir un futuro prospero. Algunas de las características de dicha relación deberán incluir aspectos tales como: Contratos a largo plazo, mejoras en las actualizaciones de ordenes, mejoras en calidad, flexibilidad de ordenes, ordenes frecuentes de lotes pequeños y mejora continua en la sociedad.

ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR

4.1 ANTECEDENTES

La administración de la cadena de valor es un proceso de planeación y liga de conceptos esbeltos a través de una captura y análisis sistemático de los datos. Existen datos históricos de que las ultimas 500 empresas que han implementado esta metodología no solo han sido exitosas en sus procesos de manufactura esbelta, sino que los han mantenido. Esta metodología puede ser aplicada en cualquier proceso de manufactura.

Consta de 8 pasos estructurados de manera que permitan a las organizaciones seguir paso a paso el curso de sus esfuerzos de mejora.

4.2 OBJETIVO

El objetivo principal de la administración de la cadena de valor (*Value Stream Management*) es maximizar el flujo de valor a lo largo del proceso mediante la eliminación sistemática de los desperdicios.

Estos desperdicios son los mismos que han sido identificados por el pensamiento esbelto: sobreproducción, transporte, movimiento, esperas, operaciones asociadas al proceso, inventario, defectos.

4.3 VENTAJAS DE LA ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR (ACV)

- ✚ La administración de la cadena de valor busca transformar a la empresa en una empresa esbelta a través de una estructura visual que haga que la esbeltez de las funciones del equipo de trabajo, lo hagan más efectivo.
- ✚ Brinda una clara y precisa comunicación entre la administración y el equipo de producción en relación al flujo de materiales e información.
- ✚ Uso de Herramientas visuales como el storyboard.
- ✚ Busca que todos los involucrados participen en la planeacion desde el inicio hasta el término.
- ✚ Uso de revisiones y reportes administrativos.
- ✚ Es una manera eficiente de tener comunicación visual.
- ✚ Los cambios y actualizaciones se pueden observar en cuanto ocurren.

4.4 PASOS DE LA ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR

Como mencionamos anteriormente la metodología consta de 8 pasos, los cuales serán brevemente descritos a continuación.

4.1.1 Compromiso con “Lean”

Esta etapa de la ACV es un proceso de sensibilización hacia todo lo relacionado a la metodología y los conceptos que la sustentan.

Se debe mostrar a los directivos la necesidad de eliminar los desperdicios mediante comparaciones con la competencia, cartas de quejas de los clientes, tendencias del precio del mercado, etcétera.

En esta etapa se debe identificar al “*champion*” quien será el encargado de liderar cada una de las iniciativas lean.

Después se debe establecer un equipo guía el que ayudará a implementar las iniciativas a lo largo de la organización.

Una vez nombrado el *champion* y el equipo guía es momento de arrancar el proyecto ACV.

La siguiente etapa es ir al piso de la planta, con la finalidad de ver la problemática desde otra perspectiva y tener la foto completa de la situación de la operación cotidiana.

4.4.2 Escoger el flujo de valor a analizar

Las compañías de manufactura sobreviven porque transforman materia prima en producto terminado que sus clientes valoran dependiendo de las características que ellos aprecian.

El concepto de flujo de valor consta de todo aquello (incluyendo las actividades que no añaden valor) que hace posible tal transformación. Como comunicación, transporte y manejo de materiales, planeación y control de la producción, la red de procesos y operaciones a través de las cuales material e información fluye en tiempo y espacio a medida que ocurre la transformación.

Con la finalidad de seleccionar el flujo de valor se puede hacer uso de varias herramientas como el análisis cantidad de producto (PQ), que trata de hacer un gráfico de Pareto con el propósito de determinar cuales son los productos que representan la mayor ganancia para la compañía.

Otra técnica es el análisis de la ruta de productos, que consiste en determinar aquellos productos que tienen operaciones en común, después se agrupan en familias y se analiza la ganancia que representan para la compañía.

4.4.3 Aprender acerca de “Lean”

En este paso deben definirse los conocimientos y habilidades necesarias para implementar las prácticas de la ACV.

Para todas las deficiencias encontradas se debe establecer un plan de entrenamiento, una vez diseñado el plan de entrenamiento se procede con la realización del entrenamiento, se evalúan los resultados y se retroalimenta cuando es necesario.

4.4.4 Mapear el estado actual

Esta etapa consiste en recolectar datos y mostrar gráficamente el flujo de material e información como actual en la cadena de valor.

Con la finalidad de facilitar esta tarea se hace uso de un formato y simbología estándar (Storyboard). Este muestra toda la información relevante para detectar los desperdicios en los procesos de la cadena de valor.

Este mapeo debe estar basado en la información y observación de piso de taller más que en descripciones de los gerentes, quienes generalmente nos indican como debería ser la operación y no como es realmente.

4.4.5 Identificar métricas Lean

Las métricas lean son una forma simple de medir el grado actual de esbeltez en el proceso y nos muestran un punto de referencia para medir el desempeño de la cadena de valor.

El uso técnicas visuales nos proporciona una serie de ventajas, ya que exponen claramente las áreas de oportunidad para mejorar, permiten estimar el potencial de mejora, establecen las prioridades de la compañía y la forma en la cual se evaluará el avance.

4.4.6 Mapear el estado futuro

En esta etapa se debe realizar un plano de las metas o niveles de mejora que queremos alcanzar con la implementación de la ACV.

Es necesario tener en cuenta este mapeo siempre que se realice una evaluación de los avances alcanzados.

4.4.7 Crear planes “Kaizen”

Establecer planes de mejora Kaizen que permitan mejorar los procesos identificados como susceptibles de mejora dentro de la cadena de valor.

4.4.8 Implementar Planes “Kaizen”

Establecer un calendario que muestre claramente el desempeño de los planes Kaizen, sus logros y las metas propuestas, con el fin de llevar un control adecuado de los esfuerzos.

METODOLOGIA PARA LA APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR Y LOGISTICA ESBELTA EN LA CONSTRUCCION

5.1 OBJETIVO

En los capítulos anteriores, se describen una serie de conceptos y herramientas aplicadas en la industria de manufactura que han tenido resultados muy aceptables en cuanto a la reducción de desperdicios y el incremento de la productividad, el objetivo de este apartado es tomar como base fundamental los conceptos de Logística Esbelta y la metodología de Administración de la Cadena de Valor para reducir los costos y desperdicios en la Industria de la Construcción, particularmente en la construcción de viviendas en serie.

5.2 METODOLOGIA

Este estudio se enfocará básicamente a la logística en los sistemas internos de distribución, es decir, se atacará el flujo de materiales desde Almacén hasta el sitio de la obra.

A continuación se propone una metodología para identificar y reducir los desperdicios de materiales en el proceso de producción de viviendas en serie:

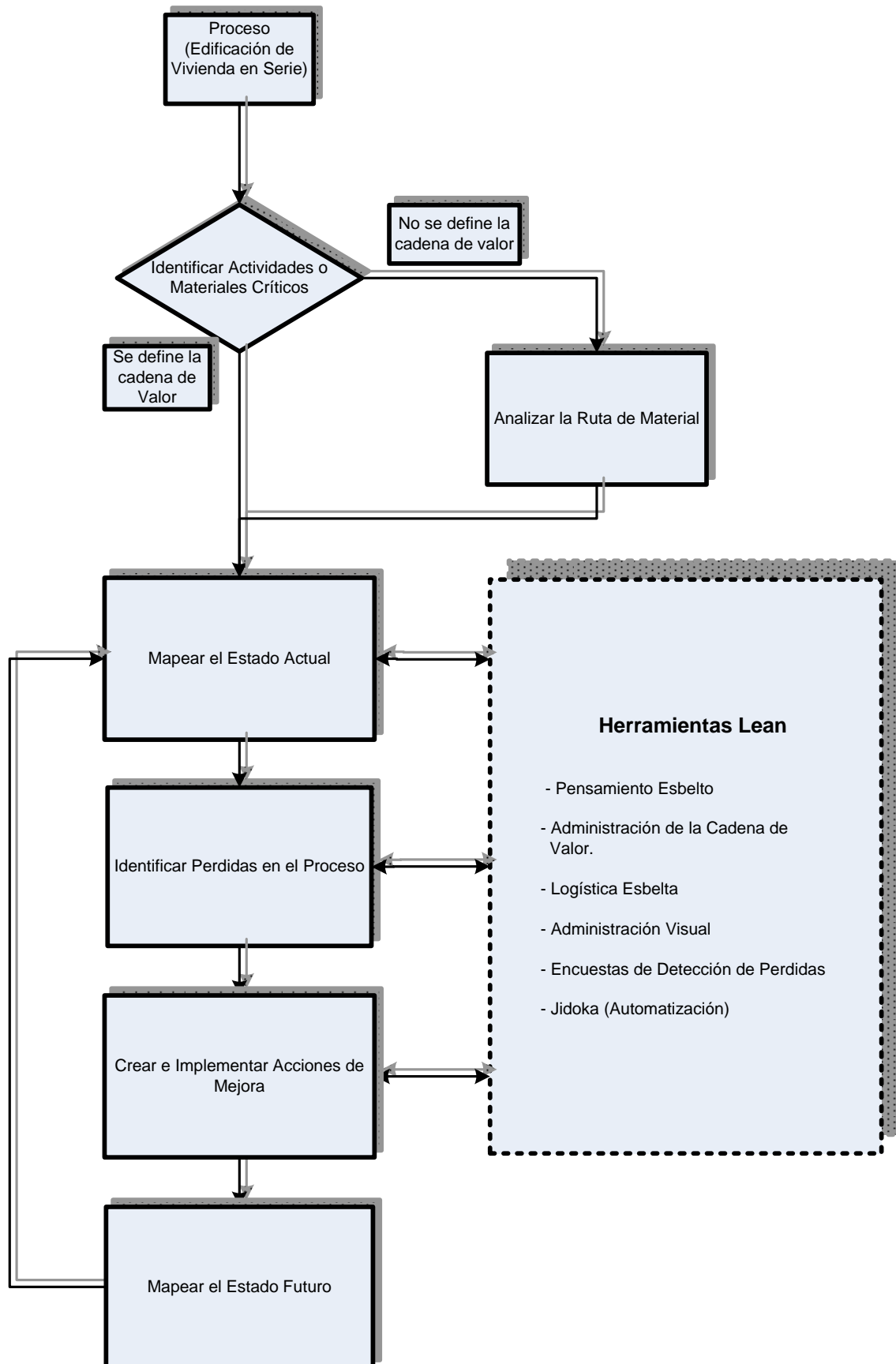


Fig. 5.1 Metodología de Aplicación de Administración de la Cadena de Valor y Logística Esbelta

5.2.1 Identificar Actividades o Materiales Críticos

Como primer paso se debe identificar la cadena de valor a analizar, se recomienda realizar un análisis de cantidad de materiales, el cual consiste en hacer un gráfico de Pareto para identificar el 20% del flujo de materiales que nos represente un 80% del costo de la vivienda.

En base al presupuesto se identifica el costo de las actividades y se vacían en una tabla en orden descendente, para posteriormente obtener el porcentaje que representa cada actividad del costo total. Como resultado nuestras actividades de interés serán aquellas que en conjunto representen el 80% del costo del proyecto.

TABLA DE IDENTIFICACION DE LAS ACTIVIDADES O MATERIALES CRITICOS					
#	Actividad	Costo	Costo Acumulado	%	% Acumulado
1	X	\$X	\$X	$\frac{\$X}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots+\$Xn)}$	%X
2	X1	\$X1	$\$X+\$X1$	$\frac{\$X1}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots+\$Xn)}$	%X+%X1
3	X2	\$X2	$\$X+\$X1+\$X2$	$\frac{\$X2}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots+\$Xn)}$	%X+%X1+%X2
4	.	.	.	.	.
5	.	.	.	.	.
6	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.
10	Xn	\$Xn	$\$X+\$X1+\$X2+\dots+\Xn	$\frac{\$Xn}{(\$X+\$X1+\$X2+\dots+\$Xn)}$	%X +%x1+ %X2+...%Xn

Fig. 5.2 Tabla de Identificación de Actividades o Materiales Críticos

Cabe mencionar que en ocasiones se podrá encontrar más de una actividad crítica por lo que quedará a consideración del encargado del estudio la decisión de elegir la actividad de mayor porcentaje o un conjunto de varias actividades que representen un porcentaje de pérdidas considerable.

5.2.2 Analizar la Ruta del Material

Cuando no tenemos resultados muy claros en el análisis de actividades o materiales críticos propuesto anteriormente, se procederá a un segundo análisis que consiste en identificar que actividades o materiales de las que son mas criticas tienen un proceso similar o su flujo esta relacionado. Con esto se agrupan y la suma de la variable de interés de estas, se considerará como una sola. Este paso se realizara únicamente cuando no quede definida completamente en la etapa anterior la cadena de valor a analizar.

5.2.3 Mapear el Estado Actual

Una vez definidas la(s) actividad(es) de interés, se deberá realizar el mapeo de los procesos de cada una de ellas, el objetivo es recolectar la mayor cantidad de datos que ayuden a identificar las deficiencias en los procesos. Es de mucha importancia que el observador “se meta en la actividad”, es decir, ponerse en el lugar de la persona que esta realizando la actividad para que obtenga resultados más efectivos. En manufactura esta técnica es muy conocida, lo que llaman “meterse en la pieza”, lo que les ayuda a identificar las deficiencias que tiene una pieza en su periodo de operación.

A continuación se propone una serie de recomendaciones para lograr un mapeo exitoso:

1. Planear con el equipo de trabajo las actividades previas, así como prever los posibles inconvenientes que se presenten.
2. Realizar una visita de campo para observar detenidamente las operaciones y recolectar la mayor cantidad de datos del estado actual. Es de utilidad hacer un *Checklist* previo para definir las métricas que serán de mayor utilidad en el análisis del proceso. Se deben tomar de 7 a 10 Atributos que representen el mayor grado de importancia en el proceso.

3. Reagruparse con el equipo de trabajo para analizar y discutir los resultados obtenidos así como para asegurarse de que hayan recopilado toda la información necesaria.

Es muy importante que una vez en la obra se tomen las siguientes precauciones:

1. Comunicar a todas las áreas que se hará el estudio, antes de ir a la obra.
2. Dar las instrucciones necesarias al llegar a la obra, para que los trabajadores sepan lo que se esta realizando.
3. Explicar a los trabajadores el propósito del estudio.
4. Respetar el área de trabajo de las personas y agradecer su colaboración.

Los pasos a seguir para el mapeo del proceso son los siguientes:

1. Se recomienda establecer iconos que representen a cada una de las partes que se involucran en el proceso esto con el fin de estandarizar la mecánica (almacén, sitio de la obra, producción, factores externos, entre otros), se debe ubicar en la parte izquierda el proveedor, en el centro los procesos y en la derecha el cliente o receptor.
2. Dibujar un cuadro debajo del icono del cliente donde se registraran sus necesidades ya sean diarias, semanales, por tipo de producto, etc.
3. Identificar datos de envíos y entregas.
 - ✚ Dibujar un icono de transporte debajo del icono del cliente e indicar con que frecuencia se requiere el material.
 - ✚ Dibujar debajo del icono de transporte un icono de material y una línea que indique la dirección que este lleva.

- + Dibujar un icono de transporte debajo del icono de proveedor e indicar la frecuencia con que sale el material y trazar una línea desde el proveedor a través del icono de transporte del proveedor hacia donde se dibujarán los iconos que representen las etapas del proceso.

 4. Dibujar en la parte inferior del mapa todas las actividades que se realizan en el proceso en orden cronológico, representar cada actividad con un icono y etiquetarlos.
 5. Indicar los atributos o características de cada actividad debajo de cada icono, indicar las actividades que agregan valor y las que no agregan valor a la actividad, así como la información que sea útil para identificar las posibles deficiencias. (Se recomienda anotar tiempos muertos, horas de comida, total de horas de la jornada de trabajo, en la esquina superior derecha de la hoja.)
 6. Indicar por medio de flechas como el flujo de información entre el cliente y el proveedor incluyendo las relaciones que tienen cada una de las actividades.
 7. Indicar tiempos o duraciones de cada actividad

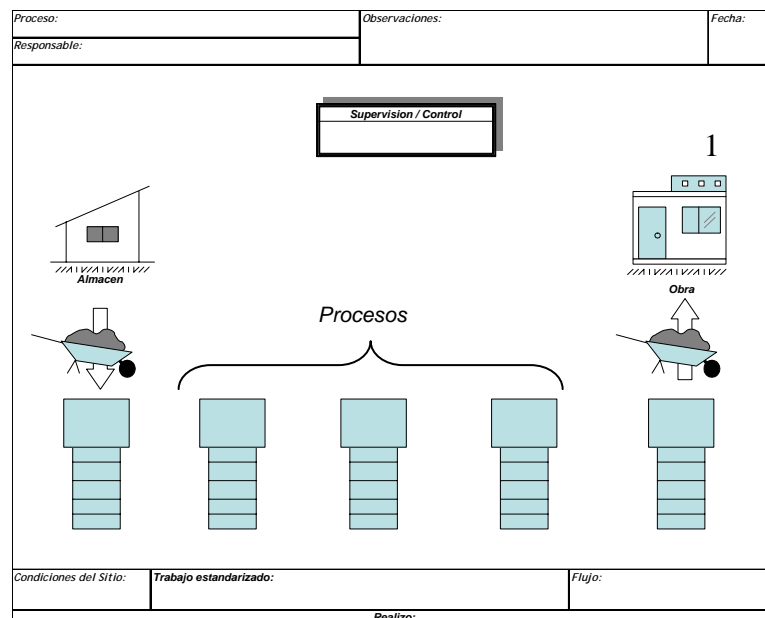


Fig. 5.3 Hoja de Mapeo de Procesos

5.2.4 Identificar Pérdidas en los Procesos

Esta etapa prácticamente consiste en realizar un inventario de las deficiencias o pérdidas que se observen en el proceso una vez realizado el mapeo correspondiente, se deben especificar los aspectos que se van a analizar y que fueron previamente identificados en la etapa anterior.

Se debe realizar un muestreo en campo, específicamente de los puntos críticos en el proceso en base a la observación y encuestas al personal encargado.

Es de vital importancia la cooperación del personal involucrado ya que la experiencia que tienen con relación a los problemas mas frecuentes será de mucha utilidad.

5.2.5 Crear e Implementar Acciones de Mejora.

Una vez identificadas las pérdidas o deficiencias en el proceso se realizará un análisis bajo el concepto del pensamiento esbelto, donde se identifican las actividades que agregan valor y las actividades que no agregan valor al proceso, se identifican las causas que originan las pérdidas con el objetivo de realizar un cuadro de observaciones que indique las acciones necesarias para minimizar al máximo las actividades que no agregan valor.

5.2.6 Mapear el Estado Futuro.

Una vez definidas las acciones que se tomarán para corregir y eliminar las actividades que no agregan valor al proceso se procede a realizar las modificaciones en el flujo futuro del proceso, para ello se realizará un mapeo del estado futuro del proceso que deberá incluir las modificaciones hechas previamente. Con esto se podrán medir los beneficios que se obtuvieron con las acciones de mejora e identificar nuevas posibles áreas de oportunidad para mejorar el proceso.

Es muy importante que en las modificaciones que se hagan en el proceso se tomen en cuenta tres aspectos:

- ✚ Demanda Interna: tomar en cuenta la demanda de materiales, requerimientos de calidad y los tiempos de suministro.

- ✚ Flujo Continuo: Buscar continuidad en el flujo de los materiales, estandarizar y reducir la variabilidad para que se reciba el producto correcto, en la cantidad exacta y en el tiempo adecuado.

- ✚ Nivelar el flujo: Distribuir el material en cuanto tipo y volumen con el objetivo de reducir el inventario.

APLICACIÓN DE ADMINISTRACION DE LA CADENA DE VALOR Y LOGISTICA ESBELTA EN EL PROCESO DE SUMINISTRO DE MATERIALES EN LA EDIFICACION DE VIVIENDA EN SERIE.

6.1 Objetivo

El objetivo de este capítulo es dar a conocer al lector, la utilidad de la metodología propuesta en el capítulo anterior y los beneficios que proporcionan las herramientas utilizadas en la reducción de pérdidas y desperdicios de materiales en la red interna de distribución de una empresa constructora.

6.2 Antecedentes

En los últimos años la industria de la construcción se ha interesado por implementar nuevas prácticas e ideologías que ayuden a incrementar la productividad en sus procesos, conceptos como Calidad, Mejora Continua, Pensamiento Esbelto, entre otros, se han venido adecuando a los procesos de la industria de la construcción. La metodología propuesta en el capítulo anterior se ha implementado en una empresa inmobiliaria que se especializa en la edificación de viviendas en serie, en la ciudad de Monterrey Nuevo León.

CONPROCASA, es una empresa dedicada a la construcción y promoción de viviendas desde el 2002. Para la aplicación de la Metodología se eligió como objeto de estudio el

fraccionamiento de casas de Nivel medio “Arboledas de Santa Rosa” ubicado a las afueras del municipio de Apodaca, Nuevo León, dicho fraccionamiento contará con viviendas de 55, 98 y 121 m² de superficie construida sumando un total de 191 viviendas en su primer etapa. La empresa tiene una producción anual de aproximadamente 1000 viviendas y ha implementado diferentes programas de mejora continua en su departamento de construcción.

6.3 Metodología

Para ilustrar los beneficios de la metodología propuesta en el capítulo anterior, se implementó en el suministro de materiales de las viviendas de 121 m² de construcción en el fraccionamiento antes mencionado. A continuación se describen paso a paso las actividades realizadas, así como los resultados obtenidos:

6.3.1 Identificación de Materiales Críticos

Como primer paso se realizó una entrevista con el departamento de presupuestación para obtener información relacionada con la cantidad de materiales por vivienda, así como los precios de los diferentes materiales que componen la vivienda.

Esto con el fin de identificar los materiales que representan mayor importancia en cuanto a costo y volumen en la vivienda, de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA DE ANÁLISIS DE MATERIALES						
#	Material	Costo	Costo Acumulado	% de incidencia	%	% Acumulado
1	Vigueta y bovedilla en losa de entrepiso	\$13,681.57	\$13,681.57	8.81	16.58	16.58
2	Block #6, 2H, curado a vapor, R-40	\$12,938.72	\$26,620.29	8.34	15.68	32.27
3	Concreto premezclado, F'c=200 Kg./cm ²	\$11,625.50	\$38,245.79	7.49	14.09	46.36
4	Cemento gris, (bulto de 50 Kg.)	\$7,788.40	\$46,034.19	5.02	9.44	55.80
5	Piso cerámico color arena de 0.33 x 0.33 M. modelo Roma	\$5,640.26	\$51,674.45	3.63	6.84	62.63
6	Varilla corrugada de 1/2", F'Y=4200	\$4,520.34	\$56,194.79	2.91	5.48	68.11
7	Armax 15-15-4 x 6 ml	\$4,515.77	\$60,710.56	2.91	5.47	73.58
8	Concreto premezclado, F'c=100 Kg./cm ²	\$3,987.40	\$64,697.96	2.57	4.83	78.42
9	Cierzo blanco (bulto de 40 Kg.)	\$8,019.94	\$72,717.90	1.95	3.66	82.08
10	Varilla corrugada de 3/8", F'Y= 4200	\$2,830.32	\$70,548.22	1.82	3.43	85.51
11	Concreto premezclado, F'c=150 Kg./cm ²	\$2,561.82	\$73,110.04	1.65	3.11	88.61
12	Puerta corrediza de 1.70 x 2.13 m.	\$2,290.00	\$75,400.04	1.48	2.78	91.39
13	Retroexcavadora	\$2,233.72	\$77,633.76	1.44	2.71	94.10
14	cemento azulero, (bulto de 40Kg.)	\$1,861.44	\$79,495.20	1.20	2.26	96.35
15	Paquete sanitario color blanco, mod. Novara, lavabo de pedestal y sanitario de labio corto	\$1,573.40	\$81,068.60	1.01	1.91	98.26
16	Impermeabilizante, de 3 años (ata 19 lts.)	\$1,436.56	\$82,505.16	0.93	1.74	100.00

	Costo	Incidencia
Presupuesto Total=	\$155,217.36	100.00%
Costo de Materiales Seleccionados=	\$82,505.16	53.15%
Costo de Materiales a Analizar=	\$64,697.96	41.68%

Fig. 6.1 Tabla de Identificación de Materiales Críticos

En la tabla anterior se observa una muestra de 16 materiales de un total de 191, que son los que mas importancia representan en cuanto a costo en cada vivienda, de esta lista de materiales se seleccionaron los 8 primeros que representan el 78.42% del costo de la muestra y a su vez representan el 41.68 % del costo de la vivienda. Los materiales que se analizaron son: vigueta y bovedilla, block #6, Concreto premezclado $F^c=200\text{Kg./cm}^2$, Concreto premezclado $F^c=100\text{Kg./cm}^2$,Cemento gris , Varilla corrugada de 1/2 ", Armex 15-15-4 y Piso cerámico de 0.33 x 0.33m., el costo de estos materiales representa el 41.68 % del costo total de los materiales de la vivienda.

En la gráfica que aparece abajo, se puede observar el costo de cada una de las actividades y el porcentaje que representa con respecto al costo de la muestra.

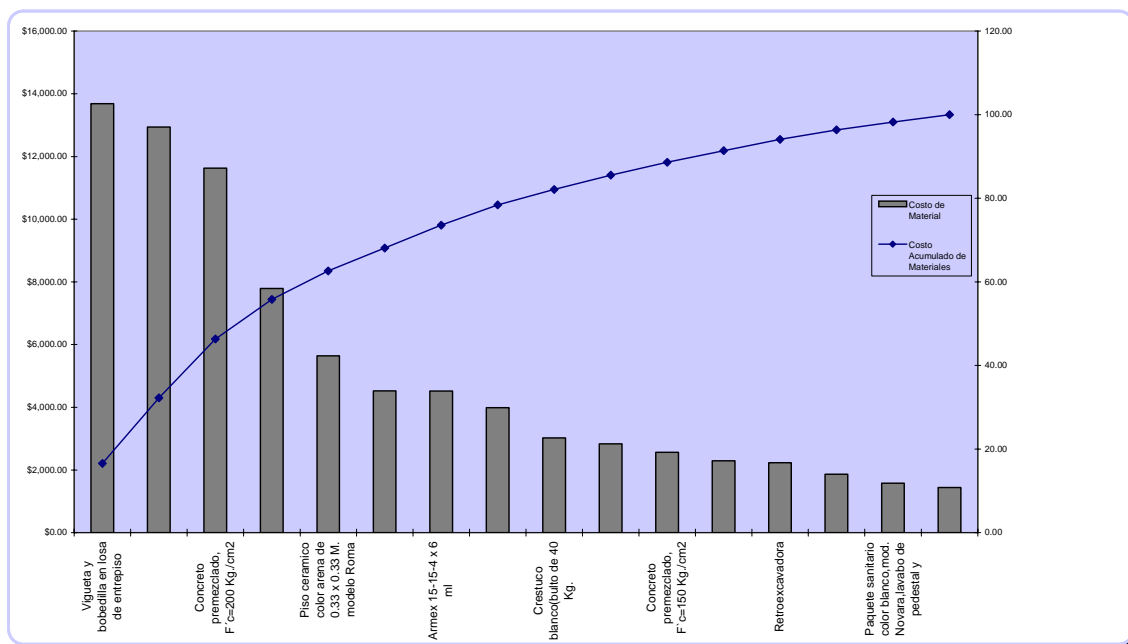


Fig.6.2 Grafica de Identificación de Materiales Críticos

Se debe hacer la observación que de un total de 191 materiales que intervienen en el proceso de construcción de cada vivienda, se están atacando solo 8, los que representan el 4.2% del total de materiales por vivienda.

6.3.2 Mapeo del Estado Actual

Para iniciar esta etapa, ya con los materiales a analizar definidos, se realizó una lista de los parámetros que se iban a tomar en cuenta en el análisis, teniendo como resultado los siguientes:

PARÁMETROS A CONSIDERAR EN EL PROCESO DE SUMINISTRO DE MATERIALES	
<input type="checkbox"/> Tiempo de orden de Salida	<input type="checkbox"/> Se cuantifica el material que se va a necesitar en el sitio
<input type="checkbox"/> Tiempo de arribo del Material	<input type="checkbox"/> Quien transporta el material
<input type="checkbox"/> Numero de Personas encargadas de almacen	<input type="checkbox"/> Uso adecuado en cantidades y proporciones
<input type="checkbox"/> Existe un programa de suministro de materiales	<input type="checkbox"/> Se reciclan los posibles sobrantes
<input type="checkbox"/> Como se transporta el material del almacen al sitio de la obra	<input type="checkbox"/> Existen depositos de sobrantes de material para uso posterior

Fig. 6.3 Parámetros a Considerar en el Suministro de Materiales

Una vez definidos los parámetros se realizaron observaciones en campo del estado actual del proceso de suministro de cada uno, donde se indica la demanda, duración de ordenes de salida, el tiempo en que se suministra el material, le personal encargado de hacer las requisiciones, así como los responsables de controlar el material.

Para el mapeo se siguió el procedimiento propuesto en el capítulo anterior, se analizó el proceso de suministro de cada material y se obtuvieron los resultados que se mencionan a continuación:

Vigueta y Bovedilla en losa de entepiso

Como primer paso se definieron los participantes en el proceso de suministro y se le indicaron iconos a cada uno de ellos, en la parte izquierda aparece el almacén, del lado derecho el sitio el sitio de la obra, donde se indica la cantidad de material que se suministra así como la frecuencia con que se hace. En el centro del diagrama se indican

los subprocesos que se realizan, desde la solicitud de la orden de salida pasando por la carga en almacén y transporte de material, hasta la descarga en el sitio de la obra. Debajo de cada subproceso se anotaron las actividades mas relevantes. En la figura siguiente se muestra el resultado del mapeo del proceso de suministro de vigueta y bovedilla.

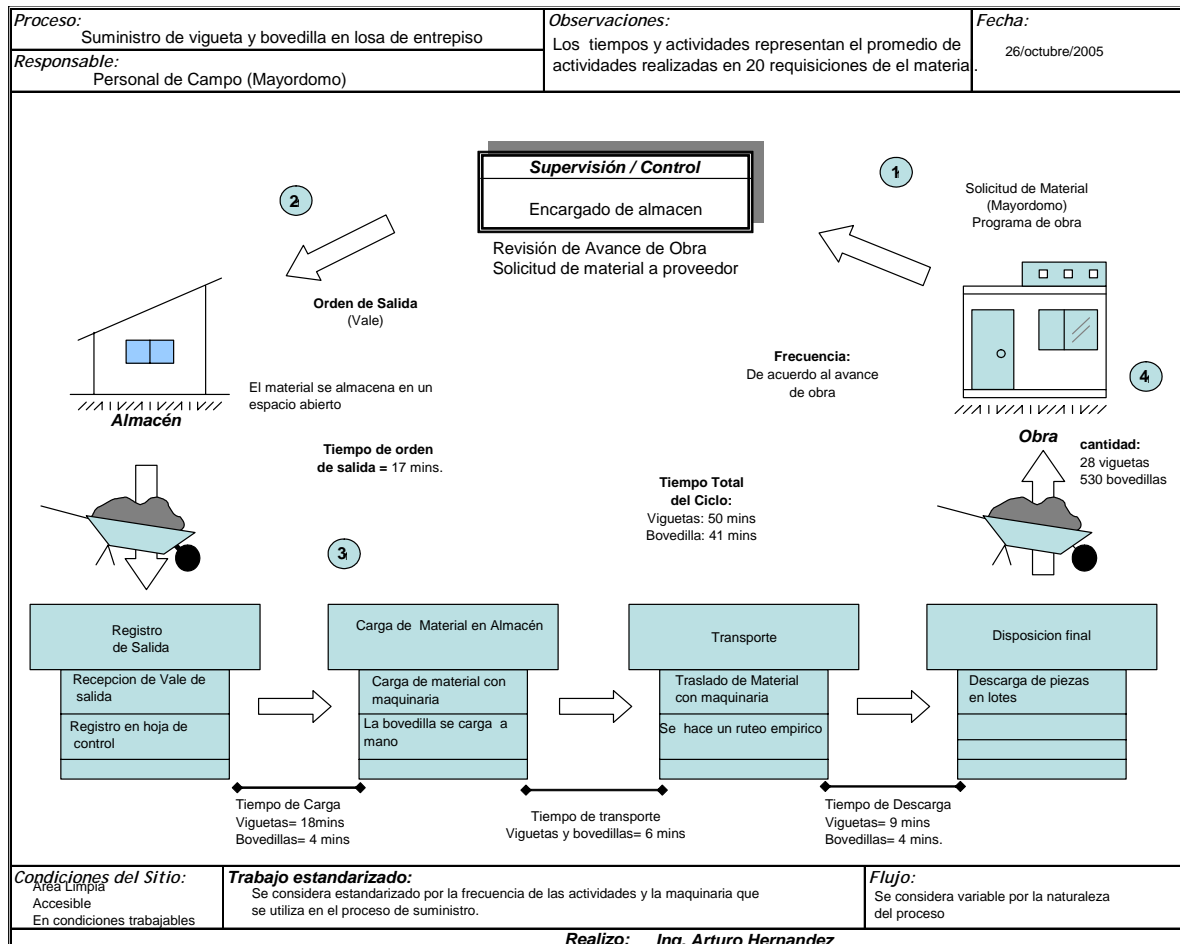


Fig. 6.4 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Vigueta y Bovedilla

El proceso inicia cuando el mayordomo asigna la actividad de colocación de vigueta y bovedilla de acuerdo al programa de actividades, con esto solicita la orden de salida de material al encargado de almacén, se transporta el material necesario con maquinaria pesada y se dispone en el lote donde se va a realizar la actividad.

Se puede observar que el material no se ubica dentro del área de almacén, sino que se tiene un área abierta aledaña para su almacenaje, en la etapa siguiente de la metodología se describen las observaciones hechas en cada una de las etapas del

proceso. Por otro lado se tiene la ventaja de que el proveedor absorbe el costo de desperdicio de material, por lo que las pérdidas en cuanto a costo de material son mínimas.

Estos mismos pasos se siguieron para mapear los procesos del resto de los materiales seleccionados, en las paginas siguientes se muestran los resultados de cada uno de ellos:

Block #6, 2H, curado a vapor, R-40

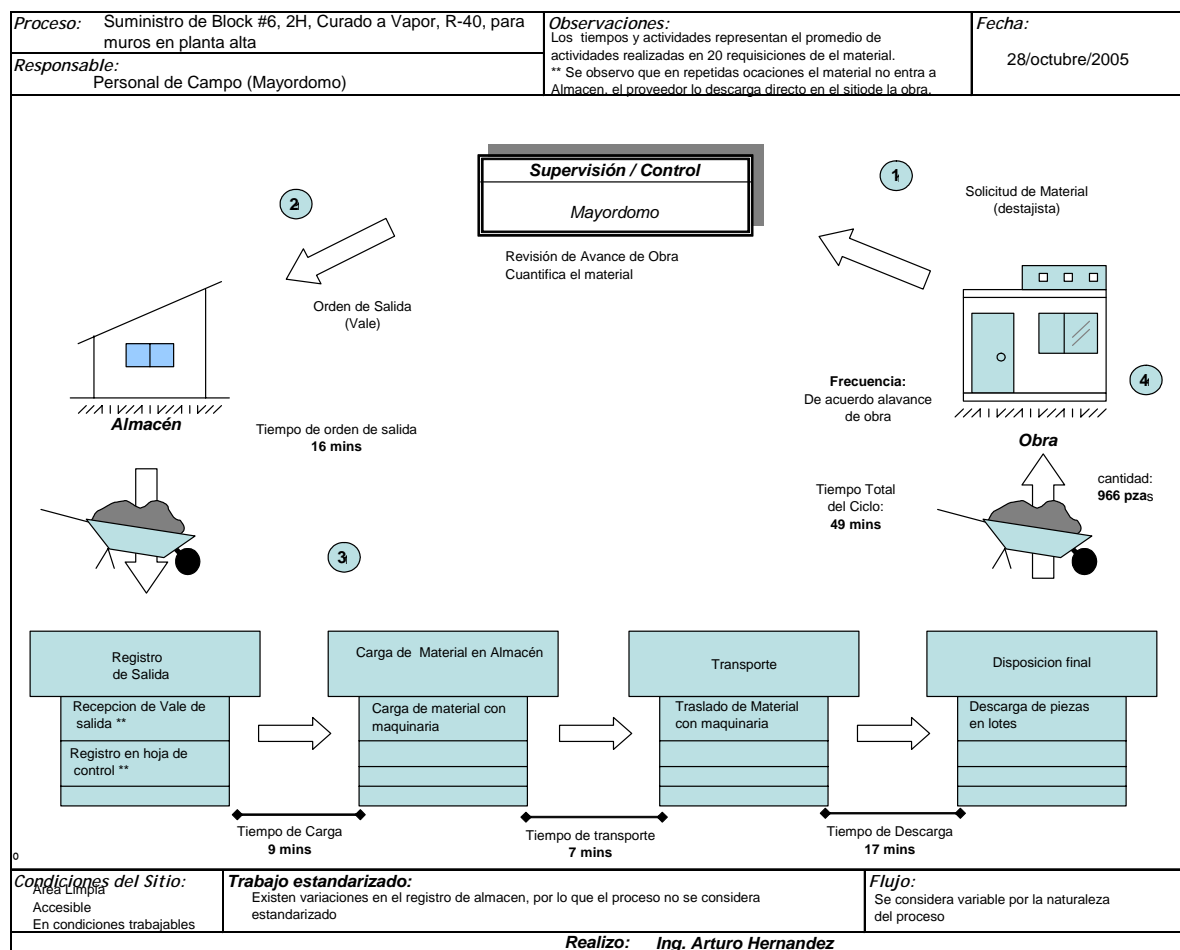


Fig. 6.5 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Block

Este proceso inicia con la solicitud del material del destajista al mayordomo quien cuantifica el material que se va a utilizar de acuerdo al avance de obra, entrega vale de salida, en almacén se registra la salida del material y el lote a donde se dirige, y se

manda el material en maquinaria pesada. En este proceso existe una variación pues en ocasiones el proveedor descarga el material directamente en el sitio de la obra, el almacenista registra cuanto llega mas no en donde se coloca, por lo que se considera que no esta estandarizado el proceso.

Concreto premezclado, $f'c = 200 \text{ kg./cm}^2$ y $Fc = 100 \text{ kg./cm}^2$

El suministro de este material tiene un proceso distinto debido al manejo que se le debe dar, el mayordomo en colaboración con el almacenista hacen el programa de suministro y la requisición a la planta, el concreto llega desde la planta, el tiempo de transporte representa el tiempo que tarda el material desde que el camión sale la planta hasta su llegada a la obra. Los tiempos indicados en el mapeo se realizaron para la colocación de concreto en losa de entrepiso, y se considero que las actividades son las mismas para los diferentes elementos de la vivienda que contengan concreto premezclado. Los resultados se observan a continuación:

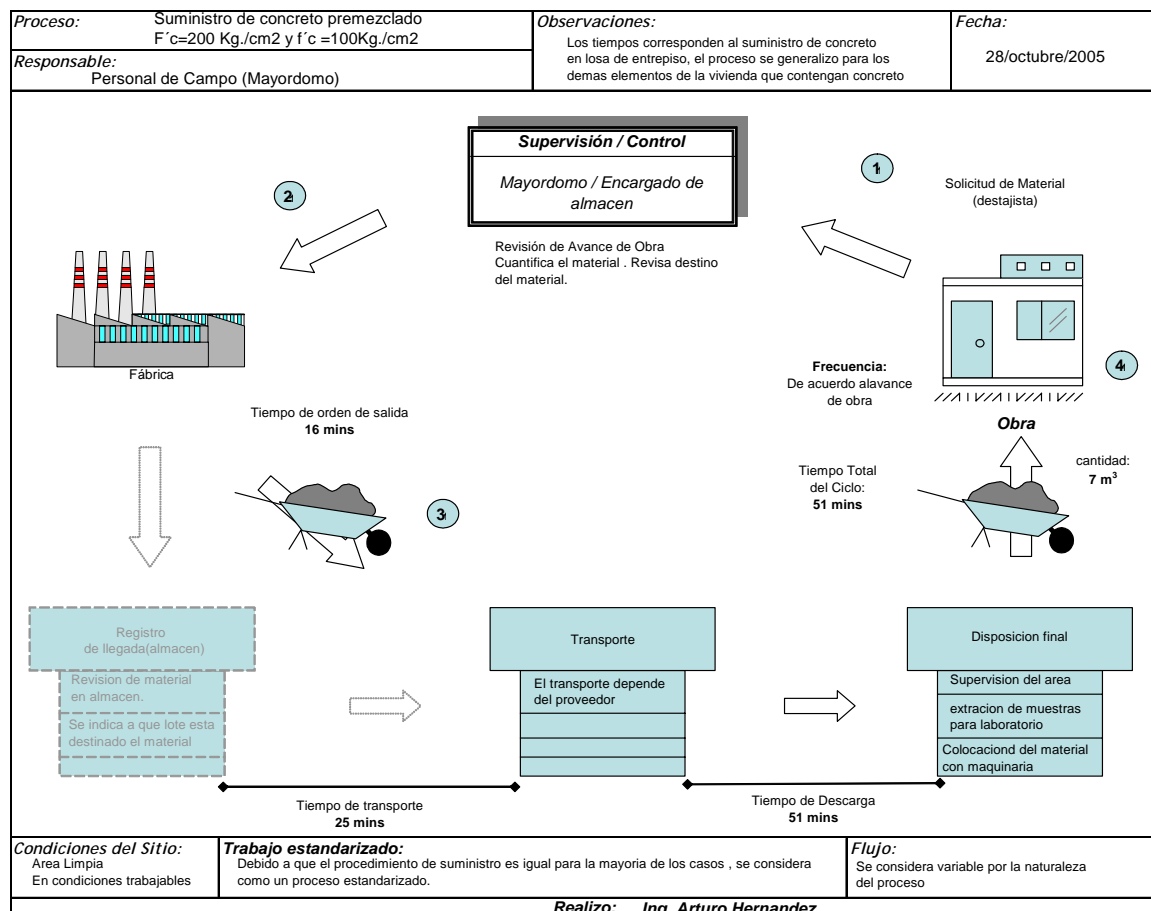


Fig. 6.6 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Concreto Premezclado $F'c= 200 \text{ Kg./cm}^2$ y $F'c= 100 \text{ Kg./cm}^2$

Como se puede observar el registro en almacén aparece en gris, debido a que el camión de reparto antes de llegar a su disposición final registra su llegada en almacén.

Cemento Gris

El suministro de este material inicia con la solicitud del material del contratista al mayordomo, quien cuantifica la cantidad de material que se va a utilizar, una actividad muy importante que realiza el mayordomo es coordinar que se suministre el material para varios contratistas en un solo viaje para eficientar el transporte, esta actividad la realiza empíricamente, es decir, no sigue una metodología previa. Posteriormente se entrega el vale de salida en almacén y se registra en la hoja de control a donde se dirige el material, al mismo tiempo se carga el material con maquinaria pesada y se reparte en el sitio de la obra. Los tiempos observados se realizaron para el suministro de 10 bultos, cantidad máxima que caben en el cucharón de la maquina transportadora.

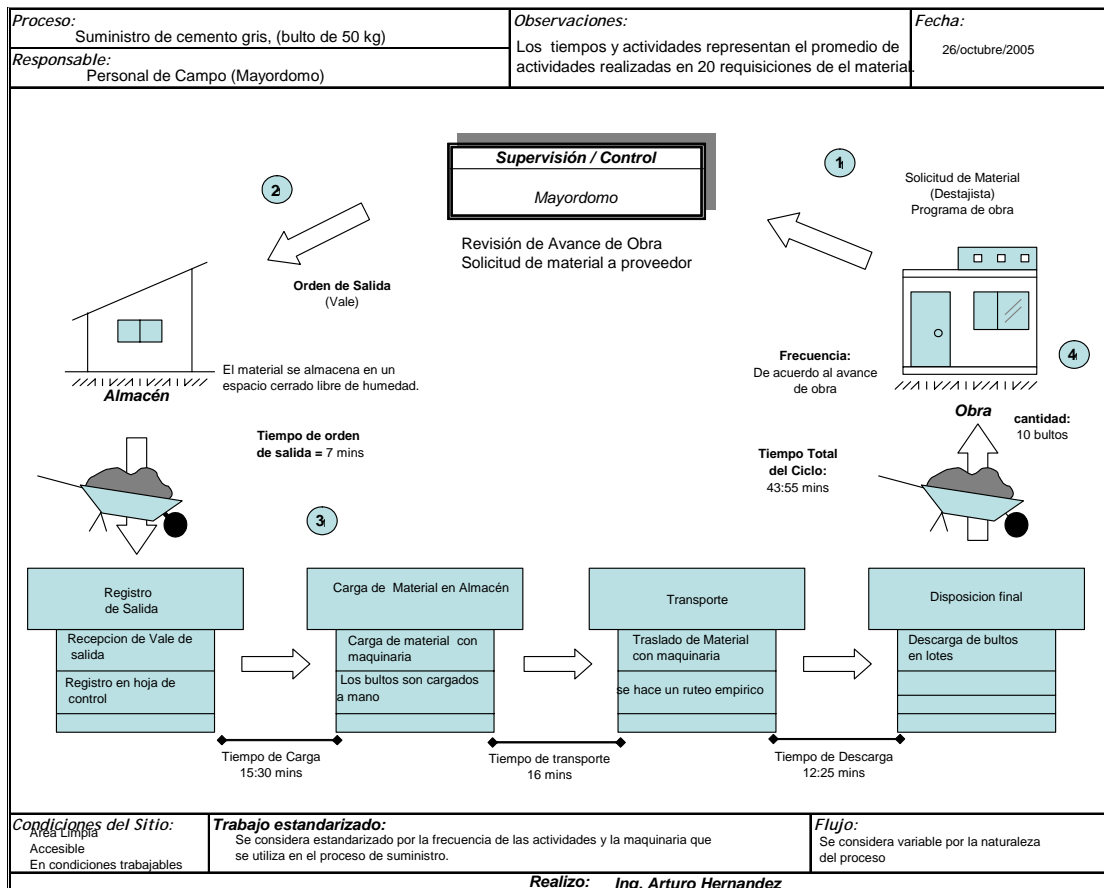


Fig. 6.7 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Cemento Gris

Piso cerámico color arena, de 0.33 x 0.33 m

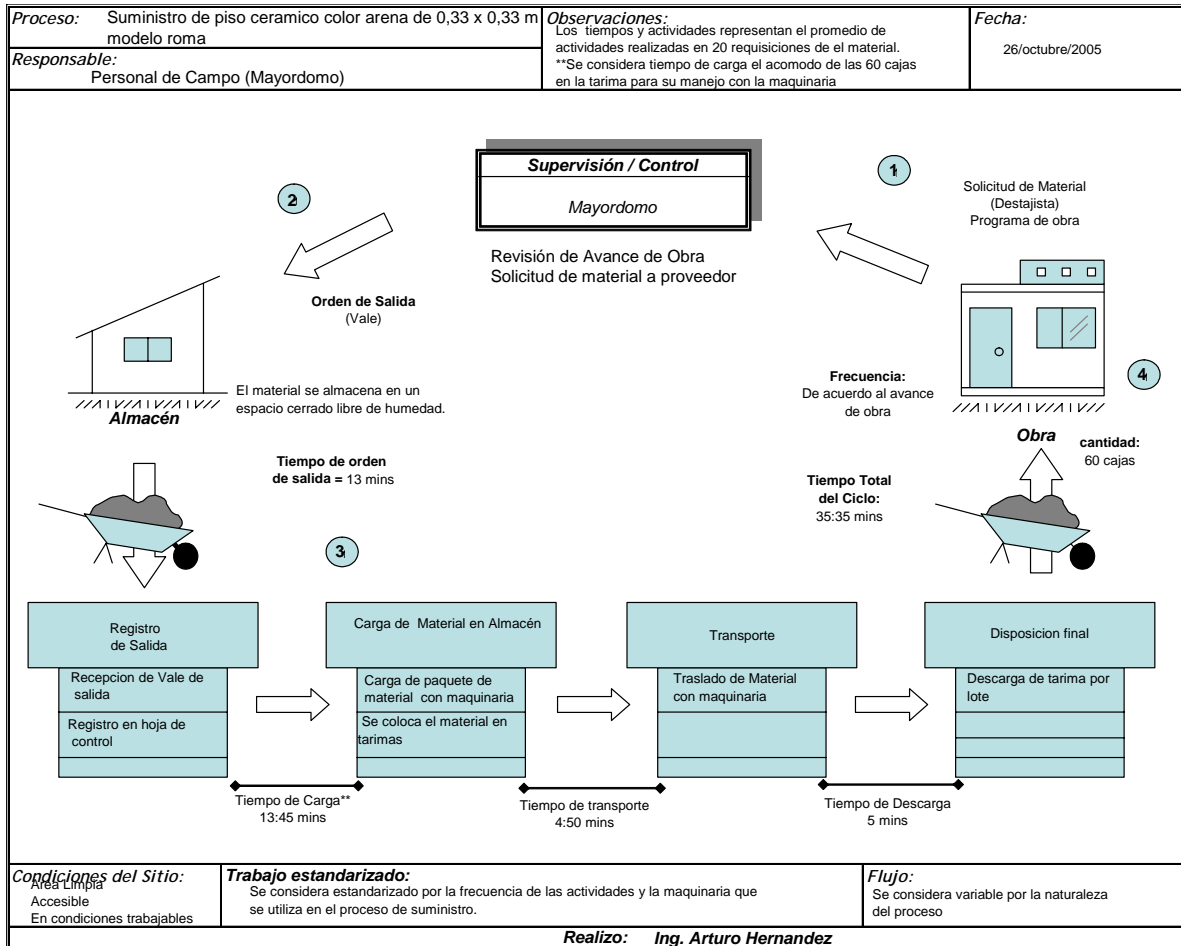


Fig. 6.8 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Piso Cerámico

Como podemos observar, en el suministro de este material se realizan actividades similares a los materiales anteriores, con la diferencia que con el piso entregan paquetes completos por casa, se reparten en tarimas con lo que se asegura la cantidad de material usado en cada vivienda, sin embargo, se observaron malas practicas al momento de su instalación lo que representa un área de oportunidad para posibles mejoras. En las etapas posteriores de la metodología se enumera cada una de las áreas de mejora.

Varilla corrugada de 1/2", $f_y = 4200$

El suministro de varilla corrugada de 1/2" se comporta de manera diferente, los elementos que contienen este material son elaborados en el área de almacén, lo que hacen que el registro y control sean mas eficientes, de almacén salen piezas completas como armado de castillos, dalas, columnas donde intervienen mas materiales como alambre recocido, y alambren de 1/4", el mapeo realizado representa el flujo de elementos estructurales completos que incluyen mas materiales, no se considera el traslado interno del almacén al área de habilitado.

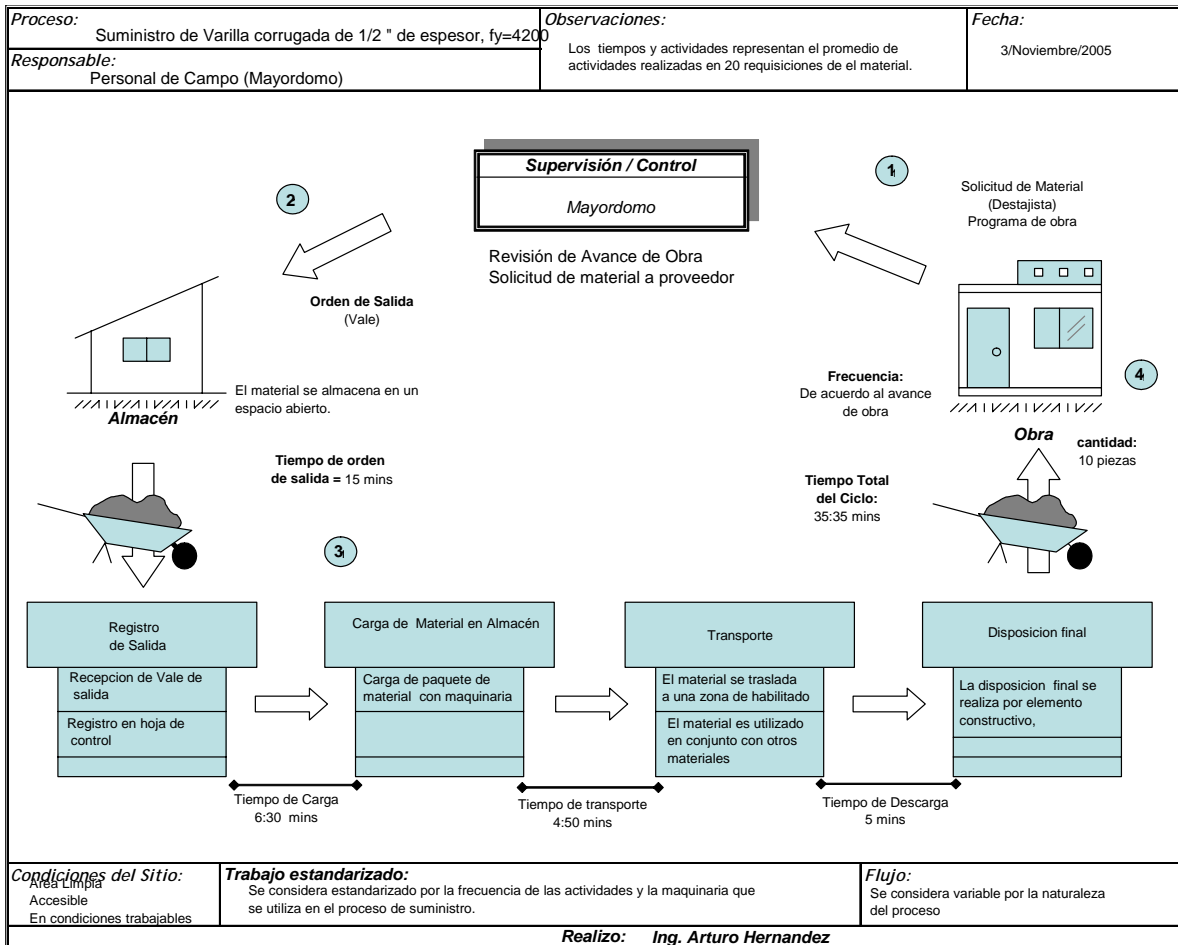


Fig. 6.9 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Varilla de Acero de 1/2" de espesor

Armex 15-15-4 x 6 ml.

El suministro de este material se tiene estandarizado, tanto el mayordomo como el encargado de almacén tienen conocimiento de el número de piezas por vivienda, estas se suministran en dos partes, la primera en la etapa de cimentación y la segunda al colar la losa de entrepiso, en el mapeo del suministro de este material no se encontraron observaciones de consideración.

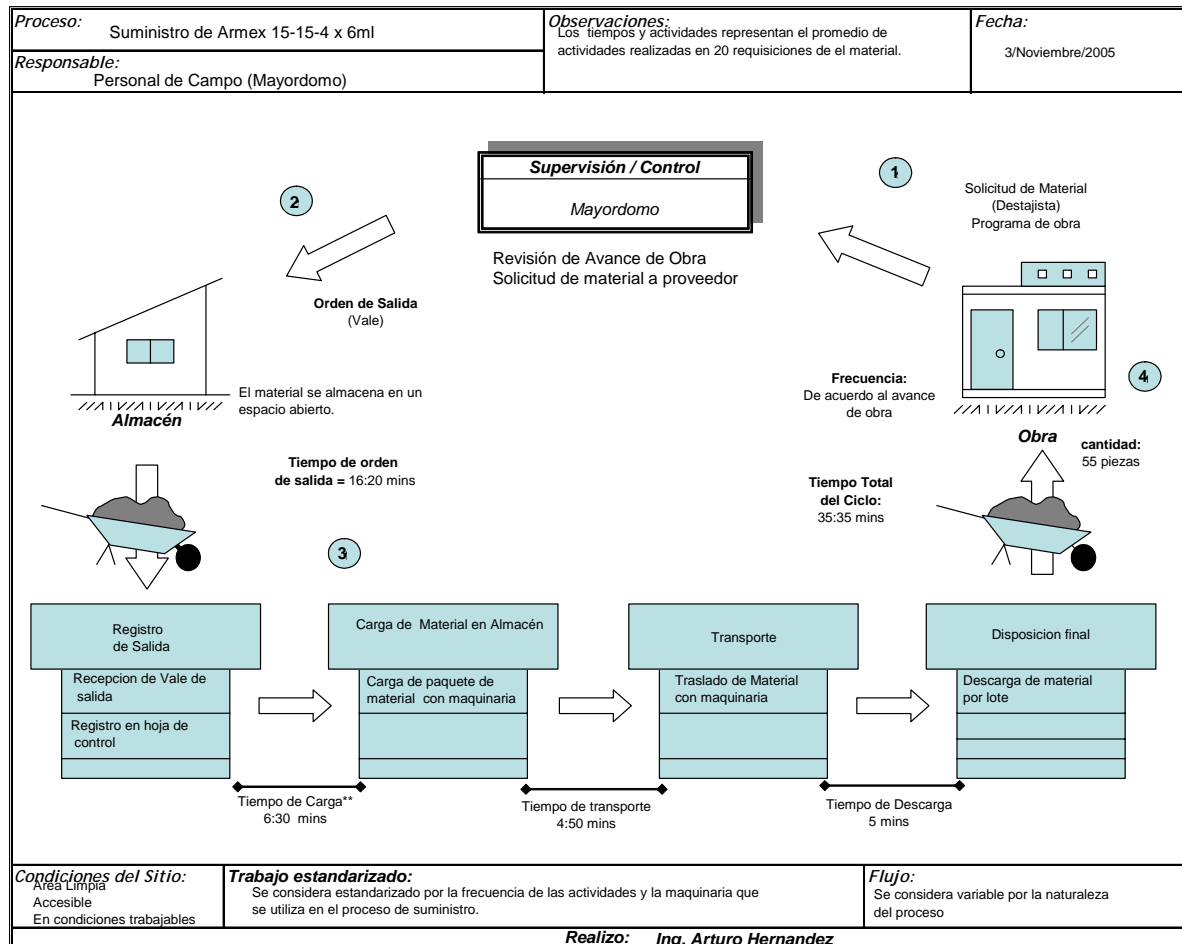


Fig. 6.10 Mapeo del Estado Actual del Suministro de Armex 15-15-4

6.3.3 Identificar Perdidas en los Procesos

Una vez analizados los procesos, se identificaron las áreas donde se tienen deficiencias y las actividades que no agregan valor.

La recopilación de la información se realizó en dos etapas: la primera que fue mediante la observación en campo de la secuencia de actividades en cada proceso que se realizó en la etapa anterior de “mapeo del proceso”. Se identificaron cuatro áreas del proceso de suministro donde se observaron deficiencias que son: Almacén, Transporte, Sitio de la obra y supervisión, a su vez también se consideraron observaciones relacionadas con las características propias del material; la segunda etapa consistió en realizar entrevistas al residente de obra, al personal encargado de almacén, a los mayordomos y destajistas, para conocer de manera personal las prácticas que llevan a cabo, sus responsabilidades y así como también las formas de trabajar de cada uno de ellos.

Cabe señalar que durante la visita de campo se observaron pérdidas y deficiencias en uso de la maquinaria de transporte, factores como el tiempo activo y tiempo ocioso de la maquinaria, costos horarios de la maquinaria y la forma en que afecta al costo total de la vivienda, los cuales quedaron fuera del alcance de este estudio.

Una vez reunida toda la información se vació en la siguiente tabla:

Cuadro de Observaciones		
Proceso	Área de Oportunidad	Observación
Suministro de Vigueta y Bovedilla en losas	Almacén	exceso de bovedilla en el sitio, técnica de control rudimentaria
	Transporte	tiempo de entrega excesivo, exceso de piezas quebradas
	Sitio de la obra	Falta de viguetas, viguetas quebradas
	Supervisión	Falta de control, falta de programa de suministro, piezas partidas en losa
	Material	Piezas de bovedilla quebradizas

Cuadro de Observaciones (continuación)

Proceso	Área de Oportunidad	Observación
Suministro de Block #6, "H	Almacén	técnica de control rudimentaria
	Transporte	El material se directo del proveedor a la obra, falta de control en rutas.
	Sitio de la obra	Exceso de piezas quebradas, piezas en buen estado tiradas
	Supervisión	Variación de piezas por vivienda, falta de programa de suministro, Control del despiece en los trazos, inconciencia del recurso humano en el uso del material.
	Material	Piezas quebradizas, no existe sumistro de piezas especiales
Concreto Premezclado F`c =200 Kg./cm2 y F`c =100 Kg./cm2	Almacén	técnica de control rudimentaria, No se tiene conocimiento el lote donde se colocara el material
	Transporte	No se estandariza el tiempo de transporte del material, no se tienen limites de tiempo para recibir el material.
	Sitio de la obra	Practicass de colocación inseguras
	Supervisión	No se revisa revenimiento del concreto
	Material	No se hacen pruebas de resistencia del concreto
Cemento Gris	Almacén	técnica de control rudimentaria, exceso de inventario en almacén
	Transporte	Manejo inadecuado del material, falta logística de reparto
	Sitio de la obra	Mal uso de proporciones, inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	Falta de control de cantidad de bultos por vivienda,
	Material	No aplica
Piso Cerámico Color Arena de 0,30x0,30 m.	Almacén	No se almacena material por paquetes de casas
	Transporte	Exceso de tiempo en acomodo de tarimas, perdida de tiempo de maquinaria en cambio de cucharón
	Sitio de la obra	Exceso de desperdicios, Exceso de piezas en buen estado tiradas, exceso de cortes desperdiciados, falta de conciencia de recurso humano
	Supervisión	Falta de supervisión en arranque, despiece incorrecto
	Material	Piezas despostilladas, piezas descuadradas, variación en tonos de piezas.
Varilla corrugada de 1/ 2" f`y =4200	Almacén	Sistema de control rudimentario
	Transporte	Manejo inadecuado del material, falta logística de reparto
	Sitio de la obra	Mal uso de proporciones, inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	No aplica
	Material	No se hacen pruebas de resistencia del acero
Armex 15-15-4 x 6ml	Almacén	Sistema de control rudimentario
	Transporte	No aplica
	Sitio de la obra	Mal uso de proporciones, inconciencia del recurso humano en el consumo del material
	Supervisión	No aplica
	Material	No aplica

6.3.4 Crear e implementar Acciones de Mejora

Una vez con las observaciones concentradas se realizó una tabla donde se indican las acciones que se deberán realizar para corregirlas, así como también nos lleven a reducir las actividades que no le agregan valor al proceso y disminuir la variabilidad. A continuación se muestran los resultados y las acciones que se deberán tomar.

ACCIONES DE MEJORAS EN LOS PROCESOS			
Material	Observación	Estrategia	Propuesta de Mejora
Vigüeta y bovedilla	Exceso de bovedilla en el sitio	Programar suministro de Material, implementar un programa de adquisiciones.	Realizar un programa de suministro del material para cada etapa
	Técnica de control rudimentaria	Adquirir tecnología de información.	Instalar equipo de computo y software de control en almacén
	Exceso de bovedillas quebradas	Realizar paquetes de bovedilla	solicitar al proveedor que suministre paquetes de bovedilla por vivienda
	Vigüetas quebradas	Realizar paquetes de vigüetas por vivienda	Solicitar al proveedor que suministre paquetes de vigüetas por vivienda
	Piezas quebradas en junta	Supervisar despiece en losas	Supervisar el arranque de colocación de vigüetas Solicitar al proveedor asesoría para modular despiece
Block #6 , H	Técnica de control rudimentaria	Adquirir tecnología de información	Instalar equipo de computo y software de control en almacén
	Material se va directo del proveedor a la obra	Estandarizar la recepción del material	Elaborar un manual de políticas de recepción de materiales y hacérselos llegar a los proveedores
	Falta de control en el reparto	Realizar ruteo de entregas	Realizar programa de reparto de acuerdo al avance semanal
	Exceso de piezas quebradas	Modular piezas	Solicitar al proveedor piezas especiales para evitar desperdicios al querer partir las piezas
	Piezas en buen estado quebradas	Realizar paquetes de material	Estandarizar el numero de piezas por vivienda
	Variación del numero de piezas por vivienda	Realizar paquetes de material	Estandarizar el numero de piezas por vivienda
	Falta de control de suministro	Mejorar técnicas de control	Instalar equipo de computo y software de control en almacén
	Despiece incorrecto	Modular dimensiones	Analizar dimensiones de viviendas para utilizar piezas completas estandarizadas
	Uso inconciente del material	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos a los bloqueros que gasten menos material.

ACCIONES DE MEJORAS EN LOS PROCESOS (continuación...)			
Material	Observación	Estrategia	Propuesta de Mejora
Concreto Premezclado F_c= 200 Kg./cm² y F_c=100 Kg./cm²	Técnica de control rudimentaria	Adquirir tecnología de información	Instalar equipo de computo y software de control en almacén.
	No hay registro exacto del lote donde se destina el material	Suministrar por paquetes de viviendas	Programar el suministro por paquetes de vivienda.
	No se estandariza el tiempo de transporte de material	Estandarizar la recepción del material	Elaborar un manual de políticas de recepción de materiales y hacérselos llegar a los proveedores.
	No existen limites de tiempo para recibir el material	Estandarizar la recepción del material	Elaborar un manual de políticas de recepción de materiales y hacérselos llegar a los proveedores.
	Practicas de colocación inseguras	Capacitar al Recurso Humano	Dar cursos de capacitación sobre seguridad, implementar el uso de herramientas de seguridad.
	No se revisa revenimiento de concreto	Realizar pruebas de laboratorio	Contratar laboratorio para control de calidad.
	No se realizan pruebas de resistencia	Realizar pruebas de laboratorio	Contratar laboratorio para control de calidad.
Cemento Gris (bulto de 50 Kg.)	Técnica de control rudimentaria	Adquirir tecnología de información	Instalar equipo de computo y software de control en almacén.
	Exceso de material en almacén	Programar suministro de Material	Realizar un programa de suministro semanal en base a la cantidad de material necesario de acuerdo al avance.
	Falta de logística de reparto	Realizar ruteo de entregas	Realizar programa de reparto de acuerdo al avance semanal semana.
	Mal uso de proporciones	Estandarizar proporciones	Proporcionar al personal de campo, contenedores con medidas exactas de proporciones de material.
	inconciencia del recurso humano	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
	Falta de control de cantidad real de bultos por vivienda	Adquirir tecnología de información	Instalar equipo de computo y software de control en almacén. monitorear la cantidad de real de bultos por vivienda.

ACCIONES DE MEJORAS EN LOS PROCESOS (continuación ...)			
Material	Observación	Estrategia	Propuesta de Mejora
Piso cerámico color arena de 0,33 x 0,33 m.	Sistema de almacén poco práctico	Almacenar paquetes de material	Ubicar tarimas con cantidades exactas de material por vivienda para su reparto.
	Perdida de tiempo de maquinaria en cambio de cucharón	Programar actividades de maquinaria	Programar las actividades exactas que necesiten un tipo de carga en común para evitar los cambios continuos de cucharón.
	Exceso de desperdicio en el sitio de la obra	Motivar al recurso humano	Implementar programas de incentivos al personal de campo para que gasten menos material.
	Exceso de cortes desperdiciados	Supervisar despiece de piso	Supervisar la cantidad de cortes necesarios por vivienda y cuantificar las piezas exactas.
	Despiece incorrecto	Supervisar arranque	Indicar al destajista el despiece correcto de la vivienda.
	Piezas despostilladas	Ubicar material en lugar especial	Colocar material en lugar libre de posibles contingencias.
	Piezas descuadradas	Revisar piezas antes de su colocación	Revisar piezas antes de su colocación, formar un banco de piezas defectuosas para regresarlas al proveedor.
	Variación del tono de piezas	Ubicar piezas de tonos diferentes	Contactar al proveedor para cambiar las piezas de tonos diferentes.
Armex 15-15-4 x 6ml.	Técnica de control rudimentaria	Adquirir tecnología de información	Instalar equipo de cómputo y software de control en almacén.

Como se puede observar en la tabla anterior, las acciones de mejora propuestas tienen una complejidad mínima, es decir, están diseñadas con el fin de que tanto el personal de almacén como el Residente obra, puedan tomar medidas correctivas a corto plazo. También podemos darnos cuenta que algunas acciones de mejora incidirán en más de una observación debido a la similitud de los procesos, por lo que consideramos que con la metodología propuesta se hará una mejora global en el suministro de materiales.

6.3.5 Mapear el Estado Futuro

Esta es la ultima etapa de la metodología propuesta, y la mas importante, se deberán tomar acciones correctivas en base a las recomendaciones hechas en la etapa anterior, y se deberán proponer metas cuantitativas en la reducción del uso de materiales, es decir se propondrán cantidades menores de material para eficientar su uso, se deberán tomar los tiempos del ciclo de suministro ya con las acciones de corrección y compararlos con los tiempos anteriores.

Debido a las limitantes de tiempo, en esta aplicación solo se proponen los procesos futuros y las medidas de corrección que se deben tomar, los tiempos de ciclo de suministro quedaran abiertos para una futura continuación de esta investigación.

A continuación se muestra el mapeo de los procesos futuros:

Vigueta y Bovedilla en losa de entrepiso

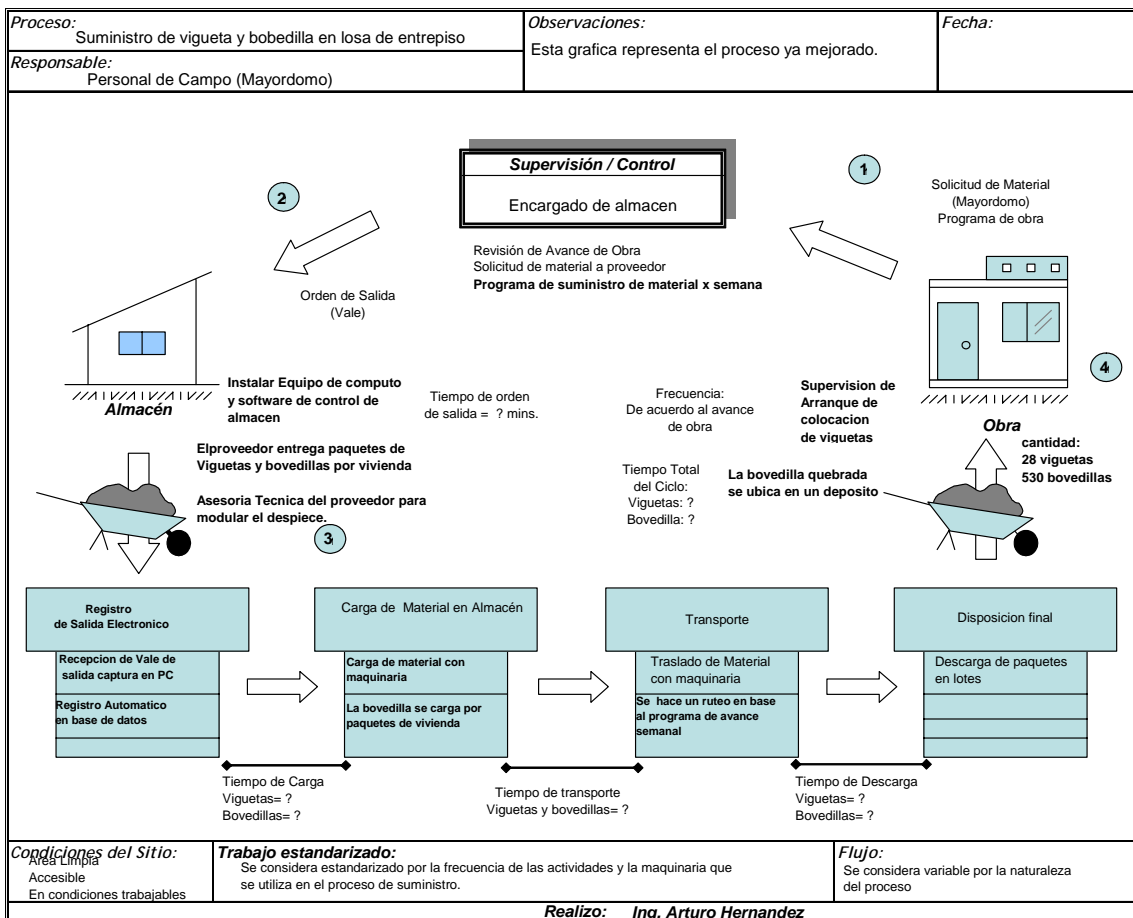


Fig. 6.11 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Vigueta y Bovedilla

El proceso inicia cuando el mayordomo revisa el programa de avance de obra y ubica las actividades a realizar y entrega vale de salida posteriormente el encargado de almacén revisa si la salida concuerda con su programa de suministro de materiales que elaboro previamente con el residente de obra, para posteriormente capturar la salida de almacén en la PC, para esto en almacén se tienen paquetes de material para una vivienda el mismo que es cargado con maquinaria y trasladado al sitio de la obra, cabe señalar que previamente el mayordomo realizo un ruteo para entregar varios paquetes de material en un solo viaje.

Con estas medidas el material llega en la cantidad adecuada, en el tiempo esperado y con la calidad necesaria para realizar la actividad.

Block #6, 2H, curado a vapor, R-40

Las modificaciones que se hicieron en el suministro de block están prácticamente enfocadas al control de almacén, se recomienda instalar un software de control así como realizar un programa semanal de suministro. Una Observación muy importante es el suministro de piezas especiales pues se considera que un porcentaje muy alto de perdidas, esta relacionado con la modulación del block, se recomienda cuantificar el numero de piezas medias que se necesitan por vivienda y pedir las al proveedor, así como también se recomienda trabajar en conjunto construcción con el departamento de diseño para dimensionar las viviendas a manera de suministrar piezas exactas.

También se recomienda realizar un manual de políticas de recepción de materiales en almacén para evitar que el material no se reparta sin control. A continuación se muestra el mapa futuro del suministro de block:

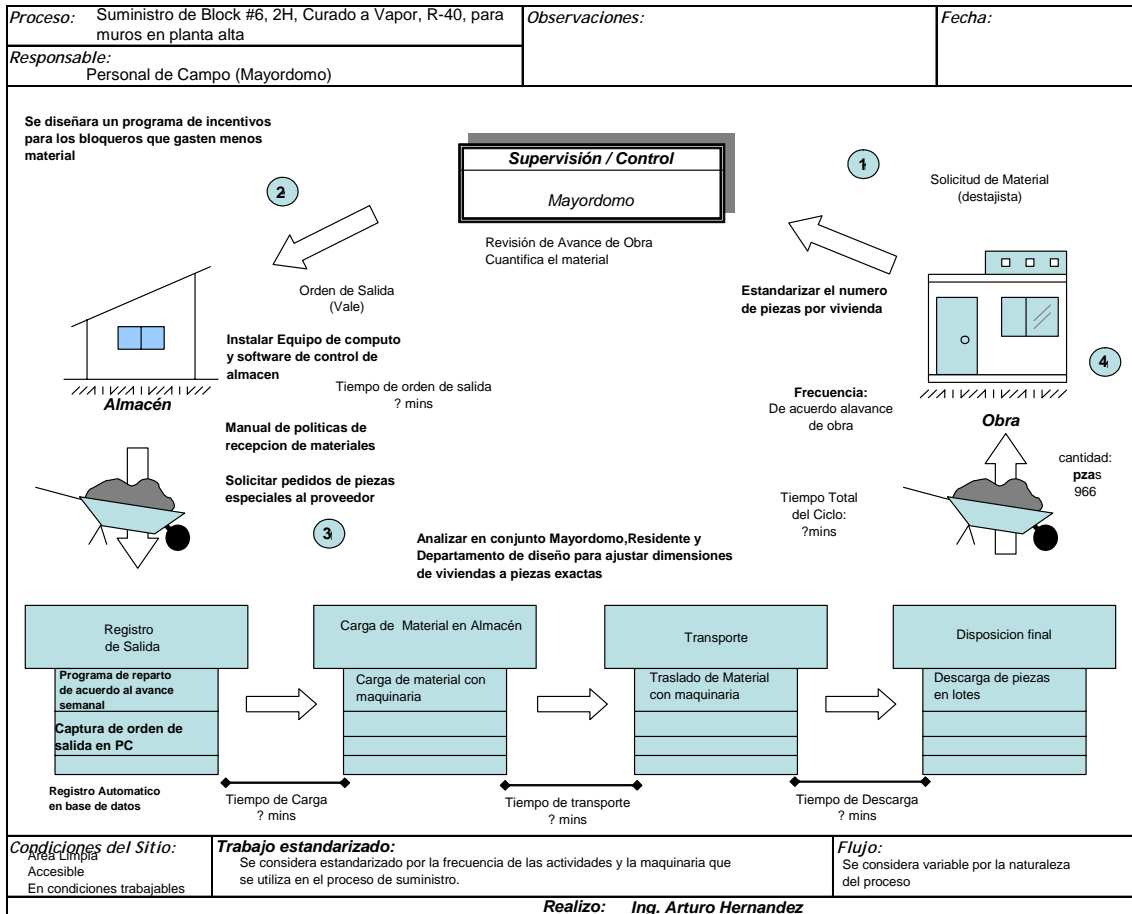


Fig. 6.12 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Block

Concreto Premezclado $F'c = 200\text{Kg./cm}^2$ y $F'c = 100\text{Kg./cm}^2$

En el mapa propuesto para el suministro de este material se indican actividades similares a los procesos anteriores, solo que, debido a la naturaleza del concreto se propone un registro especial en almacén de el destino en particular del concreto (vigas, columnas, losas, etc.) para poder cuantificar con exactitud el material por vivienda, crear conciencia en el uso de equipo de seguridad es una propuesta que no elimina desperdicios pero contribuye al valor del proceso, también se recomienda realizar pruebas de revenimiento y resistencia del material para calificar la calidad.

Es de vital importancia realizar un programa de suministro del concreto para eficientar el uso de la mano de obra y el equipo de colocación.

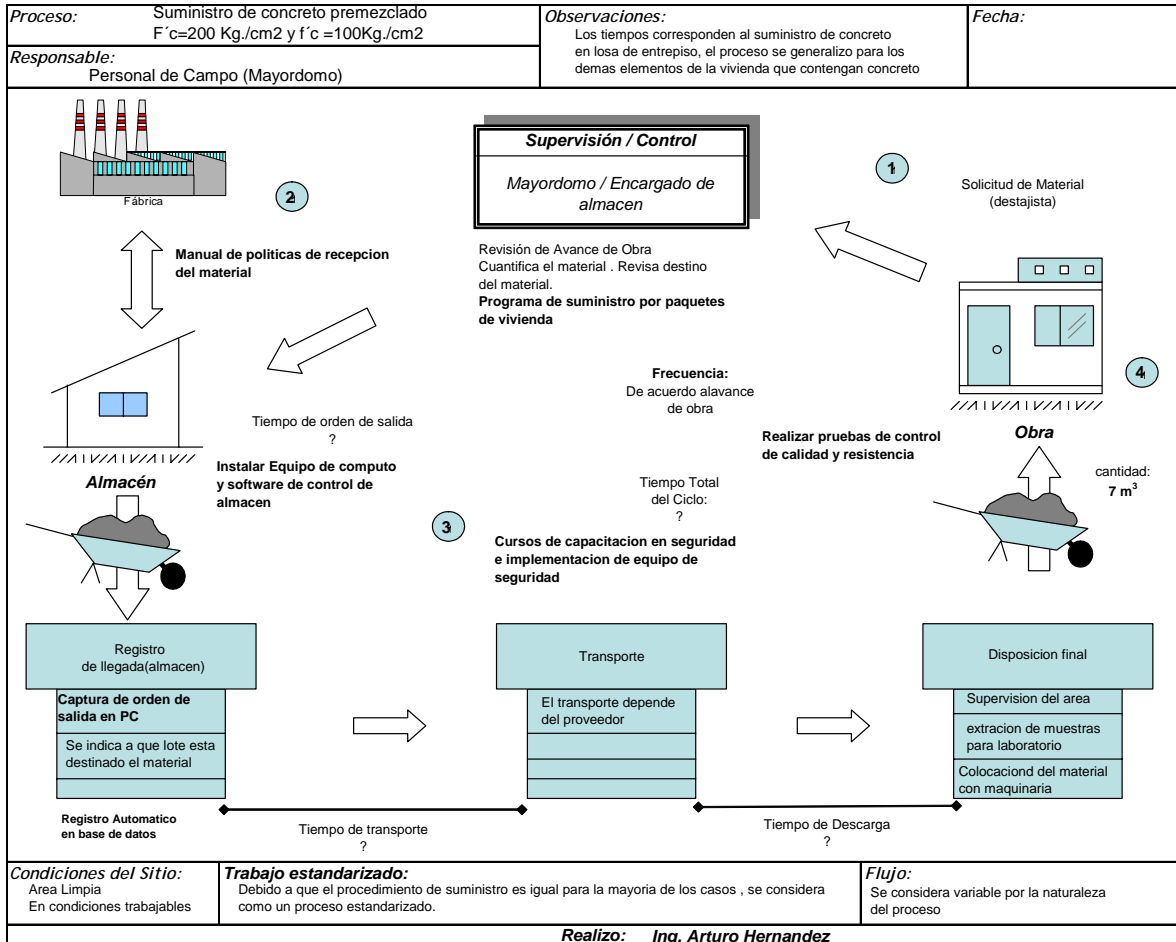


Fig. 6.13 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Concreto Premezclado $F'c=200 \text{ Kg./cm}^2$ y $F'c= 100\text{Kg./cm}^2$.

Cemento gris (bulto de 50 Kg.)

En el suministro de cemento gris, la estrategia mas importante será la concientización del recurso humano en el uso adecuado de las proporciones de material, se hace la propuesta de facilitar contenedores para estandarizar las proporciones de las mezclas, así como implementar un programa de incentivos a los trabajadores que gasten menos material sin descuidar la calidad del producto.

También se considera importante el control de salidas en almacén y el monitoreo de las cantidades reales de material por vivienda.

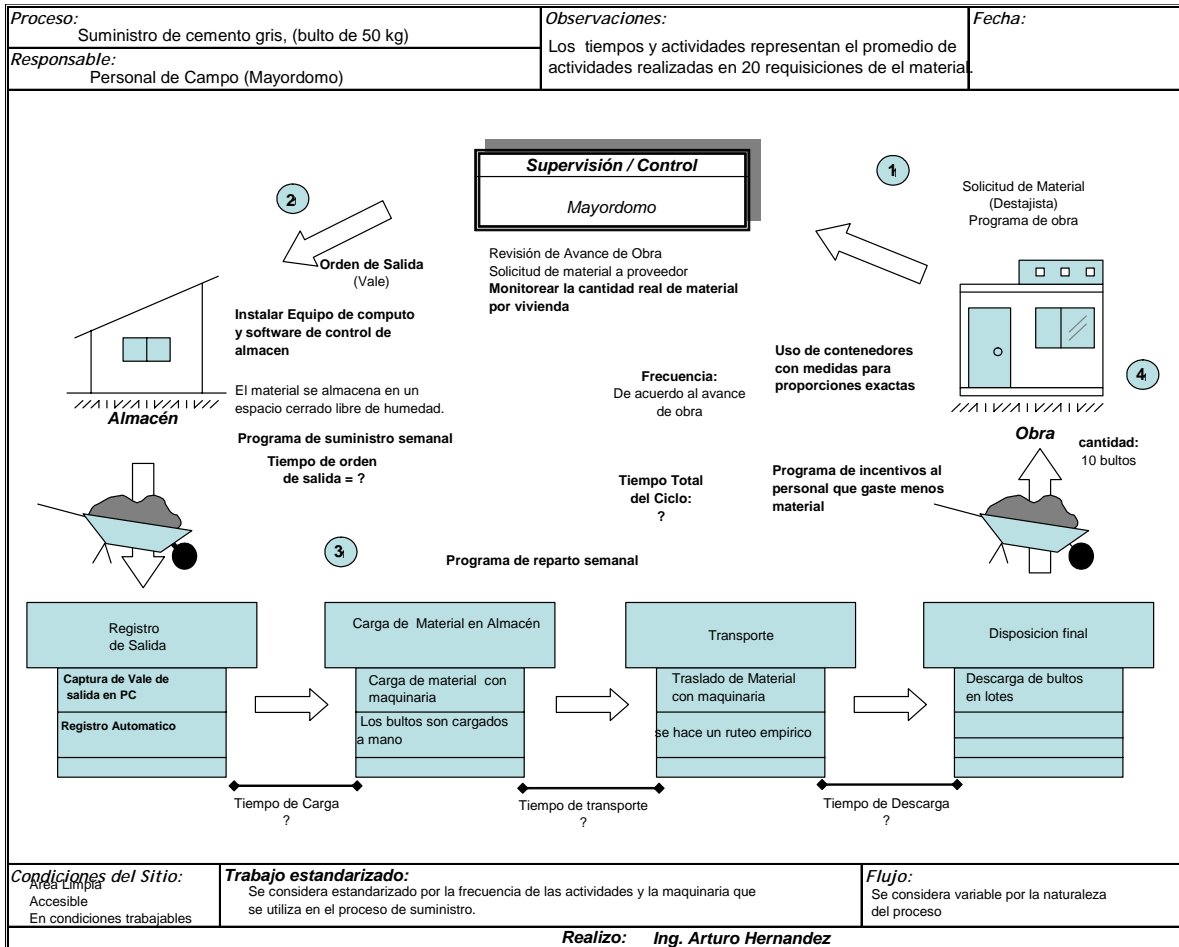


Fig. 6.14 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Cemento Gris

Piso cerámico de 0,33 x 0,33 m., color arena

El punto donde se observaron más deficiencias del suministro de este material es en la aplicación, la falta de conciencia del recurso humano, así como la falta de supervisión en el arranque de la colocación del piso provocan la instalación de muchos cortes de material.

Por otro lado una propuesta de consideración es analizar las dimensiones de las viviendas con el objetivo de reducir cortes, esto traerá como beneficio un ahorro de material y un valor agregado en cuando al aspecto estético de la vivienda.

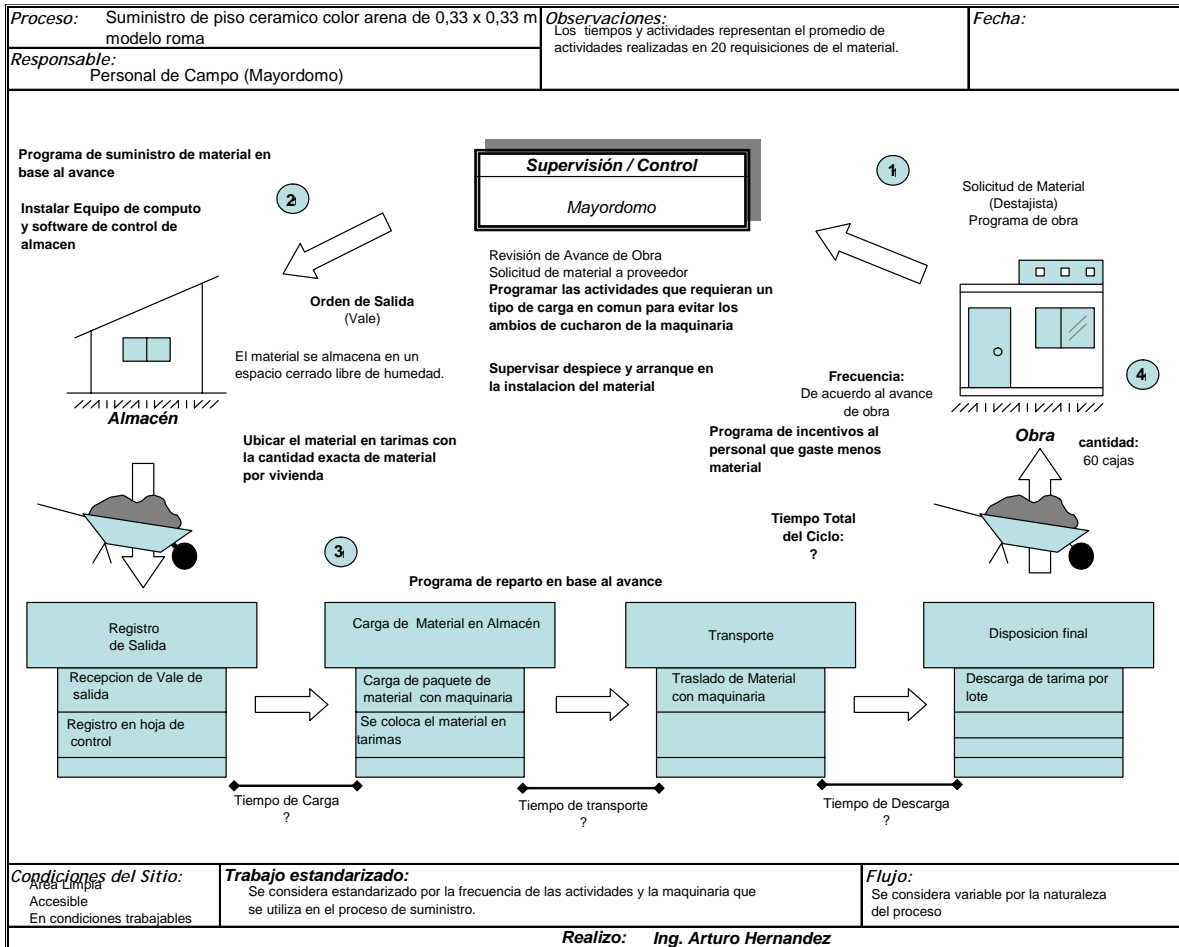


Fig. 6.15 Mapeo del Estado Futuro del Suministro de Piso Cerámico

Con el mapeo futuro se da por terminada la metodología, el paso siguiente es la implementación de las recomendaciones propuestas para poder ver los resultados y hacer una comparación, es de vital importancia una vez hecha la comparación realizar el ciclo de análisis de los procesos para tener una mejora continua en el proceso de suministro.

6.4 Metas Propuestas

En esta investigación debido al factor tiempo no nos fue posible verificar los resultados obtenidos, mas sin embargo, se realizó un sondeo entre los involucrados en los procesos y se definieron metas, que de acuerdo a su experiencia son realistas y que a su vez reflejen los resultados que se obtendrán con la aplicación de esta metodología, el indicador de evaluación fue el ahorro en costo derivado de la disminución de las cantidades de material utilizadas por vivienda.

En la tabla que siguiente se muestra una comparación de los costos de cada material por vivienda antes y después de la implementación de la metodología.

TABLA DE ANALISIS DE MATERIALES									
#	Material	Unidad	Situación Actual			Meta Esperada			Ahorro
			Can.	PU	Importe	Cantidad	PU	Importe	
1	Vigueta y bovedilla en losa de entrapiso	Lote	1.00			1.00			
				\$13,681.57	\$13,681.57		\$13,681.57	\$13,681.57	\$0.00
2	Block #6, 2H, curado a vapor, R-40	Pza.	3,350.00			2,900.00			
				\$4.20	\$14,070.00		\$4.20	\$12,180.00	\$1,890.00
3	Concreto premezclado, F'c=200 Kg./cm2	m3	14.34			14.00			
				\$810.64	\$11,624.58		\$810.64	\$11,348.96	\$275.62
4	Cemento gris, (bulto de 50 Kg.)	bulto	88.00			80.00			
				\$89.64	\$7,888.32		\$89.64	\$7,171.20	\$717.12
5	Piso cerámico color arena de 0.33 x 0.33 M. modelo Roma	m2	86.80			83.92			
				\$64.98	\$5,640.26		\$64.98	\$5,453.12	\$187.14
6	Varilla corrugada de 1/2", F'Y=4200	ton	0.48			0.45			
				\$9,430.00	\$4,516.97		\$9,430.00	\$4,243.50	\$273.47
7	Armex 15-15-4 x 6 ml.	Pza.	5.13			5.13			
				\$85.56	\$438.92		\$85.56	\$438.92	\$0.00
8	Concreto premezclado, F'c=100 Kg./cm2	m3	5.72			5.50			
				\$697.27	\$3,988.38		\$697.27	\$3,834.99	\$153.40

Ahorro Total= \$3,496.75

Las cantidades mostradas en la tabla anterior fueron propuestas por el personal de campo, se considera que son cantidades realistas, el objetivo de este ejercicio es para demostrar los beneficios que se pueden lograr, con la implementación de la metodología propuesta. Se propone como meta una reducción de \$3496.75 por vivienda, si consideramos este ahorro para la primer etapa del proyecto que son 191 viviendas, se obtendría un ahorro de \$667,879.25.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una vez que se ha concluido con la aplicación de la metodología propuesta, podemos darnos cuenta de la viabilidad de la misma, así como la efectividad que puede tener en aplicaciones posteriores y los beneficios potenciales que ofrece.

De esta investigación se pueden concluir varios aspectos importantes que tienen relación directa con la industria de la construcción, se pueden considerar dos vertientes, por un lado, en la etapa de recolección de información podemos observar la diferencia que existe en el desarrollo de nuestra industria en comparación con la industria de manufactura. Se puede observar también, como las corrientes nuevas como Pensamiento Esbelto, Producción Esbelta y Mejora Continua se han ido adoptando poco a poco en la industria de la Construcción, surgiendo el concepto de Construcción sin Perdidas.

La Construcción sin Perdidas en nuestro país, prácticamente esta en etapa embrionaria, mas sin embargo, es de esperar que el desarrollo se dé de manera exponencial, debido a los resultados vistos en las aplicaciones en proyectos anteriores y la tendencia de los constructores a utilizar practicas de Calidad y Mejora Continua.

El termino Logística para muchos puede sonar como una practica muy complicada, pero como se puede observar en la aplicación de la metodología propuesta en esta investigación, basta con una buena programación de los recursos y del flujo, para estar realizando practicas de logística, si a esto le añadimos los principios del pensamiento esbelto, tendremos como resultado practicas de Logística esbelta teniendo como principal objetivo entregar siempre el producto adecuado , en cantidades adecuadas y en el tiempo indicado, tanto para clientes internos y externos de la empresa.

La Administración de la Cadena de Valor es una herramienta que prácticamente se conceptualizo para la industria de Manufactura, mas sin embargo, el concepto en el cual se basa se adapto para procesos de la industria de la construcción, observándose resultados muy alentadores. Si bien es cierto, esta investigación es el principio de una línea que apenas comienza y que esta abierta para aquellas personas interesadas en el tema.

En la parte practica de esta investigación, se busca ejemplificar el uso de la metodología propuesta basada en Logística Esbelta y Administración de la Cadena de Valor.

Como pudimos observar, la columna vertebral del análisis es el mapeo de los procesos, una técnica muy sencilla que nos permite analizar el flujo dentro de un proceso e identificar las zonas con deficiencias para su posterior mejora, esta técnica nos permite además de identificar el flujo, incrustar el factor tiempo para lograr un proceso estandarizado en cuando acciones y duraciones de las mismas.

Durante la aplicación de la metodología propuesta se observaron diferentes aspectos que quedaron fuera del alcance de esta investigación debido al limitante tiempo. En esta ocasión se analizo el proceso de suministro de materiales de almacén a obra, lo que nos hace inferir que seria muy viable realizar un análisis mas profundo a la logística de distribución interna de material, la optimización de los medios de transporte y el análisis costo beneficio de la implementación de maquinaria mas automatizada, así como también se recomienda analizar el proceso de compras de material, es decir, el flujo de las ordenes de compras y el flujo de material, del proveedor a almacén.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ✚ Alvarado Vargas, Miguel, “Aplicación y Adaptación del Método Planificador Ultimo (Last Planner) para el control de Flujo y Variabilidad de actividades de un Proyecto de Construcción” .ITESM.2003.

- ✚ Ameels, Anne.: Bruggeman, Werner,; Scheipers, Geert. “Value Based Management, control Processes to Create Value Through Integration”, Vlerick Leuven Gent, Management School. 2002.

- ✚ Arellano Ramírez, Claudia, “Investigación Exploratoria de los Elementos que Intervienen en el Desarrollo de la Logística Esbelta en el Sector Automotriz”.ITESM.2001.

- ✚ Ballow Ronald H., Logística Administración de la Cadena de Suministro, quinta edición.2004.

- ✚ Dejar, Donald L. “Employee Involvement Team, Member Manual”. Ed QCI International, 1991,United States of America.

- ✚ Don Tapping, Tom Luyster y Tom Shuker (2002). *Value Stream Management*. New York, NY: Productivity Press.
- ✚ Gasca, José Manuel, "Construcción sin pérdidas (*Lean Construction*).*Conceptos y aplicación en la construcción de vivienda de interés social*", Monterrey, 2000
- ✚ Howell,G.and Ballard, G. "What Kind of Production is Construction". Proceedings 6th ann. Conf. International group for lean construction. Guarujá ,Sao Paulo, 1998.
- ✚ Igarashy,Ryo "sistemas de control visual"
Productivity Press, 1993
- ✚ Imai, Masaaki,"Mejorando la Calidad, Kaizen". Ed Gestion y Control de Calidad S.A. 1990, Valencia.
- ✚ Kaufman (2001). *Implementing Win-Lean" SM Manufacturing. The Next Generation of Lean Manufacturing*. Kaufman Consulting Group White Paper.
- ✚ Koskela,Laury. "Applicaition of the new Production Philosophy to construction". Technical report No. 72.CIFE. Stanford University, Stanford, CA.1992.
- ✚ Koskela Lauri , "Lean production in construction" VTT Building Technology, Espoo Finland (1993).
- ✚ Meng Khoong, Chang (editor). *Re-engineering in action. The quest for world class excellence*. Imperial college Press, 1998.
- ✚ Mentzer John, Dewitt William, Keebler James S."Defining Supply Chain Management". *Journal of Bussines Logistics*.2001.
- ✚ Mike Peterman (2001). *Lean Manufacturing and the quality quest*. Tooling & Production (Vol. 67. No 4).
- ✚ Omachonu, Vincent, "*Principios de la Calidad Total*, Diana, México, D.F., 1995
- ✚ Sashkin, Marshal; Kiser, Kenneth J "Putting Total quality management to Work"
Berret-Koehler Publishers. San Francisco,1993

- ✚ Tajiri, masaji; gotoh, fumio. "TPM implementation, a Japanese Approach".
Ed. Mc Graw Hill 1992, New York
- ✚ Womack James P., Daniel T. Jones (1996). *Lean Thinking*. U.S.A: Simon & Schuster.
- ✚ Womack James P., Daniel T. Jones (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. New York, NY: Simon and Schuster.