



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AUTÓNOMA DE  
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA

**“PAUTAS DE GESTIÓN LOGÍSTICA DE SUMINISTROS DE  
MATERIALES EN LAS  
EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDAS EN SERIE”**

**T E S I S**

**QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE**

**MAESTRO EN INGENIERÍA**

**INGENIERÍA DE SISTEMAS-TRANSPORTE**

**P R E S E N T A**

**ISIDRO ENRIQUE ZEPEDA ORTEGA**



TUTOR:

**DR. RICARDO GARCIA ACEVES**

2005



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M. EN I. ALEJANDRO MURILLO BAGUNDO

Secretario: M. EN I. BENITO SÁNCHEZ LARA

Vocal: DR. RICARDO GARCIA ACEVES

1er. Suplente: M. EN I. MAYRA ELIZONDO CORTES

2do. Suplente: M. EN I. RODOLFO HERNÁNDEZ CASANOVA

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

FACULTAD DE INGENIERÍA, CIUDAD UNIVERSITARIA,  
MÉXICO, D.F.

TUTOR DE LA TESIS

DR. RICARDO GARCÍA ACEVES

---

FIRMA



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS  
MAESTRÍA EN TRANSPORTE

**“PAUTAS PARA LA GESTIÓN  
LOGÍSTICA DE SUMINISTROS EN LAS  
EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN  
DE VIVIENDAS EN SERIE”**

**T E S I S**  
QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
**MAESTRO EN INGENIERÍA**  
**P R E S E N T A**

ING. ISIDRO ENRIQUE ZEPEDA ORTEGA

MÉXICO, D.F.

SEPTIEMBRE, 2005

## **Agradecimientos**

La culminación de este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de instituciones, compañías y personas. Me gustaría agradecer sinceramente:

Al Arq. Genaro Martínez, por la confianza que tuvo en mí; al Ing. Jaime Lozano y al Ing. David Chang, por su apoyo.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el soporte financiero de este trabajo.

A las personas que participaron dentro del estudio de caso, cuya honestidad y disposición durante las entrevistas hicieron posible la culminación exitosa de este proyecto.

Particularmente agradezco:

A mi padre, por la paciencia y comprensión que siempre me mostró.

A mi madre, hermanos y amigos quienes han mantenido su apoyo hacia mí, compartiendo dificultades y triunfos.

## Contenido

RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	9
ANTECEDENTES	9
FORMULACIÓN DE LA PROBLEMÁTICA	10
OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN	11
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN	12
<b>CAPITULO I LA INDUSTRIA DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS</b>	<b>14</b>
I.1 LA INDUSTRIALIZACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	14
I.2 EL PANORAMA DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS	17
I.3 LA COMPETITIVIDAD EN LAS EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN MÉXICO	20
<b>CAPITULO II LAS ACTIVIDADES LOGÍSTICAS</b>	<b>24</b>
II.1 EL CONCEPTO LOGÍSTICO	24
II.2 OBJETIVOS DE LA OPERACIÓN LOGÍSTICA	30
II.3 EL PAPEL INTEGRADOR DE LA LOGÍSTICA	31
II.4 EL CONCEPTO DE COSTO TOTAL	32
II.5 EFICIENCIA LOGÍSTICA	33
II.6 LOGÍSTICA EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA <sup>34</sup>	
II.6.1 LA LOGÍSTICA EN EL DESARROLLO DE VIVIENDAS	34
II.6.2 LOGÍSTICA EN LA PRODUCCIÓN DE VIVIENDAS	38
<b>CAPITULO III PAUTAS PARA LA GESTIÓN LOGÍSTICA DE SUMINISTROS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS EN SERIE</b>	<b>48</b>
ANTECEDENTES	48
III.1 PRONÓSTICO DE LA DEMANDA O PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS.	48
III.2 EL PROCESO DE COMPRAS	51
III.2.1 ESPECIFICACIONES Y CALIDAD	51
III.2.2 SELECCIÓN DE PROVEEDORES	53
III.2.3 ADQUISICIÓN	54
III.2.4 CONTROL DEL COSTO DE LAS COMPRAS	55
III.2.5 TRANSPORTACIÓN	57
III.2.6 CANTIDAD DE LOS PEDIDOS (TAMAÑO DE LA ORDEN)	57
III.2.7 EL OUTSOURCING	58
III.2.8 SOCIEDADES COLABORATIVAS (PARTNERSHIP)	60
III.3 EL ALMACENAMIENTO Y MANEJO	61
III.3.1 LA FUNCIÓN DEL ALMACÉN EN LA PRODUCCIÓN DE VIVIENDAS	61
III.3.2 ACTIVIDADES DEL ALMACÉN	63
III.3.3 PRINCIPIOS OPERATIVOS	65
III.3.4 DESARROLLO DE LA INFRAESTRUCTURA	67
III.3.5 LA DISTRIBUCIÓN DEL ALMACÉN (LAYOUT)	72
III.4 INVENTARIOS	74
III.5 EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES	77
III.6 COSTOS LOGÍSTICOS	82
III.6.1 ESTRUCTURA DE COSTOS LOGÍSTICOS	82
III.6.2 IMPACTO DE LOS COSTOS LOGÍSTICOS	83
III.6.3 ESTRATEGIAS DE DISEÑO DE CADENAS LOGÍSTICAS DE MENOR COSTO	
TOTAL	83
III.6.4 LOS SISTEMAS DE COSTOS	85
III.6.5 COSTO BASADO EN ACTIVIDADES COMO HERRAMIENTA DE CONTROL DE COSTOS	87
III.7 MEDIDAS DEL DESEMPEÑO LOGÍSTICO	88

III.7.1	EL PAPEL DE LAS MEDIDAS DE DESEMPEÑO	88
III.7.2	DISEÑO DE UN SISTEMA DE MEDIDAS	88
III.7.3	MEDIDAS DE CALIDAD Y PRODUCTIVIDAD	88
III.7.4	MEDIDAS DE DESEMPEÑO DEL ÁREA PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS	90
III.7.5	MEDIDAS DE DESEMPEÑO DEL ÁREA DE COMPRAS	91
III.7.6	MEDIDAS DE DESEMPEÑO DEL ALMACENAMIENTO Y MANEJO DE MATERIALES	93
III.7.7	MEDIDAS DE DESEMPEÑO DEL TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN	96
III.7.8	MEDIDAS DE DESEMPEÑO EN EL MANEJO DE INVENTARIOS	99
CAPITULO IV ESTUDIO DE CASO: UNA CONSTRUCTORA DE 13,000 VIVIENDAS ANUALES.		101
IV.1	INTRODUCCIÓN	101
IV.2	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL DE LA EMPRESA	103
IV.3	PRONÓSTICO DE LA DEMANDA O PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTOS	105
IV.4	EL PROCESO DE COMPRAS	108
IV.5	EL ALMACENAMIENTO	113
IV.6	INVENTARIOS	124
IV.7	EL TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE MATERIALES	126
IV.8	COSTOS LOGÍSTICOS	129
IV.9	MEDIDAS DE DESEMPEÑO	139
IV.10	ANÁLISIS	142
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		154
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		158
INDICE DE FIGURAS		162

## Resumen

Frecuentemente el suministro de materiales para construcción, al sitio de la obra, se enfrenta a diversas dificultades que tienen efectos significativos en la productividad.

En este trabajo se plantea que el concepto de logística, primeramente desarrollado para la industria de la manufactura, puede constituir una importante herramienta para conjuntar y totalizar la perspectiva estratégica del flujo de materiales hacia los procesos de producción de viviendas. En este trabajo se plantea que incrementos en la productividad y reducción de los costos son posibles, si las actividades vinculadas al flujo de materiales en el proceso de construcción son planeadas desde la perspectiva de la logística.

Los estudios realizados en torno al concepto logístico y sus estrategias de gestión, permiten establecer pautas de referencia para la integración de las actividades referentes al suministro de materiales en la industria de la construcción de viviendas.

El análisis de un estudio de caso, con la participación de una de las empresas más importantes en México, a través del estudio de sus actividades de suministro de materiales y un análisis de costo total evidencia la potencialidad de la integración del concepto logístico en la industria de la construcción de vivienda.

El documento está dividido en cuatro partes fundamentales. El primer capítulo, revisa cómo la industria de la construcción ha evolucionado tomando como referencia a la industria de la manufactura. Varios argumentos mediante los cuales las empresas constructoras han convertido a la vivienda en un producto son identificados, al igual que la adopción de herramientas de gestión y la utilización de técnicas derivadas de la manufactura en los propios procesos constructivos. Los paradigmas derivados de la industrialización son revisados en el contexto general de la industria y en el contexto nacional para crear un panorama de la industria de construcción de viviendas. En el mismo capítulo se discute la situación en la que se encuentra la industria nacional y se describen los principales componentes de la competitividad de las empresas de construcción de vivienda en México.



El segundo capítulo describe el concepto logístico y sus características como concepto de gestión del flujo de materiales. Las actividades de la industria de la construcción son contrastadas con las actividades logísticas y se identifica el área de oportunidad para el desarrollo de la logística en el flujo de materiales para este tipo de industria.

El tercer capítulo es la presentación de una propuesta estructurada, acorde al marco teórico, de la forma en que la empresa constructora de vivienda puede realizar las actividades necesarias para aprovisionar su producción, con una visión que integre el concepto logístico y el costo total.

El cuarto capítulo es la presentación del estudio de caso, describe el método de investigación empleado, los procedimientos de recolección y análisis de datos, incluyendo los resultados obtenidos. Un contraste entre la manera en que la empresa de construcción de vivienda ejecuta sus actividades es realizado mediante un análisis de costo total. Los resultados obtenidos son presentados y analizados.

## Introducción

### Antecedentes

La construcción de viviendas ha venido cambiando en los últimos años alrededor de todo el mundo y en particular en México. Dichos cambios han derivado de la concentración de la construcción de viviendas en empresas dedicadas exclusivamente a ello. Este estudio va dirigido a este segmento de la industria<sup>1</sup>. Estas empresas han generado diversos cambios en la búsqueda por obtener los mayores beneficios de su actividad, a la cual es común denominar producción de vivienda<sup>2</sup>.

Cambios y estandarización en los procesos constructivos, en los diseños de viviendas convertidos en prototipos, en materiales empleados y cambios en los procesos administrativos, son sólo ejemplos de como la construcción de viviendas tiende a industrializarse formando líneas de producción como cualquier otra industria. Dichos cambios no son generados sino exigidos por el mercado y la competencia que existe en él.

La logística, además de constituir hoy un concepto novedoso, pues es aplicado radicalmente diferente a como se hacía 20 años atrás, constituye un enorme reto para cualquier empresa, ya que se ha convertido en un factor decisivo de diferenciación competitiva.

Sin embargo, a pesar de que la logística ha demostrado ser una herramienta potencial de integración de los procesos de trabajo dentro de una empresa, pocas han logrado la implementación total de la misma.

La logística facilita la integración de las empresas en redes de cooperación, mediante la coordinación de todas las actividades entre proveedores, productores y clientes, además rompe las barreras existentes entre los diferentes departamentos al interior de la empresa, enfatizando el concepto de costo total y evitando que las decisiones relacionadas con un proceso, se hagan de manera fragmentada. Ocupando un lugar jerárquico en la estrategia corporativa, la logística permite la generación de ventajas competitivas. (Chase; Jacobs y Aquilano, 1998)

---

<sup>1</sup> Durante este trabajo, se denominará “empresa de construcción de viviendas”, a aquella dedicada de manera lucrativa a construir viviendas como actividad principal, creando ventajas de la producción masiva (Este concepto se retoma en el capítulo 2)

<sup>2</sup> Chris Nicol & Alan Hooper. *Contemporary Change and the Housebuilding Industry: Concentration and Standardisation in Production* Housing Studies, Vol. 14, No. 1, 57- 76, 1999

---

El concepto logístico que debe aplicar la empresa de construcción de viviendas, se caracteriza por jugar un papel de integración de las actividades dirigidas a suministrar a cada punto de los desarrollos dispersos en el mercado <sup>3</sup>, los productos y servicios que demanda en el momento que lo requiere, con la calidad exigida y al costo más bajo posible. Dicha función consiste en asegurar el flujo de insumos que garantice un nivel de servicio y de reducción de costos. Para ello debe centrar su actividad en realizar la coordinación de las actividades siguientes: 1) planeación de la demanda, 2) compras, 3) aprovisionamiento, 4) almacenaje, 5) transporte interno y 6) distribución de los suministros o materiales, así como 7) el reciclaje de residuos.

El fundamento de la coordinación de las actividades anteriores es el análisis del costo total, es decir minimizar el costo integrado por: el costo de transporte, el costo de almacenamiento, el costo de inventarios, el costo del procesamiento de pedidos y el costo de los sistemas de información.

### **Formulación de la problemática**

Conforme la competencia internacional experimenta un acelerado aumento, las empresas afrontan considerables dificultades para desarrollar capacidad, derivado del cambio tecnológico, las amplias estrategias competitivas adoptadas por otras compañías y el creciente número de competidores.

Ante estas dificultades las empresas de construcción de viviendas deben de formar redes estratégicas de recursos, para adquirir información e insumos rápidamente, o para adquirir presencia en mercados nuevos y distantes.

La empresa de construcción de viviendas, como la del estudio de caso, enfrenta estos retos, aunados al hecho de realizar inversiones altas para realizar la construcción de más de 13000 viviendas anuales en todo el territorio nacional.

Por otro lado, la empresa para la construcción de viviendas requiere de una gran variedad de insumos, (350 al menos) los cuales son requeridos en diferentes puntos geográficos y en cantidades distintas, lo que resulta en un importante flujo de insumos, desde su origen en diversas partes de la república y hacia a los distintos desarrollos geográficamente dispersos.

---

<sup>3</sup> El mercado de construcción de viviendas esta definido por los territorios geográficamente dispersos en los cuales la empresa construye y entrega viviendas. La agrupación de viviendas en un proyecto de urbanización concreto, es a lo que se le denomina comúnmente “desarrollo” habitacional.

La falta de insumos en cualquier empresa de construcción, genera paros de mano de obra y maquinaria, así como retrasos en actividades secuenciales posteriores. Por otro lado, su exceso genera desperdicios o inversiones altas por materiales almacenados.

La forma de manipulación de materiales produce desperdicios, mermas, consume tiempo y recursos humanos que no son controlados.

Costos como los generados por: adquisiciones, transportes foráneos, almacenes centrales y almacenes locales, transportes locales, manipulación de materias primas, nominas para el control y la gestión, entre otros, son concebidos como un costo indirecto sin poder establecer medidas concretas para minimizarlos y controlarlos.

Dado que los materiales representan aproximadamente el 65% del costo de las viviendas <sup>4</sup>, que se requieren al menos 350 materiales diferentes para la construcción de las viviendas, que pueden existir empresas que actualmente realizan operaciones en diversos lugares en la república mexicana (como la del estudio que concentra operaciones de 47 puntos) y que producen un gran volumen de obra (más de 13000 viviendas anuales); podemos preguntarnos, ¿Puede el concepto logístico brindar beneficios de gestión a la industria de construcción de viviendas? ¿Cuáles son los problemas que enfrentan actualmente las empresas al realizar sus suministros? ¿Cómo realiza actualmente una empresa de construcción de viviendas sus suministros? ¿Cuáles son los procesos involucrados en el suministro de materiales y cuales son sus costos?, ¿Existe alguna manera de gestionar integralmente los suministros?. Entonces obtenemos el problema **¿Cómo gestionar el suministro de materiales en las empresas de construcción de viviendas en serie?**

El propósito del documento consiste en proponer ***pautas de gestión fundamentadas en el concepto de logística que permitan a la empresa de construcción de viviendas en serie, obtener beneficios mediante la estructuración de su gestión de suministros de materiales y aplicarlas al analizar las actividades que esta desarrollando actualmente una empresa.***

### **Objetivo de la investigación**

El objetivo general consiste en:

Proponer pautas de gestión, que fundamentadas en el concepto de logística, puede aplicar la empresa constructora de viviendas para mejorar sus procesos de suministros de

---

<sup>4</sup> Porcentaje relativo del valor de los materiales empleados en una vivienda de interés social respecto al valor de costo total de su construcción, a costo directo. Calculado a partir de presupuestos de obra proporcionados por la empresa, mediante la realización de una explosión de insumos típica.

materiales y al mismo tiempo, que sirvan de referencia para la formación del personal involucrado en el flujo de materiales en las empresas de construcción de viviendas en serie.

Los objetivos específicos de la investigación son:

- Identificar en la logística el medio capaz de proveer beneficios de gestión de suministros a la empresa de construcción de viviendas.
- Identificar los problemas que se enfrentan en la cadena logística de los suministros en las empresas de construcción.
- Identificar y documentar, así como examinar y analizar las prácticas de gestión actual de suministros de una empresa de construcción de viviendas mediante un estudio de caso.

### **Método de investigación**

Primeramente, se ha realizado una revisión de la literatura que permite identificar las brechas de conocimiento relacionadas con la integración de los procesos logísticos dentro de la industria de la construcción, particularmente en la de construcción de viviendas.

Así mismo, la investigación de la literatura permitió identificar los conceptos logísticos que se han aplicado en la industria de la manufactura y que pueden ser aplicados por la industria de la construcción, permitiendo el establecimiento de pautas de gestión. Esto involucra el desarrollo de principios, recomendaciones y pautas para guiar a los participantes de la construcción de viviendas en el establecimiento de cadenas eficaces de suministros.

La investigación del estudio de caso, se centra en recopilar la información referente al modo en que la empresa realiza actualmente las prácticas logísticas. Para esto primeramente, se utilizó el método de la entrevista. Dicho método fue útil para recopilar la información organizacional y definir los flujos de información dentro de la cadena de suministro. Se seleccionaron seis desarrollos de vivienda de la misma empresa para identificar los costos y los datos operativos históricos referentes a los flujos de insumos.

Finalmente con la ayuda de los datos recabados se plantearon propuestas que puede usar la empresa para mejorar sus procesos de suministros, basadas en las pautas de gestión logística planteadas.

## **Capítulo I La industria de construcción de viviendas**

### **I.1 La industrialización de la construcción de viviendas**

Desde principios del siglo pasado, se ha trabajado en la idea de mejorar los procesos empleados en la construcción, aprendiendo de los conocimientos generados por otras industrias.

La principal preocupación relacionada con los procesos de construcción, fue el interés por cambiar las técnicas artesanales por técnicas industrializadas.

La mayor influencia de esta preocupación, se ha reflejado en el intento por mejorar los procesos e industrializar la construcción utilizando la experiencia y técnicas brindadas por la industria de manufactura. (Gann, 1996) (Ball, 2002) (Barlow y Childerhouse, 2003)

Si bien es cierto que los procesos de manufactura proveen ciertas ventajas en cuanto a organización, es importante reconocer las diferencias sustanciales que existen entre la manufactura y la construcción.

Primeramente, el tamaño y la inmovilidad del producto en la construcción implican que la casa tenga que ser construida en el punto de consumo, a diferencia de otras industrias en las cuales el producto terminado es llevado hacia los mercados de consumo. Esta diferencia implica una distribución de la infraestructura, de los recursos y del proceso mismo de manera distinta a los arreglos funcionales y de producto utilizados en manufactura (Chase, Jabobs; Aquilano 1998).

Por otro lado, la necesidad de larga vida del producto y el costo asociado a este, crean problemas para probar nuevos materiales, componentes o técnicas de producción. El costo asociado a la innovación en la industria de la construcción, puede convertir la alternativa en algo prohibitivo, de ahí que algunas empresas prefieran no correr riesgos y optar por los sistemas y procesos tradicionales.

Tres características principales que deben existir para considerar la construcción de vivienda de manera industrializada son: estandarización, prefabricación y sistemas constructivos. La aplicación de sistemas constructivos se refiere a la introducción de metodologías de construcción secuencial y programada.

Bajo estos conceptos se ha empezado a utilizar el término de “producción de viviendas” para referirse a la construcción sistematizada de viviendas estandarizadas, de la misma

manera se ha utilizado el término de “producto”, para referirse a la vivienda construida por las empresas bajo el concepto de producción de vivienda (Skibniewski y Molinski, 1989)(Gann, 1996) (Hooper y Nicol, 1999) (Barlow y Childerhouse, 2003).

En este sentido industrializador, el diseño de viviendas ha pasado de un diseño de hogares, al típico diseño industrial que se lleva a cabo para la producción masiva de productos de consumo. (Hooper y Nicol, 2000)

La principal característica, que ha surgido de la industrialización de la construcción de vivienda, es la introducción casi genérica por todas las empresas, de *viviendas tipo o casas estándar* también llamadas *Prototipos*. Esto es, la aplicación del principio de estandarización usado en manufactura. (Ver figura 1). Dicho principio implica la simplificación del producto mediante la modulación de componentes y la reducción de partes distintas, así como el empleo de dichas partes en el mayor número de productos. También implica la repetición del diseño del producto y del proceso de producción.



Figura 1. Construcción de viviendas en serie mediante el empleo de casas estándar en gran Bretaña a la izquierda (NHBC, 2004) y México a la derecha (HOMEX, 2004)

Es obvio que el número de prototipos es bajo, y que los constructores intentan usar diseños básicos por largos periodos a fin de limitar los costos de producción y los costos generados por los proyectos. El diseño de casas estándar, ayuda a los constructores de vivienda a reducir costos por unidad, principalmente aquellos referentes al diseño de ingeniería y arquitectura así como los costos de presupuestos y gestión de la obra.

Nicol y Hooper (1999) señalan que la repetición en la producción de las viviendas, es el mayor beneficio que tienen las firmas, además del conocimiento que brinda la experiencia

y la habilidad que se gana en cada repetición. Cada repetición implica un intento por reducir tiempo y costo.

Es reconocible que la construcción de viviendas esta en total contraste con el resto de la industria de la construcción, en la medida en qué tan estandarizado está su producto. (Gann, 1996)

En México, la estandarización de los procesos de producción de vivienda ha sido estudiada detalladamente por las empresas, el uso de componentes estandarizados ha sido solo uno de los pasos en el camino hacia la industrialización de las actividades. (ARA, 2003) (GEO, 2003) (BETA, 2004)

En Japón, prácticas similares en cuanto a desarrollo de producto, diseño del mismo, coordinación de la cadena de suministro, marketing y ventas han sido usadas para producir gran variedad de productos, desde automóviles hasta casas industrializadas. Los principios de la manufactura derivados de la industria automovilística, han sido usados exitosamente para producir casas. (Gann, 1996). Los procesos utilizados en la producción de viviendas incluyen técnicas de gestión y herramientas de la filosofía *justo a tiempo* (JIT) y *kanban*<sup>1</sup>. (AIDICO, 2004)

En un nivel más avanzado de industrialización, donde la producción de viviendas no solo obedece a las cualidades de la manufactura tradicional, sino que busca ofrecer un producto diferenciado a los clientes, se han podido desarrollar viviendas personalizadas bajo sistemas de producción estándar (Nicol y Hooper, 1999) (Gann, 1996)

Anteriormente, la industria de la construcción de viviendas se había contentado con brindar un nivel de personalización de sus productos, a través de una segmentación de mercado. Actualmente, los consumidores son divididos en grupos homogéneos y se desarrollan productos dirigidos a cada grupo objetivo. De esta manera la nueva industria de la construcción de viviendas intenta avanzar de una economía de escala, a una economía de alcance<sup>2</sup>. (Barlow-Childerhouse 2003) (Nicol y Hooper, 1999) (Gann, 1996)

Además, nuevas estrategias de industrialización son propuestas, como el modelo de balanceo de líneas usado en producción de bienes, desarrollado para ser aplicado a la

---

<sup>1</sup> Kanban, significa firma o tarjeta en japonés. Se refiere a un sistema de control usado para regular los flujos de materias primas, productos semiterminados y terminados. El flujo de las tarjetas es inverso al flujo de los productos, siendo la tarjeta el medio de transmisión de la información para un flujo pull.

<sup>2</sup> La noción básica de economía de escala es aquella mediante la cual una empresa consigue, mediante incrementos en los volúmenes de producción, disminución de sus costos por unidad. Las economías de alcance se generan cuando múltiples productos son generados a bajo costo, cambiando en una línea de producción entre un producto y otro. (Chase-Jacob-Aquilano 1998)

---



industria de la construcción de vivienda. (Skibniewski, Molinski 1989), y la gestión de los procesos de construcción como subensambles de un producto mayor llamado vivienda (SARE, 2003)

## **I.2 El panorama de la construcción de viviendas**

### **Panorama general**

En general la construcción de vivienda en el ámbito mundial esta constituida por un gran numero de pequeñas empresas que construyen pequeños volúmenes de viviendas, mediante el empleo de gran cantidad de mano de obra, bajo los sistemas constructivos tradicionales. Así mismo, se caracteriza una cantidad pequeña de cambios en los procesos constructivos y la realización de dichos cambios de manera lenta. Las economías de escala se generan muy poco en estas empresas. (Ball, 2003)

Sin embargo bajo este panorama, la industria de la construcción de vivienda ha evolucionado aunque sea parcialmente, al lado de un pequeño número de empresas que han concentrado los grandes volúmenes del mercado, reduciéndose el número de empresas y aumentando el volumen de producción de cada una de ellas. (Hooper y Nicol, 1999).

En este sentido, se considera que dichas empresas constructoras han constituido empresas altamente rentables, medidas en términos de unidades producidas.

Cada una de las empresas tiene una organización diferente. Seria equivocado dada la diversidad internacional crear tipos similares de empresas en el ámbito mundial. Sin embargo, se puede observar que la industria de la construcción de viviendas mundial tiende a crecer, incluso en países donde la disponibilidad territorial pudiera parecer un límite como Gran Bretaña, las necesidades de vivienda son altas. (NBC, 2004) (Ball, 2003)

### **La construcción de viviendas en México**

En el sector de la construcción, la edificación de vivienda representa el 46 por ciento del valor de las obras generadas por toda la industria nacional como se observa en la figura 2.

COMO SE DIVIDE LA INVERSIÓN EN CONSTRUCCIÓN	
Sector	%
Vivienda	46
Energía	24
Industria comercio y turismo	14
Comunicaciones y transportes	8
Agua y ambiente	3
Educación	3
Salud	1
Seguridad pública	1
<b>Total</b>	<b>100</b>

Figura 2. Participación de la construcción de vivienda en el sector de la construcción según la Cámara Mexicana de la Industria de la Construcción. Elaboración propia, basado en Rosas, 2004.

Rosas reporta que para la CANADEVI y la CMIC, existen cerca de 200 empresas desarrolladoras de vivienda en el país que generan entre 50 y 500 casas anualmente, sin embargo existen menos de diez que son capaces de construir mas de 10,000 viviendas anuales

Tal y como acontece en otros países, la producción de vivienda se ve sumamente influenciada por la creación de estructuras institucionales de provisión de vivienda. (Ball, 2003)

En México, el compromiso de la presidencia de impulsar la disponibilidad de vivienda ha dado como resultado el crecimiento más agresivo de la industria en los últimos años. (Geo, 2004) (Sare, 2004) (Rosas, 2004)

Adicional a lo anterior, las tasas de interés más atractivas, los programas hipotecarios operados por los organismos de vivienda, la banca y las sociedades financieras, así como la deducción de impuestos por los intereses de los créditos hipotecarios, han sido los detonantes de la construcción de vivienda en el país.

En el 2003, se otorgaron 500,000 hipotecas, representando un incremento del 15% con relación al 2002, y del 53% comparado contra 2001. En la figura 3 se muestra la participación de los organismos.

El INFONAVIT, principal proveedor de hipotecas, otorgó 301,000 créditos en el 2003, con el objetivo de otorgar 375,000 hipotecas en el 2006. Por su parte, la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF), conocida anteriormente como FOVI, incrementó un 37% el número de hipotecas otorgadas en el año 2003. En el 2003, FOVISSSTE otorgó 68,000 hipotecas, 277% más que hace dos años. Los bancos prácticamente duplicaron el número de hipotecas otorgadas en el año 2003 respecto al anterior.

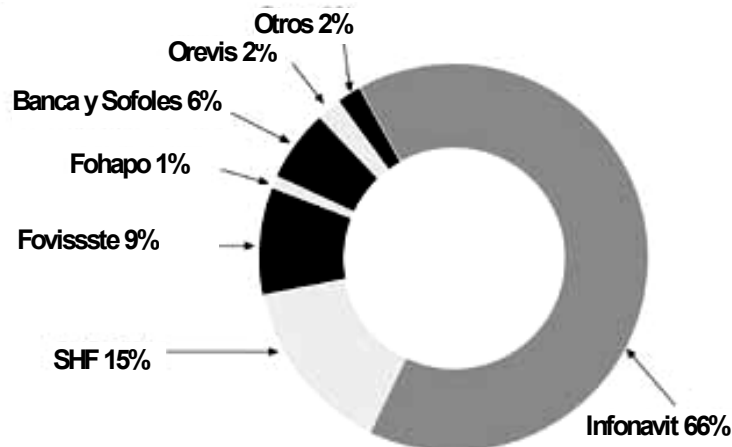


Figura 3. Participación de diversos organismos en el financiamiento de la industria de construcción de vivienda durante el 2004 según la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda (Rosas, 2004)

Por otro lado, el Consejo Nacional de Población (CONAPO), ha realizado una proyección del avance en construcción de vivienda hasta el año 2030, en donde se estima un promedio de 609 283 viviendas anuales<sup>3</sup>. Se estima un déficit de vivienda en todo el país igual a 4.3 millones de viviendas. (URBI, mayo 2004)

En acorde a lo anterior, las empresas de construcción de viviendas han distribuido sus operaciones buscando las ciudades donde el INFONAVIT otorga la mayoría de créditos, alrededor de las ciudades más dinámicas, donde se generan el mayor número de matrimonios y en general donde se concentra la población actualmente.

Aunque las empresas de construcción de vivienda intentan abrir nuevos esquemas y productos, es importante destacar, que todas ellas saben de la importancia que tiene la producción de viviendas de interés social dentro de su gama de productos.<sup>4</sup> (Homex 2004)

<sup>3</sup> Estimado publicado en [www.canapo.gob.mx](http://www.canapo.gob.mx)

<sup>4</sup> Entrevista realizada el 23-nov- 04, por Genaro Mejia de "El universal", a German Ahumada, presidente de Consorcio ARA

### **I.3 La competitividad en las empresas de construcción de viviendas en México**

Las empresas de producción de viviendas han observado que los factores importantes de crecimiento y competitividad son:

- El acceso a reservas territoriales
- El capital de trabajo
- La eficiencia en la producción y la variedad de productos
- La calidad de sus recursos humanos
- La imagen de la marca y la calidad

#### **El acceso a reservas territoriales.**

El acceso a reservas territoriales es uno de los factores más importantes porque garantiza para las empresas, la adquisición de la materia prima principal de su producto.

La adquisición de nuevas reservas territoriales es un proceso que conlleva la mayor importancia estratégica. La ubicación del terreno determina el segmento de mercado a atender y la velocidad de producción dentro de los desarrollos. Los términos de compra condicionan en buena medida la rentabilidad futura de los proyectos a desarrollar por las empresas y las necesidades de flujo de efectivo. (Geo, 2003) (Sare, 2004) (Homex, 2004) (Ara, 2003)

Algunas empresas tienen asegurada la continuidad de sus operaciones a los ritmos actuales, gracias a las reservas territoriales, que se calcula, sirven para la producción de viviendas durante los próximos tres y hasta cinco años.

#### **El capital de trabajo.**

Es importante mencionar que la capitalización de las empresas de construcción es un punto importante que marca su desarrollo. Las empresas están preocupadas por reducir sus deudas y aumentar su flujo de efectivo, así como aumentar sus ganancias, mediante el aumento de la producción y venta, así como el aumento de la rentabilidad mediante la disminución de costos.

#### **Eficiencia en la producción y variedad de productos.**

Las empresas, preocupadas por mejorar la eficiencia de la producción, han realizado esfuerzos por industrializar más sus actividades. Lo anterior se refleja en la sistematización de sus procesos, la realización de estudios de estandarización de procesos, integraciones

verticales, e incluso en la decisión de aplicar filosofías *Just in Time* dentro de sus procesos como estrategias a largo plazo.<sup>5</sup> (Geo, 2003) (Sadasi, 2003) (Ara, 2003)

La diversificación que exige el mercado, debe ser entendida en dos sentidos: a) la presencia en nuevos mercados y b) la generación de nuevos productos.

En el primer sentido, se ha generado en las empresas el interés y la creación de estrategias para consolidar sus operaciones en un mayor número de ciudades del país. Sin embargo, esto representa a la vez que un objetivo un reto.

En general, las empresas han distribuido sus operaciones principalmente en el Distrito Federal y los estados de México, Quintana Roo, Puebla, Michoacán, Jalisco, Guanajuato, Baja California, Chihuahua, Tamaulipas, Monterrey y Querétaro. Otras ciudades han sido solo abarcadas por algunas empresas. Sin embargo, la meta de las empresas en general es extenderse a todo el territorio nacional.

En el segundo sentido de la diversificación, las empresas han diversificado sus prototipos de vivienda y esquemas de financiamiento hipotecario dirigiéndolos, de manera simultánea a todos los segmentos del mercado de vivienda.

Las regulaciones técnicas generalmente determinadas por el gobierno, determinaron durante cierto tiempo la producción de viviendas no solo en México (Voordijk, 2000). Esto resultaba en una mayor limitación de las oportunidades de variación del producto. En el sentido anterior, las empresas no se preocupaban por las necesidades del cliente sino por conocer las regulaciones gubernamentales. Esto a cambiado drásticamente en la última década.

Una ventaja competitiva que reconocen las empresas productoras de vivienda son las condiciones de mercado que obtienen sobre sus insumos, al generar economías de escala. Las economías de escala son generadas por los altos volúmenes de viviendas vendidas. En la figura 4 se muestra una gráfica con la producción de viviendas anual que registran las principales empresas en México.

Alianzas estratégicas entre proveedores y productores de viviendas aparecen diariamente como una intensa campaña de las empresas constructoras de viviendas por integrar operaciones y obtener los mayores beneficios de dichas economías.

El volumen de producción de viviendas que han generado las empresas ha ido en aumento en los últimos años, registrando cada empresa avances distintos. Una gráfica de la

---

<sup>5</sup> 5 de Mayo, Mexican Cement and Construction Conference Santander Central Hispano May, 2004

producción de viviendas de las empresas más importantes se muestra en la figura 4, en ella se pueden observar los volúmenes de las principales productoras de vivienda en México.

Estas cifras sin embargo, quedan muy por debajo de las cifras de producción de viviendas en Japón, donde las empresas japonesas Sekisui y Misawa producen 70,000 y 50,000 viviendas anualmente respectivamente. (Gann, 1996). Sin embargo, dicho volumen es considerablemente importante con relación al volumen total construido en otros países, como el Reino Unido.<sup>6</sup>

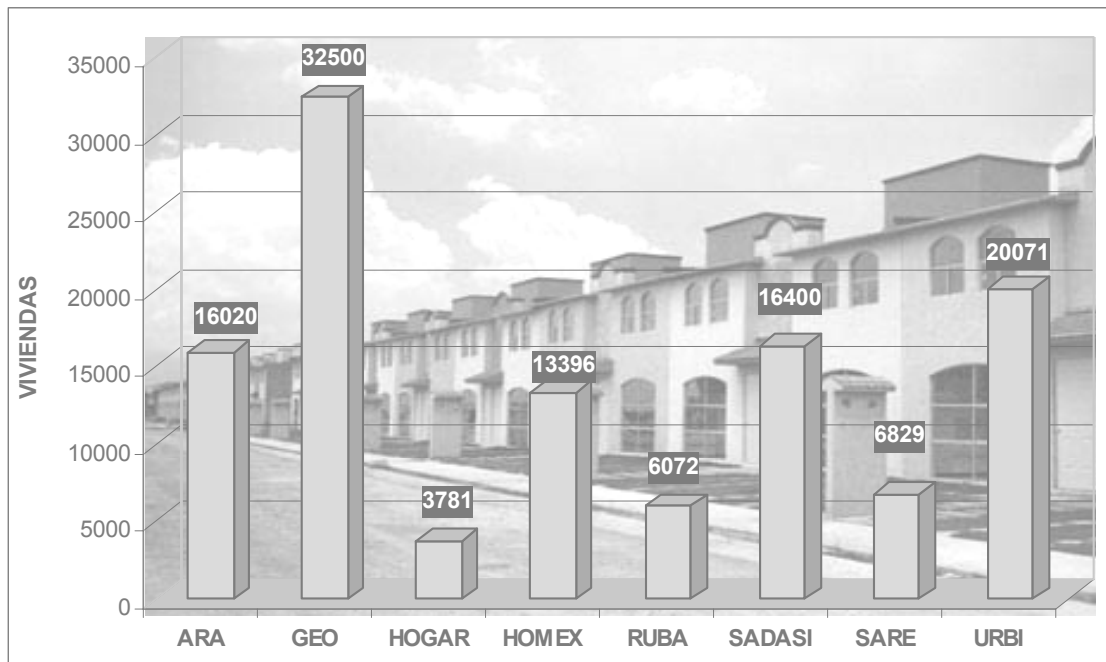


Figura 4. Producción de viviendas de las principales constructoras en México, basado en los informes anuales de cada empresa al 2003. (Elaboración propia)

### La calidad de sus recursos humanos

Las empresas se han empezado a preocupar por el valor de sus recursos humanos, sumando estos a su inventario o riqueza, e incluyéndolos como parte de la misión, y valores de su estrategia corporativa. Dichas empresas, tal y como otros tipos de industria, empiezan a generar mecanismos de gestión de recursos humanos, incentivos y capacitación.

<sup>6</sup> Housing Statistics 2004, Housing Data and Statistics Division, The Office of the Deputy Prime Minister, London. [www.odpm.gov.uk](http://www.odpm.gov.uk)

## **La imagen de la marca y la calidad**

Las empresas actualmente están conscientes de la importancia que tiene su marca. Para asegurar la imagen de esta, las empresas han realizado un esfuerzo por consolidar un área de servicio post-venta que verifica la calidad y buen funcionamiento de las casas previo, durante y después de su entrega al cliente. El servicio post-venta retroalimenta a la empresa con respecto al grado de satisfacción de los clientes con el propósito de mejorar sus productos.

La creación de áreas de mejora continua y control de calidad dentro de sus esquemas organizacionales son muestra de una industrialización y preocupación por la calidad. (Ara, 2003) (Geo, 2003) (Sadasi, 2004)

## **Capítulo II Las actividades logísticas**

### **II.1 El concepto logístico**

La logística puede ser definida como: “El proceso de planeación, implementación y control de flujo, almacenamiento efectivo y eficiente de materias primas, inventario en proceso, productos terminados, servicios y la información relacionada desde el punto de origen

La logística existe para satisfacer las necesidades del cliente facilitando los procesos de producción y manufactura. (Bowersox y Closs, 1996)

El objetivo de la logística es tejer una red coordinada de todas actividades involucradas en adquirir, transformar y distribuir la materia prima o producto desde su origen hasta el último cliente, para lograr los objetivos de servicio del cliente. Esta red incluye las actividades físicas de mover y distribuir bienes, proveer información de soporte a las operaciones, y gestionar el proceso total.

La logística en su acepción más amplia es la racionalización de flujos en la empresa. Estos incluyen, los flujos físicos de mercancías en la gestión de aprovisionamiento de materiales, de insumos y partes semiterminadas, en el mismo proceso de producción y el flujo de los productos en las áreas de mercado atendidas mediante la distribución física. También incluye los flujos financieros y los flujos de información.

Cualquier negocio tiene varios procesos, los cuales varían en su importancia, no todos crean valor para la dirección de la empresa o para los clientes. Byrne considera a la logística como un proceso, muestra que se puede construir una matriz para ubicar cada proceso en relación con el valor que estos crean para clientes y directivos. En el cuadrante superior izquierdo de la figura 5 se encuentran los procesos clave del negocio, los cuales brindan alto valor para la dirección y para el cliente.

---

<sup>1</sup> En 1991 el Council of Logistics Management parte de la definición original de distribución física, modifica la definición, surgiendo el concepto de logística



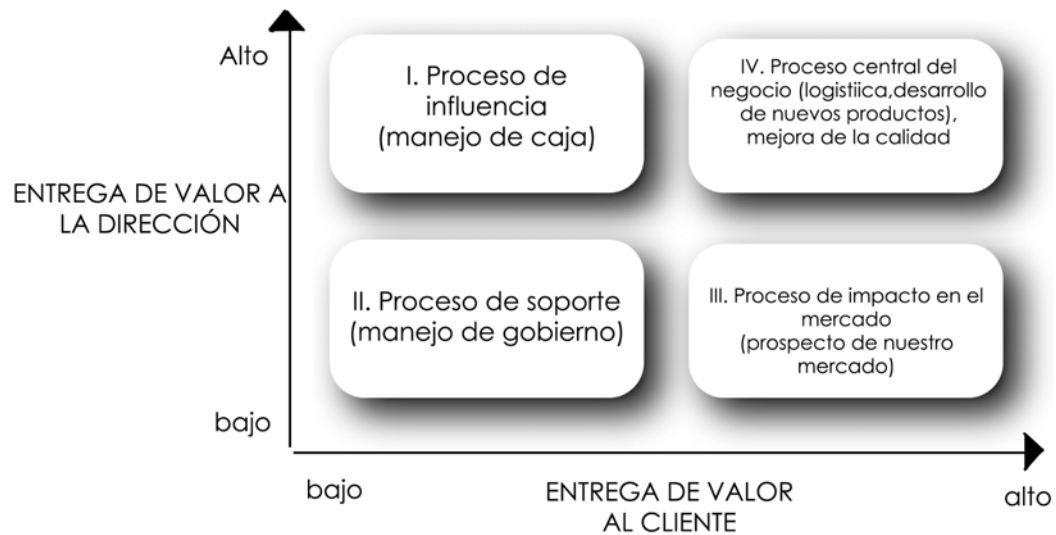


Figura 5. Matriz ubicando a las actividades logísticas dentro de la importancia de la empresa. Elaboración propia basada en Byrne y Markhan (1991).

En el caso de la logística, esta es clave para satisfacer al cliente mediante la producción y distribución (Byrne y Markham, 1991) y al mismo tiempo, la logística como un modo de gestión de operaciones de circulación de mercancías asegura su control por la empresa en integración con la estrategia global de la empresa, generando valor para la dirección. (Antun,1994). En la misma matriz se pueden ubicar otros procesos como el diseño o desarrollo de productos que son procesos que orientados al futuro, buscan la satisfacción futura del cliente.

Gestionar los procesos logísticos es difícil, porque esto implica la coordinación entre clientes y proveedores, a través de las funciones de la empresa, como se muestra en la figura 6.

La creencia de que el desarrollo integrado de actividades puede producir resultados superiores sobre una dirección individual de funciones, es un paradigma fundamental de la logística.

La siguiente variedad de actividades, están involucradas en el flujo de productos desde su origen hasta un punto de utilización o consumo y constituyen las llamadas actividades logísticas.

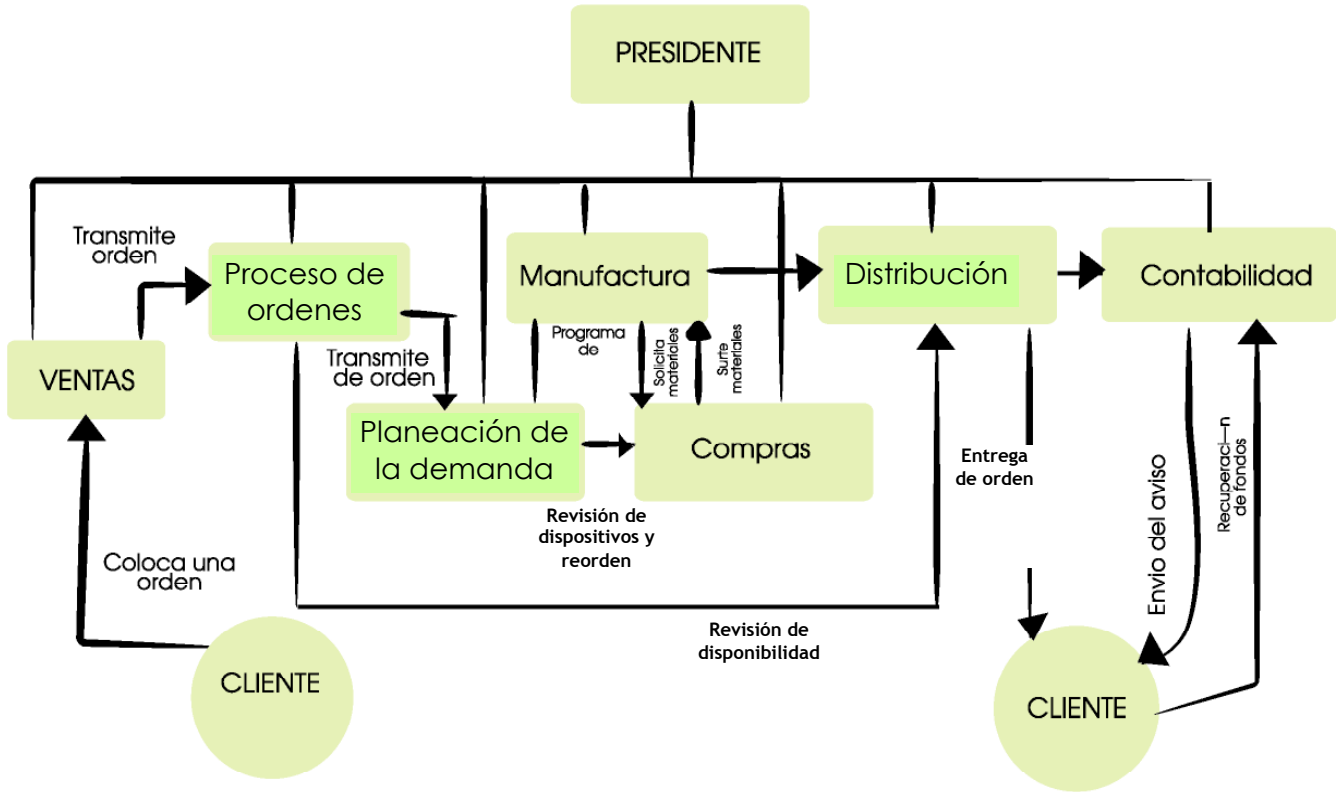


Figura 6. En el diagrama se muestra los flujos de información a través de los distintos departamentos de la empresa, como resultado de las actividades logísticas. (Elaboración propia, basado en Byrme, 1991)

### Servicio al cliente (consumidor).

Cada elemento de un sistema logístico puede afectar el que un cliente o consumidor reciba o no el producto o insumo correcto, en el lugar correcto, en las condiciones correctas y al costo y tiempo correctos (Lambert y Stock, 1993) Así el servicio al cliente involucra la implementación exitosa de una administración logística integrada.

La logística contribuye a la organización exitosamente mediante la entrega en tiempo y forma de productos a los clientes. Pero que es un cliente. Para la logística un cliente es cualquier destino de entrega. Los destinos constituir casas de clientes o patios de entregas de almacenes o plantas. El cliente es una organización o individuo que tomará la posesión del producto. (Bowersox y Closs, 1996)

### El procesamiento de ordenes.

Este pone en funcionamiento el proceso de distribución y dirige las acciones para satisfacer una orden. Los componentes de la actividad de procesamiento de ordenes pueden ser: captura de ordenes, programación, preparación de la orden y facturación,

modificación de los pedidos, consultas sobre el estado de la orden, rastreo y corrección de errores, elementos de crédito, etc.

El procesamiento de ordenes tiene clientes internos y externos. Los clientes internos son unidades organizacionales que requieren un soporte logístico para desarrollar su trabajo. (Bowersox y Closs, 1996).

El pronóstico de la demanda y el procesamiento de ordenes son dos actividades logísticas que dependen de la información.

Actualmente la tecnología es capaz de brindarnos información en tiempo real. Sin embargo la tecnología es tan buena sólo como la calidad de la información lo sea. Hay dos posibles errores de la información, la relacionada con las tendencias y los eventos y las relacionadas con algún requerimiento del cliente. Cada error en la composición de la información genera disturbios potenciales para toda la cadena y para el costo total. El beneficio de la velocidad de la información esta directamente relacionado con los procedimientos de trabajo.

### **Control de inventarios.**

La actividad de control de inventarios es crítica debido a la necesidad financiera de mantener suficiente abasto para satisfacer los requerimientos de clientes o de la producción misma.

Mantener existencias de materiales, partes y productos terminados, consume espacio y capital. La mayor importancia de este la constituye el hecho de que el dinero invertido en inventario no esta disponible para otro uso. (Lambert y Stock 1993) (Bowersox y Closs, 1996)

Los niveles excesivos de inventarios pueden compensar las deficiencias en el diseño básico de la red logística y compensar un grado inferior de dirección de la misma, sin embargo por otro lado, niveles altos de inventario resultan en costos logísticos altos.

La selección de los materiales a mantener en inventarios en cierta instalación afecta al transporte, debido a que los intervalos de transporte están basados en el volumen y el tamaño de los envíos o embarques. La consolidación de envíos resulta en una estrategia logística a fin de vincular niveles de inventario, instalaciones y transportación

Mediante el empleo de programas basados en tiempo, se reduce el inventario al suministrar lo materiales en el momento en que serán usados. Sin embargo esto requiere de un balance entre costos de inventarios y costos de transporte.

Dentro del flujo de inventario tenemos tres partes, inventario para la distribución física (de producto terminado), inventario para el soporte de manufactura (inventario de material en proceso) y el inventario derivado de la procuración o compra (inventario de materia prima)

### **Pronóstico de la demanda.**

El pronóstico de la demanda incluye la determinación de la cantidad de producto y servicio que los clientes requerirán en algún punto en el futuro. La necesidad de conocer cuanto producto será demandado es importante para todas las facetas de las operaciones de la empresa.

### **Transporte.**

Uno de los principales componentes del proceso logístico, es el movimiento de materiales o productos terminados de un punto de origen hasta el punto de consumo.

La actividad de tráfico y transporte, se refiere al manejo del movimiento de productos e incluye actividades tales como: la selección del método de embarque, selección del proveedor del servicio de transporte, la elección de la ruta especificada, así como el seguimiento del cumplimiento de las regulaciones de transporte

Tres puntos son importantes para la logística que tiene que ver con el transporte: costo, velocidad y consistencia.

La velocidad de transportación es el tiempo requerido para completar un movimiento. En este servicio se deben de balancear dos conceptos, el costo de capital invertido en el inventario en tránsito durante todo el movimiento y el costo asociado a cada velocidad de transporte. Generalmente los transportes económicos son más tardados.

Consistencia de la transportación, se refiere a la dependencia del transporte y a la variabilidad que presenta la calidad del transporte. La falta de consistencia afecta los costos logísticos pero también afecta a los clientes. Una pieza clave en los costos de transportación son la localización de instalaciones. Siempre se deben considerar costos totales de transporte y no únicamente los costos de flete.

### **Almacenamiento.**

Los productos deben de ser almacenados en la planta o en los almacenes para venta o consumo posterior. El almacenamiento es la actividad que maneja el espacio necesario para resguardar o mantener los inventarios. Las actividades de almacenamiento específicas incluyen decisiones como si el almacén debe ser propio o rentado, el diseño y

distribución del almacén, las condiciones de consolidación, manejo, clasificación y empaque de los artículos almacenados, entre otras.

### **Selección de sitios para la ubicación de instalaciones.**

Las instalaciones típicas en las que opera la logística son las plantas, los almacenes, las tiendas o centros de ventas.

Ya sea que las instalaciones sean propias o rentadas, la localización de la planta y/o almacenes es extremadamente importante. Como sea, el número, el tamaño y la relación geográfica de las instalaciones usadas para realizar las operaciones logísticas, afecta directamente el nivel de servicio ofrecido y su costo.

La localización estratégica de planta y almacenes cerca de los mercados de la empresa, puede mejorar el nivel de servicio al cliente. La localización adecuada de instalaciones, puede también conducir a tarifas más bajas de transporte, en el movimiento del producto desde la planta al almacén, de planta a planta, etc.

Aunque algunas de las instalaciones fueran subcontratadas, el control final debe ser manejado como una parte integral de la logística.

### **Manejo de materiales.**

El manejo de materiales incluye cada aspecto del movimiento o flujo de materias primas, inventario en proceso y productos terminados dentro de una planta o almacén. Los objetivos del manejo de materiales son básicamente: eliminar el manejo donde sea posible, minimizar la distancia de viaje, minimizar los bienes en proceso, proveer flujo uniforme y libre de cuellos de botella y minimizar las pérdidas por desperdicio, obsolescencia y robo. (Proverbs y Holt, 1999) (Agapiu y Clausen, 1998)

### **Abastecimiento.**

Cada compañía depende en alguna medida de los materiales y servicios provistos por otras empresas.

El abastecimiento es la adquisición de materiales y servicios, que aseguran la efectividad de las operaciones de producción de la empresa y los procesos logísticos mismos. La función de abastecimiento incluye la selección de proveedores, la forma en la cual el material es adquirido, la determinación del precio y el control de la calidad entre otras actividades. El abastecimiento es el inicio del flujo de materiales o partes de los proveedores hacia los almacenes o plantas. El proceso de abastecimiento adquiere varios

nombres: compras, procuración, adquisiciones, y en algunos como *inbound logistics*. (Bowersox, Closs 1996)(Voordijk, 2000)

### **Empaque.**

El empaque realiza dos funciones básicas; de mercadotecnia y logística. En el sentido de mercadotecnia el empaque actúa como una forma de promoción y publicidad. Desde la perspectiva logística, el empaque protege al producto de posibles daños e incluso puede hacer más fácil su almacenamiento y manejo.

### **Manejo de desechos.**

Como resultado de los procesos de producción y logísticos de la empresa, se tiene la existencia de material de desecho. Si el material no puede ser usado para producir otros productos debe ser desechado de alguna manera, y la logística debe manejarlo, transportarlo y almacenarlo.

Las actividades logísticas deben constituirse como un balance entre las prioridades de servicio y su costo.

## **II.2 Objetivos de la operación logística**

Se ha determinado que existen al menos seis objetivos operacionales en términos del diseño y administración de sistemas logísticos. (Bowersox, Closs 1996)

### **Respuesta rápida.**

Esta relacionada con la habilidad de la empresa para satisfacer los requerimientos de servicio del cliente de una manera oportuna. En este sentido, la capacidad de respuesta rápida cambia el paradigma original basado en el pronóstico de la demanda y en los altos inventarios para dar servicio al cliente, por una base de recepción-envío inmediato.

### **Variaciones mínimas**

La variación es cualquier evento inesperado que rompa el rendimiento del sistema. Retrasos en la entrega esperada por un cliente, rupturas de producción inesperadas, materiales que llegan dañados o las entregas en sitios incorrectos, todo resulta en rupturas que tiene que ser resueltas. Generalmente esto se resuelve usando transportación con un alto costo y por el establecimiento de un stock de seguridad. Estas prácticas sin embargo, que son costosas e incluyen cierto riesgo, se deben sustituir por sistemas de información

### **Minimización de inventario.**

El objetivo de minimizar los inventarios está relacionado con el compromiso del activo y la velocidad en que este es aplicado. El compromiso al que se refiere es el valor financiero del inventario desarrollado a través de todo el sistema logístico. La velocidad de rotación del inventario asociada a la disponibilidad del inventario significa que el capital aplicado en el inventario está siendo usado correctamente. Aunque algunas tendencias se buscan llevar el inventario a un nivel cero, hay que considerar que el inventario también brinda ventajas dentro del sistema logístico. Los inventarios pueden proveer mejoras en las economías de escala. El objetivo es mantener bajos niveles de inventario mientras se brinda el nivel deseado de servicio.

### **Consolidación de movimientos**

Los costos de transporte están asociados de manera directa con el tipo de producto, el tamaño del embarque y la distancia. Para reducir los costos de transporte es deseable lograr consolidación de movimientos. Como regla general se busca disminuir el costo por unidad transportada mediante el arreglo de los productos dentro del embarque.

### **Calidad**

Cuando un producto está defectuoso o no cumple con los requerimientos, se necesita aplicar una logística inversa y entonces repetirla. Los re-trabajos dentro de las actividades logísticas son excesivamente caros en comparación con realizarlos bien la primera vez. De esta manera un objetivo de la operación logística consiste en obtener procesos de calidad.

### **Soporte en el ciclo de vida**

Muy pocos productos son vendidos sin la garantía de que el producto servirá durante cierto periodo. En ese sentido, cuando los productos fallan, es necesario realizar un proceso inverso desde el cliente. Algunos productos deben tener un soporte después de ser adquiridos y la logística debe estar diseñada y soportada para brindar este servicio.

## **II.3 El papel integrador de la logística**

Básicamente el papel integrador de la logística radica en el concepto mismo de ella. La administración de la logística se refiere al manejo de varias actividades como un sistema integrado.

En las empresas de manufactura el instrumento fundamental para mejorar la eficiencia, la calidad, la flexibilidad y rapidez, parece ser la integración de actividades a nivel de planta y de los procesos antes fragmentados. Se trata en realidad de aplicar un enfoque de sistemas que permita un balance adecuado de las partes y el funcionamiento total. Debido a que la logística involucra funciones clave, juega un papel estratégico en el mantenimiento de tal balance. (Ojeda, 2002)

En aquellas empresas que no han adoptado un método integrador de sistemas, la logística es una serie de actividades fragmentadas y poco coordinadas que se realiza a través de varias funciones organizacionales, las cuales tienen sus propios objetivos, presupuestos, prioridades y medidas.

Varias empresas han encontrado que la integración de todas las actividades logísticas conducen a una minimización del inventario, sin dicha integración los niveles de inventario crecerían en cada una de las etapas del flujo en la empresa. (Lambert y Stock 1993) (Bowersox y Closs, 1996) (Agapiu y Clausen 1998)

#### **II.4 El concepto de costo total**

El concepto de análisis de costo total es clave para la gestión del sistema logístico. Es la base de las estrategias de diseño de cadenas logísticas de menor costo.

La gestión del sistema logístico plantea una minimización del total de costos más que una minimización de cada componente. El costo total debe incluir todos los gastos necesarios para desarrollar un servicio logístico.

Mediante un enfoque de costo total, todas las funciones y operaciones relevantes vinculadas al flujo de mercancías y a la información asociada para su gestión, deben ser consideradas como sistema (Antun,1994). La estructura de costos logísticos se comporta como un sistema, el análisis del costo total permite examinar las interrelaciones funcionales entre costos. Así, ahorros reales en las operaciones logísticas solo se consiguen mediante un enfoque de la logística, como un sistema integrado de operaciones.

Cambios en los modelos logísticos producen incrementos en ciertos costos y disminución de otros. Los ahorros asociados a compras de materiales a gran escala, pueden ser enteramente compensados por el capital incrementado en inventarios. Adicionalmente, entre varios modelos de operación logística, puede no variar el costo, pero el impacto en el nivel de servicio o sobre otras operaciones de la empresa pueden ser relevantes.

Así, la clave del concepto de costo total radica en que todos los costos son considerados simultáneamente para la realización de todas las operaciones requeridas para cada una de



las alternativas existentes, pero en relación con la obtención de un nivel deseado de servicio.

## **II.5 Eficiencia logística**

La eficiencia o excelencia en cada aspecto funcional de la logística es relevante solamente en términos de las mejoras que este provee a la eficiencia del sistema logística integrado.

La logística existe para satisfacer las necesidades del cliente facilitando los procesos de producción y manufactura (Bowersox y Closs, 1996). En este sentido el objetivo de la logística es el servicio.

Un servicio logístico básico es medido en términos de: disponibilidad, rendimiento operacional y confiabilidad del servicio.

La disponibilidad significa tener el inventario consistente con los requerimientos del cliente.

Rendimiento operacional tiene que ver con el tiempo transcurrido, desde la ejecución de la orden hasta la entrega de un material solicitado. Incluye velocidad de entrega y consistencia. Generalmente las firmas intentan primero ser consistentes en sus servicios para después mejorar las entregas en cuanto a la velocidad. Otro punto importante en cuanto al rendimiento operacional de las empresas en materia de logística, es que tan flexible es en adecuarse a una necesidad inusual o a una solicitud extraordinaria. Del mismo modo un punto importante es la mala actuación y la recuperación o cadena inversa. Una mala actuación se refiere a la probabilidad de que algún proceso dentro de la logística falle, como por ejemplo, daños en los productos. Cuando esto sucede, las actividades logísticas se pueden medir en función del tiempo requerido para recuperar el daño.

La confiabilidad del servicio involucra atributos de calidad de la logística. Las compañías definen la calidad en logística como: conocer los requerimientos del cliente; satisfacer las necesidades del cliente; proveer un servicio libre de defectos; satisfacer al cliente en el primer intento, todas las veces. Sin embargo se propone la siguiente definición (Byrne y Markhan, 1991):

La calidad en logística significa acercarse a los requerimientos del cliente y a sus expectativas en cuanto a:

- Facilidad para solicitar, colocar y transmitir una orden
- Confiabilidad y entrega oportuna de ordenes
- Entregas exactas y completas, libres de daños y libres de errores.

- Soportes postventa oportunos y responsables
- Confiabilidad en la generación y transmisión de información

La productividad en logística significa usar la combinación de recursos, para todos los participantes en la cadena de suministro, en el modo más eficiente para proveer alta calidad, y servicio al cliente en costo efectivo.

## **II.6 Logística en la industria de la construcción de vivienda**

La logística en construcción debe ser vista desde dos perspectivas: la primera, en la cual las actividades logísticas empiezan dentro de la propia compañía y segundo, desde la perspectiva del proyecto. (Agapiu y Clausen,1998) En la compañía el punto focal de la logística es la integración entre las áreas funcionales de la empresa las cuales pueden vincularse a la realización de todo el conjunto de actividades necesarias para el desarrollo de las viviendas. En el proyecto, el punto focal de la logística son las actividades relacionadas con la producción de la vivienda.

### **II.6.1 La logística en el desarrollo de viviendas**

Hay tres aspectos funcionales básicos en el desarrollo de viviendas

- a) Desarrollo de terrenos residenciales.
- b) Producción de viviendas
- c) Marketing y ventas

El desarrollo de terrenos residenciales, debe entenderse como todas las actividades encaminadas a realizar la urbanización, la infraestructura urbana y equipamiento urbano de los terrenos, a fin de dotarlos de los elementos funcionales que requiere un conjunto residencial. Las construcciones necesarias para el desarrollo del uso residencial, son consideradas por algunas empresas como un valor agregado al producto.

La producción de viviendas debe entenderse como las actividades encaminadas a construir de manera sistemática prototipos de vivienda. Como se ha mencionado, la producción de viviendas es el elemento de negocio central de las empresas de construcción de viviendas. La vivienda prototipo es el producto que se comercializa y se vende.

Las actividades de promoción, exposición y ventas, son las actividades encaminadas a colocar el producto en las manos de los consumidores, o en su defecto, en llevar a los consumidores hasta el punto donde se encuentran los productos.

Las empresas constructoras de viviendas, realizan muchas actividades relacionadas con los tres aspectos funcionales básicos, dichas actividades entran en la competencia de las actividades logísticas definidas en el punto anterior. Sin embargo, pocas empresas han podido realizar esta conceptualización. En el cuadro siguiente se muestra la relación de algunas de las actividades de las empresas de construcción de viviendas, asociadas a la competencia de las actividades logísticas mencionadas.

<b>Competencia de las actividades logísticas</b>	<b>Actividades de la empresa de construcción de viviendas</b>
Servicio al cliente (consumidor)	El servicio al cliente o consumidor debe ser entendido en las empresas de construcción de viviendas desde dos perspectivas: Internos y externos. El cliente interno, puede ser dentro de cualquier desarrollo, aquel que solicita o requiere un material o servicio para continuar con su labor en la producción de viviendas. El cliente externo, puede ser entendido como aquel consumidor final que reclama una entrega oportuna del producto terminado, una oferta más acorde a sus expectativas o información relacionada al mismo, etc. El servicio al cliente empieza actualmente a tomar importancia para las empresas constructoras, desgraciadamente, solo para aquel cliente externo. La vinculación entre los resultados generados por los clientes internos y los consumidores finales, son un gran vacío dentro de la industria
El procesamiento de ordenes	Cuando se habla de una orden, podemos imaginar, una orden de compra de la vivienda. Todas las ordenes de compra van asociadas a una fecha de entrega o promesa de entrega. La gestión de dichas fechas es solo un ejemplo de la gestión de ordenes dentro de la construcción de viviendas, la gestión implica, no solo el rastreo del status de la vivienda, sino del status continuo de los trenes de producción asociados a dichas viviendas.

El procesamiento de ordenes (continuación)	Por otro lado, los clientes internos generan ordenes de abastecimiento, relacionadas con las necesidades de producción. Dichas ordenes deben ser procesadas y encaminadas a las áreas especializadas para ser atendidas.
Control de inventarios	Todas las empresas de construcción, tienen un nivel de inventario, debido a que la velocidad con que son utilizados los materiales dentro del proceso de construcción de las viviendas, no es igual a la velocidad con la cual son surtidos los productos o insumos. De la misma manera, aquellas viviendas que se encuentran en un momento dado en proceso de construcción, constituyen un inventario de producto en proceso. La velocidad con que este es terminado tampoco coincide necesariamente con la velocidad con la que los procesos de escrituraciones y entrega de viviendas avanzan, generando así un inventario de productos terminados.
Pronóstico de la demanda (continuación)	Posiblemente una de las preocupaciones más importantes de las empresas ha estado en este rubro. La demanda de vivienda se refleja en compromisos que las empresas de construcción de vivienda adquieren con las instituciones de crédito, pero también en los estudios de mercado para cada una de las zonas en que la empresa pretende emprender un desarrollo, buscando así el portafolio de prototipos u opciones que el mercado demanda. Los compromisos asociados a las instituciones de crédito son solo un punto de partida para la construcción de programas de compromisos globales de la empresa, de estos, se pueden derivar compromisos de cada desarrollo, programas de obra de cada desarrollo, así como la creación de programas de requerimientos de materiales (MRP) en cada desarrollo e incluso en cada tren de producción. De esta manera los pronósticos de demanda juegan un papel importante en el desarrollo de conjuntos habitacionales.
Almacenamiento	Debido a la presencia de inventarios, las empresas de construcción requieren el establecimiento de sitios que alberguen y

<p>Almacenamiento (continuación)</p>	<p>protejan sus inventarios. Generalmente se construyen almacenes para las materias primas, pero, el almacenamiento de productos semiterminados o terminados, es una actividad que se complica, debido a que los productos deben resguardarse en el lugar en que serán consumidos por los clientes. Todos estos almacenamientos, requieren de un control y de una serie de actividades. Incluso los terrenos tienen que ser resguardados si se consideran que constituyen el inventario de materia prima básica de la empresa.</p>
<p>Transporte y Almacenamiento</p>	<p>Es posible, que las empresas que cuentan con un almacén de obra, necesiten llevar el material desde el almacén hasta el tren de producción ubicado a una distancia considerable, esto es, distribuir el material dentro del desarrollo hasta los puntos de ensamble o utilización. Incluso las empresas de construcción con almacenes centrales, deben realizar la transportación de los materiales de construcción del almacén central hacia los almacenes de obra.</p>
<p>Selección de sitios para la ubicación de planta y almacenes</p>	<p>Cada desarrollo, puede tener un almacén de obra, ubicado en algún sitio estratégico, así mismo es posible que la empresa decida tener un almacén central o centro de distribución, para enviar flujos de insumos o materiales a cada uno de los desarrollos. La posición de dichos almacenes es crítica porque determina los flujos que existirán durante el proceso de construcción.</p>
<p>Manejo de materiales</p>	<p>Dentro de los almacenes es necesario realizar movimientos de los materiales de construcción, estibarlos, descargarlos o cargarlos a algún transporte para su distribución hacia los frentes de obra también llamados trenes de producción. El manejo de materiales puede producirse a lo largo de toda la red de flujo de los materiales, durante el cual, existe un costo del flujo, pero también el riesgo de daños, pérdidas y robos.</p>

Abastecimiento o compras	El uso de materiales para la construcción, solo puede ser concretado mediante la realización de compras. Dichas compras se evalúan, en calidad, en costos, e incluso son realizadas mediante convenios con proveedores. Algunos productos son prefabricados por alguna empresa subsidiaria o alguna área organizacional de la empresa que suministra servicios y materiales a los desarrollos.
Empaque	La realización de embalajes y empacados dentro de la construcción también se realiza, si es necesario entregar a los contratistas de obra, paquetes de insumos o kits de materiales de construcción para determinada tarea. Así mismo será necesario un empacado de partes, cuando a los clientes se les entreguen de mano componentes de la vivienda, como pueden ser, llaves, espejos, accesorios e incluso algún foco para probar su vivienda.
Manejo de desechos	Al terminar cada etapa del proceso de construcción, cada empresa espera recoger un volumen de desperdicios, mismos que deben ser retirados de la obra, tanto para mejorar la imagen del propio desarrollo como para la continuidad del proceso de construcción. Generalmente las empresas revuelven todos los desechos y lo denominan escombros. En este sentido, las empresas constructoras de vivienda enfrentan un gran desafío por intentar reducir sus volúmenes de escombros y aumentar el volumen de materiales recuperados.

Aunque existen intentos por aplicar conceptos logísticos a lo largo de todo el proceso de desarrollo de viviendas, esto puede resultar demasiado complejo por el número tan extenso de operaciones que existen, para concretar un desarrollo y dado el tamaño y esquema organizacionales que las empresas constructoras de vivienda tienen.

Las decisiones logísticas de las empresas constructoras están determinadas por las características del producto, las características del mercado y las características de la propia empresa. (Tompkinson, 1979) (Voordijk, 2000) (Naim y Barlow, 2003)

## II.6.2 Logística en la Producción de viviendas

El objetivo principal de la logística en el desarrollo de viviendas debe ser la integración entre los participantes durante las fases de diseño y construcción (Agapiu y Clausen, 1998) que van asociadas a las tres fases principales mencionadas anteriormente: desarrollo de terrenos residenciales, producción de viviendas, marketing y ventas.

Dada la complejidad del proceso de desarrollo de viviendas, la logística debe iniciar por la integración de actividades dentro de la producción de viviendas. El primer foco del concepto logístico en la producción de viviendas es mejorar la coordinación y la comunicación entre los participantes de los proyectos durante las fases de diseño y de producción, la principal preocupación de la logística en la producción de vivienda debe ser, particularmente, el control del flujo de materiales o suministros. El enfoque logístico también debe incluir responsabilidad para el flujo de información referente al material. Un diagrama del flujo de materiales en la industria se muestra en la figura 7.

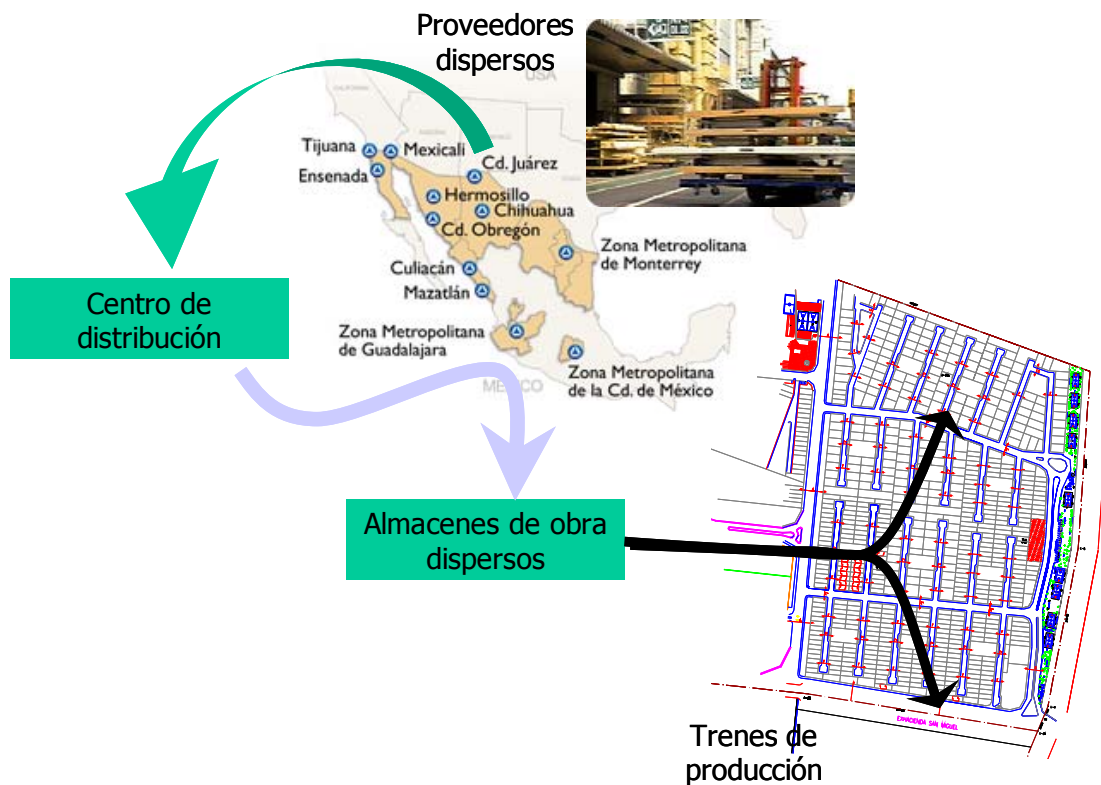


Figura 7. Esquema del flujo de materiales para una empresa de construcción de viviendas. (Elaboración propia)

Se ha notado que muchos de los problemas de la construcción obedecen a un manejo ineficiente de los materiales.

Se considera que el manejo efectivo de las redes de suministros de materiales, introduciendo el *know how* de la logística y la cadena de suministro, pueden brindar beneficios significativos para mejorar las prácticas en construcción y obtener ventajas competitivas. (Ballarg, 1998)(Wong y Norman,1997) (Wegelius-Lehtonen, 2001) (Naim y Barlow, 2003)

La industria de la construcción tiene que desarrollar el conocimiento de logística para tomar ventajas, la buena logística asegura poner los productos correctos en el lugar correcto en el tiempo correcto al menor costo posible y esto debe convertirse en una herramienta que las empresas de construcción de viviendas deben tomar para ganar ventaja competitiva.

La logística en la producción de viviendas comprende la planeación, organización, coordinación y control del flujo de materiales desde la extracción hasta la incorporación de este a la vivienda terminada. (Agapiu y Clausen, 1998) (Naim y Barlow, 2003))

### **Integración**

En la mayoría de las empresas de construcción de vivienda, cada uno de los actores de los procesos de producción de la vivienda, ingenieros, arquitectos, subcontratistas, administradores, etc, ven al proyecto desde su perspectiva individual. Cada uno toma decisiones y afecta el flujo de los materiales de construcción basado en los objetivos del área funcional a la que pertenecen.

A través de la integración de las actividades de manejo de los materiales entre estas locaciones, se pueden realizar ahorros en inventario y capital de trabajo, al mismo tiempo que se responde de manera eficaz a los requerimientos de las áreas de producción o a los frentes de obra. (Voordijk, 2000) (Wegelius-Lehtonen, 2001)

La responsabilidad de la integración de las actividades relacionadas con el flujo de materiales debe recaer sobre alguna área. Dicha área debe estar consciente y darle cuidado y seguimiento al flujo de los materiales, de la información y centrarse en la administración del costo total. (Naim y Barlow, 2003)

La falta de integración solo puede ser resultado de una percepción de las empresas constructoras de viviendas acerca de que la logística hace difícil la organización de entregas y que el impacto de la logística en las ganancias no es tan claro.

Por otro lado, la transferencia de riesgo hacia los subcontratistas que generalmente aplican los administradores de las obras, en relación con el manejo de materiales, reduce el incentivo para ellos de introducir nuevos modelos de control de flujo de los materiales, contribuyendo de alguna manera a la desintegración. Lo anterior es sumamente evidente



en la creación de almacenes o bodegas por parte de los subcontratistas dentro de los trenes de producción.

En el mismo sentido, es común, que los constructores de vivienda tienden a confiar a los subcontratistas la actuación en materia de reducción de costos, lo que hace más difícil la integración de decisiones y flujos de materiales e información.

Los gastos y las pérdidas considerables en materiales de construcción indican que la logística de esas empresas se caracteriza por una falta de perspectiva total y falta de una visión de largo plazo, basada en colaboraciones espontáneas.

### **Abastecimiento o compras**

En cuanto al abastecimiento de materiales, hay varios problemas actuales que enfrentan los encargados de la producción de viviendas.

Primeramente los arreglos de compras (suministros) se efectúan únicamente basados en costos. No hay tiempos de entrega garantizados. Los proveedores tienen muy poca visión de largo plazo de los negocios o de los requerimientos de los frentes de producción o de la obra misma. (Naim y Barlow, 2003)

En segundo lugar, algunos materiales son comprados justo en el momento de ser requeridos, resultando en interrupción de los procesos y demoras de los calendarios de obra que afectan los compromisos de entrega de la vivienda terminada.

En tercer lugar, otros materiales son adquiridos en grandes volúmenes sin estar relacionados con las necesidades de producción. Esto resulta en un gasto de recursos durante el almacenamiento, manejo y transporte. Algunos ahorros pueden verse disminuidos por la realización de trabajos adicionales durante el proceso de construcción.

Un cuarto punto se refiere a que las entregas sistemáticas y la planeación de entregas se realiza solo para algunas categorías de materiales, esto debido en parte a que el flujo de información referente a los materiales no es el adecuado. (Agapiu y Flanagan, 1998)

Por otro lado, los proveedores no son capaces de responder a los requerimientos de la producción de viviendas. El comprador general de la empresa y el comprador local de la obra (si existe) desconocen acerca de las capacidades del proveedor e imponen requerimientos irreales. Cambios en obra son generados cuando el proveedor no tiene la capacidad para reconfigurar rápidamente sus productos y sus entregas.

Los materiales llegan a los frentes de obra sin haber pasado por un sistema de calidad y tienen que ser regresados hacia los fabricantes incluso después de haber sido instalados o aplicados.

### **Almacenamiento y manejo**

Los materiales de construcción requieren a menudo gran capacidad de almacenamiento, que a veces no está disponible en el sitio.

Las instalaciones de almacenamiento generalmente son estructuras temporales y las condiciones en las cuales los materiales se mantienen, permiten su daño fácilmente. Perdidas ocurren en el almacén a través de los daños, extravíos y robos.

Las decisiones en cuanto a la ubicación de almacenes regionales, centrales o de obra, se realiza sin una integración de la información de las distintas áreas de la empresa, sin la participación de los múltiples involucrados, ni con una visión sistemática

Algunas veces la posición del almacén se convierte en un “tonto” bulto de material que incluso impide o hace más difícil la transferencia o flujo de los materiales hacia los trenes de producción.

El manejo dentro de los almacenes, se realiza comúnmente bajo sistemas rudimentarios que generan una baja velocidad en el despacho y distribución del material entre las distintas instalaciones y los trenes de producción.

El manejo, realizado por personal o maquinaria no especializada, generan daños y mermas. La consolidación de los despachos hacia los trenes de producción (picking) se realiza rudimentariamente acompañado de una identificación pésima de los materiales, generando pérdidas en tiempo.

Algunas veces el material necesario no está disponible en el almacén y otras veces el material disponible no está siendo requerido en ese momento. El material del almacén no llega al tren de producción correcto o al momento indicado o en la cantidad requerida, esto es, realmente no está sincronizada la producción con los almacenes. (Naim y Barlow, 2003) (Wong y Norman, 1997)

## **Transporte y distribución**

El flujo de los materiales para construcción implica el transporte, primeramente, desde la planta del productor de los materiales o componentes hacia el grupo de almacenes o centros de distribución de las empresas y en segundo lugar, de los almacenes hacia los trenes de producción.

La entrega de materiales en sitio es un aspecto crítico de la productividad que demanda la introducción de un sistema de monitoreo y control.

La confiabilidad en la ruta de los materiales es crítica para el éxito de una construcción. La investigación del movimiento de los materiales hacia los trenes de producción, es una consideración importante en la planeación de la ejecución efectiva de la obra.

Generalmente el flujo de mercancías se realiza mediante autotransporte, sin embargo, se deberían revisar otras alternativas. Para distancias mayores de 100 km, otros modos de transporte son alternativas serias para transportar materiales de construcción. (Agapiu y Clausen, 1998)

La implementación de herramientas como la consolidación y el cross-doking pueden beneficiar el aseguramiento de la calidad, el servicio y el costo del transporte. (Agapiu y Flanagan, 1998)

## **Manejo de inventarios**

El manejo de inventarios es quizás uno de los mayores retos que se enfrentan en la producción de viviendas debido a diversas características.

En primer lugar el alto valor que tienen los materiales de construcción en su conjunto, hace costoso el mantener un alto nivel de inventario durante el desarrollo de los procesos de producción, tanto en los almacenes como en los trenes de producción.

En segundo lugar, la gran variedad de materiales, que se requieren para la terminación de una vivienda, hacen que el número de artículos en inventario, sea mayor, complicando por un lado el manejo y clasificación del mismo, aumentando las necesidades espaciales de los almacenamientos y aumentando la mezcla del inventario.

En tercer lugar, la variación de la carga de trabajo en la construcción, esto es, la distribución temporal de los procesos dentro de los plazos de duración del proyecto, y su efecto en un flujo de materiales no constante hacen que la planeación de materiales pueda parecer imposible. Los inventarios tienen que ser acondicionados a la secuencia de construcción con el mínimo de movimientos y de manejo.

Adicionalmente, los diversos agentes involucrados o relacionados con los materiales, como pueden ser: equipos, maquinaria, mano de obra, directivos y administradores, dependen del flujo del material hacia los trenes de producción para la realización de sus tareas, constituyendo así una dependencia de todos los actores sobre un nivel de servicio logístico alto, y derivando en el alto impacto que tiene la falta de un material en la secuencia de la producción.

Por otro lado, la falta de inventario de casas terminadas impide a la empresa entregar al cliente los prototipos terminados, ocasionando retrasos o pérdidas de ventas y al mismo tiempo, el costo de capital de un inventario para este tipo de productos es mucho más alto. La transferencia de estos costos hacia los clientes finales, puede hacer que incluso ellos decidan comprar una casa no terminada, o desistir de su operación de compra.

De igual manera, los grandes volúmenes de algunos materiales necesarios para la producción de las viviendas, hace posible la obtención de negociaciones durante el abastecimiento, generando economías de escala con reducciones importantes en los costos de abastecimiento.

Inmersos en estas relaciones, una eficiente planeación de los materiales no solo significa productividad y ganancias para la empresa, sino que facilita el término de los proyectos. La implementación de un sistema de planeación de materiales en la producción de viviendas produce ahorros similares a los generados en la industria de la manufactura. (Wong y Norman, 1997)

Las empresas productoras de vivienda deben minimizar su inventario de obra en proceso, utilizando procesos modulares e industrializados para la producción de viviendas. El objetivo de dichos procesos debe ser acelerar los tiempos de edificación, permitiendo la terminación de las obras en tiempo, y facilitando la sincronización de la velocidad de la producción con respecto al avance de las ventas. (Sare, 2004)

### **Tecnología de la información**

El desarrollo de la tecnología de información ha hecho posible una comunicación más estrecha entre distribuidores de materiales, productores de insumos, entre almacenes,

centros de producción y sitios de obra, sin embargo, la estructura fragmentada y la inclinación ferviente por la cultura de la improvisación en la industria de la construcción, son aun los mayores obstáculos para las inversiones fuertes en tecnología de la información.

Bajo la situación acostumbrada y tradicionalista de la construcción y del bajo precio, la industria de la construcción no puede continuar haciendo lo mismo si desean mejores resultados. (Wegelius-Lehtonen, 2001)

Un aspecto clave para el éxito de un proceso de mejora es la información acerca del desarrollo de las operaciones o procesos, independientemente del tipo de sistema de información.

En otras ocasiones, los administradores de obra o los encargados de la producción de viviendas, tienen una gran cantidad de información, pero sin ninguna idea clara o estratégica de cómo usarla.

Las aplicaciones básicas de los sistemas de información se ven reflejadas en procesamiento de ordenes y en la planeación de la demanda. El procesamiento de ordenes implica mantener la información del estado de cada pedido, lo cual sirve para la toma de decisiones. La planeación de la demanda se ve reflejada en un sistema de planeación de requerimientos.

### **Prefabricados y Postponemet**

Naim y Barlow (2003) exponen un sistema de postponement, al lado del concepto de pull and push<sup>2</sup> sugiriendo los beneficios que cada uno de ellos pueden brindar a la industria de la construcción de las viviendas..

De esta manera, se puede construir un sistema capaz de brindar agilidad y delgadez. En este sentido, una estrategia de stock de productos estandarizados producido bajo el sistema pull, se asocia con la producción de los componentes personalizados que son jalados por los requerimientos del cliente, a fin de personalizar su producto. Así se ha estudiado la propuesta de la construcción de componentes básicos como cimentaciones, muros, pisos, e instalaciones o servicios, y la realización del resto de los componentes según los requerimientos del cliente.

---

<sup>2</sup> Se considera que la producción orientada al inventario o stock, también llamada *Make to stock*, es un sistema de producción donde los productos son empujados hacia el mercado. Un sistema donde los productos son elaborados por la solicitud de los clientes, se considera un sistema *make to order*, en el cual, el mercado jala la producción.

Los materiales prefabricados tienen mayor valor que la producción en sitio. Algunos costos disminuyen al usar prefabricados pero otros aumentan. La prefabricación es uno de las implicaciones más importantes del desarrollo tecnológico dentro de la cadena de suministro de construcción, en lugar de procesar los materiales voluminosos en sitio, permite la obtención de mejor calidad y programación por la producción en planta, reduciendo todos los contratiempos de la producción en sitio.

Los prefabricados también disminuyen el factor de manejo, ya que pueden ser entregados directamente de fábrica al sitio de obra. (Voordijk, 2000)

### **Sociedades y subcontratos logísticos (Outsourcing)**

Después de algunos estudios se han podido observar que los aumentos en la velocidad de flujos de material, así como mejoras en el manejo y transporte de los materiales, requieren de la colaboración estrecha entre las empresas constructoras y los proveedores. (Agapiu y Flanagan, 1998)

Es evidente, que las negociaciones tradicionales entre las empresas y sus proveedores, caracterizadas por el bajo precio, deben sustituirse por negociaciones de largo plazo.

Aumentos en la productividad de la producción de viviendas, generadas en Japón y Holanda por la colaboración entre proveedores y productores de vivienda, pueden ser usados de ejemplo para la inclusión de nuevas maneras de colaboración entre las partes.

Si bien es cierto, que las constructoras de viviendas tienen un alto poder de compra, que les brinda la capacidad de realizar transacciones directas con los productores de suministros para la construcción de viviendas, las empresas constructoras pueden beneficiarse del poder de consolidación de cargas que realizan los distribuidores mayoristas de materiales. (Agapiu y Flanagan, 1998)

El incremento en la variedad de productos disponibles en el mercado para la construcción de viviendas, y la variedad de insumos que la producción de viviendas demanda implican un acercamiento logístico.

Evidentemente, existen mayoristas de materiales que trabajan aun en practicas de mercado obsoletas, sin embargo, los mayoristas competitivos se han dado cuenta de que la entrega y el servicio son los factores más importantes de competitividad. Muchos mayoristas han evolucionado sus manejos de inventarios mediante la creación de almacenes, y el fortalecimiento de sus operaciones logísticas, logrando tiempos de entrega sumamente aceptables y niveles de servicio altos. (Voordijk, 2000)

En México, mientras más empresas de construcción de vivienda se han dado cuenta de la importancia que tiene para sus costos las actividades logísticas, otras empresas han observado en la cadena de suministros de materiales para construcción, así como en sus operaciones logísticas, una oportunidad de negocio asociada a una ventaja competitiva para las empresas constructoras. (CEMEX 2004)<sup>3</sup>.

Empresas mayoristas de materiales para construcción ofrecen soluciones logísticas integrales en cuanto a aprovisionamiento, almacenamiento y distribución de materiales e insumos para la construcción, con orientaciones hacia la satisfacción del cliente. (ARKIO 2004)<sup>4</sup>

Soluciones logísticas integrales están siendo subcontratadas por empresas de construcción de viviendas como URBI, generando en México un outsourcing logístico de materiales para construcción.<sup>5</sup>

Los beneficios obtenidos por el outsourcing se ven reflejados pues al reducir el tiempo de ciclo del negocio se recuperan los costos más rápidamente, incrementando la rentabilidad de la empresa. Esto es, el outsourcing les ha brindado: reducción de costos extraordinarios ocasionados por compras fuera de programa y compras urgentes, reducción del costo de mantener inventarios y aumento del nivel de los mismos al existir una oferta diversificada de materiales, reducción de los costos administrativos como los de programación de suministros, procesamiento de ordenes, y los costos asociados a las compras. De igual manera reducción de costos indirectos al no generar inversiones en infraestructura y administración. Una de las ventajas más evidentes es que los costos se clarifican, reduciéndose el número de proveedores y sintetizando los costos en una sola factura. De esta manera, los costos indirectos asociados a las actividades logísticas se convierten en costos directos.

---

<sup>3</sup> [http:// www.cemex.com.mx](http://www.cemex.com.mx)

<sup>4</sup> [www.arkio.com.mx](http://www.arkio.com.mx)

<sup>5</sup> Información obtenida en entrevista con personal del Centro nacional de distribución de Arkio, en octubre 2004).

## **Capítulo III Pautas para la gestión logística de suministros en la construcción de viviendas en serie**

### **Antecedentes**

Aunque se sabe que las actividades logísticas integran la organización desde el diseño del producto y hasta el servicio al cliente pasando por las actividades de producción. Este estudio, como se ha mencionado en el capítulo anterior, intenta centrarse, en las actividades logísticas vinculadas con la producción de las viviendas, particularmente en las actividades relacionadas con el flujo de materiales.

Para el flujo de materiales, se proponen pautas las cuales recogen el concepto de logística que debe aplicar la empresa constructora de vivienda, para organizar y dirigir los procesos relacionados con los flujos de materiales.

Para conformar las propuestas se han tomado como base las principales tendencias en la logística, las aplicaciones logísticas que se han realizado en la construcción y las experiencias de los actores involucrados en las empresas de construcción de viviendas.

Las pautas propuestas, no constituyen un objetivo a alcanzar por las empresas, sino que deben servir de directrices y para que ellas diagnostiquen dónde están sus principales debilidades y fortalezas y dónde están las principales oportunidades y barreras, con ello es que la empresa constructora de vivienda está en condiciones de elaborar y poner en marcha un plan estratégico para el desarrollo de la logística en coordinación con la estrategia del negocio.

### **III.1 Pronóstico de la demanda o planeación de requerimientos.**

Aunque una de las actividades de la administración logística es el pronóstico de la demanda, se debe reconocer como lo han hecho otros (Chase; Jacobs y Aquilano, 1998) que existen dos tipos de demandas, la demanda de los productos terminados (viviendas) o demanda independiente, y demanda de insumos o servicios que es generada por la demanda de la vivienda, esto es la demanda dependiente.



En ese sentido, el concepto de planeación de requerimientos se ajusta más acorde con el pronóstico de la demanda dependiente. En general como apunta Chase, la demanda dependiente no requiere un pronóstico, sino una planeación.

La demanda de la vivienda debe ser calculada por el área de ventas, marketing o por los encargados de realizar compromisos con las empresas financieras, las entidades gubernamentales, etc, mientras que la demanda de los insumos o materiales para la construcción, debe ser determinada como parte de las actividades logísticas, mediante un proceso de planeación de los requerimientos de materiales, partiendo de los programas de producción o programas de obra.

Una eficiente planeación de los materiales no sólo significa productividad y ganancias para la empresa, sino que facilita el término de los proyectos. (Wong y Norman, 1997)

Actualmente, sistemas de información relacionados con la planeación de requerimientos de material, han sido utilizados casi universalmente en las empresas de manufactura y empieza a tomar importancia para la generación de ventajas en la industria de construcción de viviendas. (Wong y Norman, 1997) (Fellows, 1993) (Agapiu y Clausen, 1998) (Sare,2004) (Ara,2004) (Geo,2004)

Los sistemas de Planeación de Requerimientos de Materiales (MRP por sus siglas en inglés) son más usados en las industrias donde los productos son manufacturados en lotes, utilizando los mismos equipos de producción. Dado que las empresas de construcción de vivienda producen lotes de unidades es posible aplicar estos sistemas en la construcción.

Basado en un plan maestro de producción y derivado de un programa de obra, con un MRP se debe crear un calendario de las piezas prefabricadas o subensambles, así como de los insumos necesarios para terminar cada uno de los procesos de la obra, (llámese cimentación, muros planta alta, impermeabilización, etc) así como el número exacto de cada insumo, las fechas en que los materiales deben ser solicitados y las fechas en que deben ser entregados para completar un proceso o la producción de la vivienda en general.

Un sistema de planeación de los requerimientos de materiales, puede usar un programa de computo para realizar todas las operaciones. La planeación de los requerimientos, es una actividad que debe estar estrechamente vinculada con el manejo de los inventarios. Aunque actualmente las empresas constructoras de vivienda tienen sistemas de

inventarios, estos son independientes de los programas de obra. Un MRP es capaz de brindar esta integración.

Un MRP para la producción de viviendas se puede generar considerando los siguientes puntos:

- Antes de iniciar con las necesidades de materiales, cada producto o vivienda, debe ser dividida en procesos o subensambles.
- La demanda o el plan maestro de producción de la empresa (en viviendas) son usados para crear el programa de obra, los cuales especifican el número de productos terminados a producir en un periodo de tiempo. Dado que cada prototipo de vivienda esta dividido en procesos o subensambles, es posible generar un programa de obra específico para determinar el número de subensambles a producir por periodo de tiempo.
- Por otro lado, es necesario un listado de materiales para identificar los materiales específicos que son requeridos para terminar cada subensamble o proceso, así como la cantidad exacta de cada uno. Lo anterior, consiste en realizar una explosión de insumos, esto es, construir una lista de componentes, y materiales que cada prototipo de vivienda requiere en acorde con el proceso constructivo o proceso de producción. Es posible que varios ensambles o materiales se utilicen en los primeros procesos y se necesiten aplicar nuevamente en un proceso final. De ahí que la explosión de insumos debe realizarse para cada proceso.
- Los archivos de inventario nos permiten saber la cantidad de materiales específicos que se encuentran disponibles y la cantidad de aquellos que están en proceso de pedido o compras.
- Vinculando la explosión de insumos con el programa de obra a nivel de proceso, y relacionándolo con la información del inventario, se obtiene un calendario de necesidades de material, y un calendario de compras.
- Una vez hecho esto, el calendario puede ser perfeccionado, usando información como stock de seguridad, las cantidades de orden, tiempos de entrega, etc.

Para una empresa de construcción de viviendas mediana es económicamente viable la implantación de un sistema de planeación de requerimientos de materiales. (Wong y Norman, 1997)

En general, un MRP es un sistema de planificación y gestión de los requerimientos que incluye la gestión de inventarios como se verá en los puntos subsecuentes.

La clasificación de los materiales necesarios es estratégico para la implementación y gestión de un MRP. Esta debe resultar en un listado de los materiales más críticos para concentrar los flujos de información. Un criterio típico para la clasificación de los materiales es la utilización del porcentaje de costo del material con relación al valor total de la vivienda.

### **III.2 El proceso de compras**

Las adquisiciones, las compras y la procuración, son términos utilizados de manera divergente, algunas veces los términos son usados para describir las actividades relacionadas con la actividad de comprar, mientras que otras veces incluyen la compra, el transporte, almacenamiento y la recepción de los materiales necesarios para realizar las actividades de producción.

Utilizaremos el término de compras, para referirnos a las actividades asociadas con la adquisición externa de materiales y servicios. Esto incluye el localizar los proveedores potenciales de los materiales o servicios, evaluar a los proveedores en términos de calidad, precio y continuidad de suministro; de igual manera incluye la negociación con los proveedores para establecer relaciones y para desarrollar y mantener sistemas para la procuración de bienes y servicios

Para efectos de la productividad, las empresas de vivienda deben establecer un área funcional de compras que debe realizar las siguientes actividades fundamentales: (Byrme y Markhan, 1991)

- 1) Localización de fuentes o selección de proveedores. Establecer los requerimientos y las especificaciones de compras para que sean consideradas por el proveedor y la empresa. Localizar, entrevistar y negociar con los proveedores, y calificar a aquellos que pueden responder a los requerimientos de la empresa.
- 2) Adquisición. Realizar las compras de materiales o contratación de servicios, que la empresa necesita, a algún proveedor aprobado en la lista generada por la actividad anterior.
- 3) Control de costos. Revisar los requerimientos actuales y futuros en busca proveedores y materiales alternativos, crear programas potenciales de estandarización y otros tipos de análisis de valor a fin, de reducir los costos e incrementar el valor de los productos adquiridos.

### **III.2.1 Especificaciones y calidad**

Además del costo, una de las más importantes consideraciones respecto a la compra de materiales que debe tener la empresa de construcción de vivienda es la calidad.

Es importante tener presente que el costo del producto al momento de la compra es sólo un elemento de los costos totales. Algunos materiales resultan difíciles de manipular o trabajar, incrementándose los costos de mano de obra por su empleo o incrementándose el volumen de pérdidas por daños en su manejo.

Las empresas de construcción deben considerar y realizar un balance entre las consideraciones del proceso de compra. Por un lado, la empresa no debe pagar altos precios para obtener materiales con niveles de calidad altos que puedan exceder a los solicitados por el área de producción o los diseñados por el área de ingeniería o arquitectura. Por otro lado, los materiales con alta calidad pueden tener un periodo de vida más largo que resulte en un aumento considerable en la vida del producto final y en un ligero aumento en el costo final de la vivienda. Por ello, una calidad alta en insumos debe ser justificada en el proyecto y por el área de producción.

Las especificaciones de calidad esperada deben ser dadas a los proveedores.(Lambert y Stock, 1993) (Sekisui, 2004) La calidad puede ser especificada a los proveedores de varias maneras, como son: estándares comerciales, especificaciones de diseño, especificación de los procesos de fabricación a emplear, tipo y marca, o mediante el establecimiento de un listado de productos calificados.

La verificación de la calidad de los materiales empleados en la construcción de vivienda es indispensable. Lejos de ser una actividad generadora de costo, es una actividad que genera ahorros. (Langford; El-tigani 2000) (Sekisui, 2004)

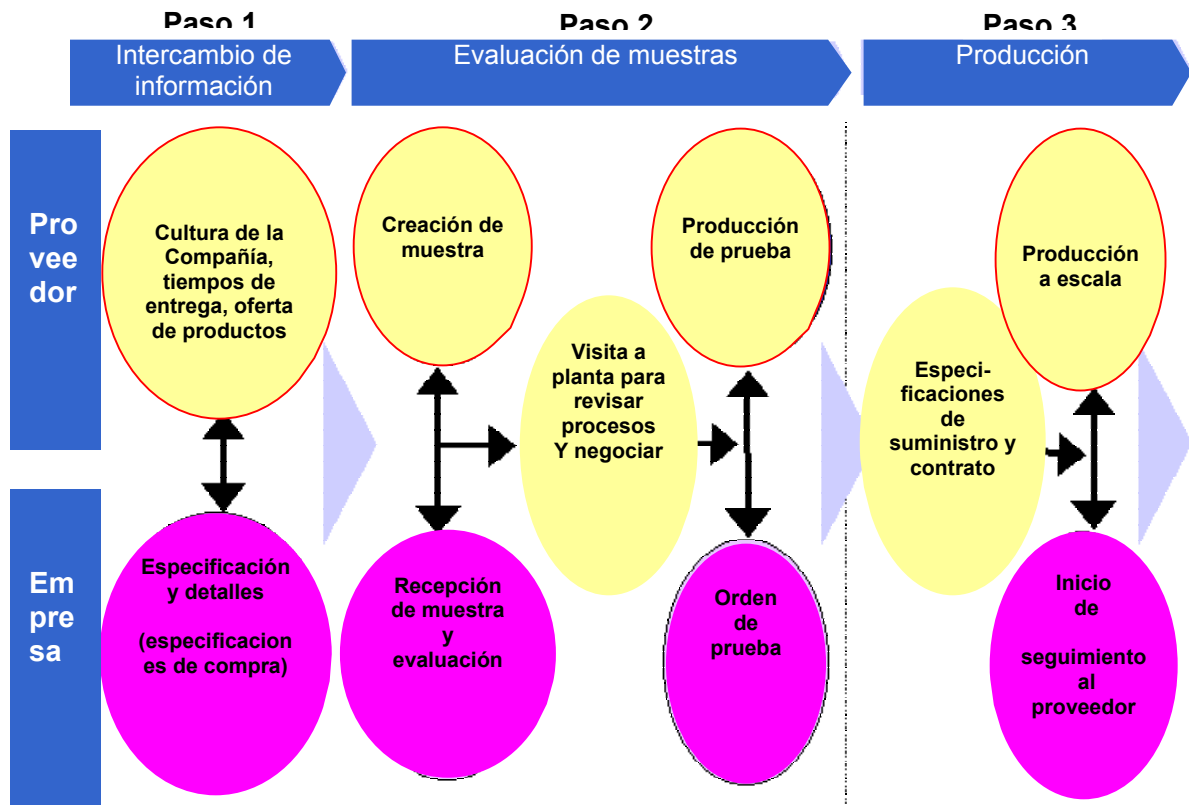


Figura 8. Proceso de compras de Sekisui Chemical Co., Ltd. para la compra de insumos para la construcción de viviendas (Elaboración propia, basado en Sekisui, 2004)

Un programa de certificación de calidad de proveedores es importante, para evitar los costos asociados a las inspecciones de calidad de cada lote suministrado y a las inspecciones de cada embarque, además de constituir un elemento para el establecimiento de negociaciones de largo plazo.

Sekisui ha desarrollado una metodología para integrar la calidad de los materiales de construcción y del proveedor a sus procesos de compras. Un diagrama de la metodología se presenta en la figura 8, que se propone como una pauta de gestión de compras. Las empresas de construcción de vivienda pueden utilizarla como referencia para diseñar su propia metodología. Se propone que el proveedor debe ser evaluado perfectamente antes de incluir sus productos como parte de las viviendas

### III.2.2 Selección de proveedores

Quizá una de las actividades principales del proceso de compras, es la selección del proveedor de una lista de proveedores que pueden suministrar el material.

Existe una gran variedad de métodos para evaluar a los proveedores, no hay un mejor método. Se puede construir una tabla de factores donde se coloque la evaluación del proveedor para cada factor y la importancia que cada factor tiene para la empresa compradora. En la figura 9 se muestra un ejemplo. Uno de los mayores beneficios de este método, es que se formalizan los elementos importantes de decisión.

Factores de desición	A Calificación del proveedor (1= malo, 5=muy bueno)	B Importancia del factor para la empres (1= poca, 5=indispensable)	Calificacion AXB
Confiabilidad del producto			
Precio			
Rápidez en la entrega			
Soporte despues de la venta			
Factor 4			
Factor 5			
<b>TOTAL</b>			

Figura 9. Construcción de una tabla para la evaluación de proveedores, según diversos criterios y la importancia de estos para compañía. (Elaboración propia, basado en Lambert y Stock, 1993)

Existen muchas razones o variables a considerar para tomar una decisión respecto al proveedor. En general, los factores de calidad, precio, entrega y servicio son los más importantes en casi todas las evaluaciones. Es importante considerar que las actividades de compras pueden dar efectos positivos a los márgenes de ganancia de la empresa.

A través de una política de reducción de la cantidad de proveedores conjuntamente con el logro de proveedores estables y certificados, se puede lograr un sistema organizado de proveedores certificados y un sistema de coordinación con ellos para la mejora de los resultados. Algunos puntos a considerar al respecto se explican en el punto llamado sociedades colaborativas.

### III.2.3 Adquisición

Se identifican seis grandes categorías de productos que usualmente son comprados en las compañías. 1) Componentes o partes, 2) materias primas, 3) materiales de proceso, 4) accesorios o equipo menor, 5) equipo mayor y 6) proveedores operativos (Lambert y Stock, 1993). Además los procesos de compras pueden obedecer a cuatro principales situaciones:

- 1) *Ordenes de rutina*, que incluyen situaciones donde el producto ha sido comprado en numerosas ocasiones previamente y donde los procesos de compra están en general bastante establecidos.
- 2) *Compras de productos innovadores*, incluye compras que no son rutina y las cuales requieren que los empleados aprendan como usar el producto.
- 3) *Compras derivadas de un problema de rendimiento o actuación*, incluye compras no rutinarias de productos los cuales son diseñados para sustituir a los productos empleados actualmente pero que deben ser probados en su desempeño
- 4) *Compras de influencia*, incluye las compras extraordinarias de productos cuyo uso afectará muchos departamentos de la compañía, por ello muchos individuos de la firma están envueltos en el proceso de decisión.

La empresa de construcción de vivienda debe utilizar diferentes criterios según la situación en la que se encuentra la compra y dependiendo el tipo de producto que se desea comprar. Se propone inicialmente clasificar sus insumos y después establecer diferentes criterios de evaluación según el tipo de producto. La tabla de la figura 10 puede servir de referencia para establecer criterios de evaluación según el tipo de compra y tipo de producto.

De rutina	Con impacto operativo (para mejorar procesos)	Para sustituir otros productos	Con impacto en varias áreas
<b>Partes o componentes, materia prima y materiales de proceso</b>			
<b>Confiabilidad de entrega</b>	<b>Facil de operar y usar</b>	<b>Facil de operar y usar</b>	Reputación general del proveedor
<b>Precio</b>	<b>Oferta de entrenamiento</b>	<b>Flexibilidad del proveedor</b>	<b>Oferta de entrenamiento</b>
Experiencia	<b>Oferta de servicio técnico</b>	<b>Oferta de servicio técnico</b>	<b>Oferta de servicio técnico</b>
Reputación general del proveedor	Que incluya especificaciones técnicas	Que incluya especificaciones técnicas	Producto de facil mantenimiento
Producto facil de manipular	Confiabilidad de entrega	Terminos de financiamiento	<b>Precio</b>
Producto de facil mantenimiento	Reputación general del proveedor	<b>Confiabilidad de entrega</b>	
Que incluya especificaciones técnicas			
<b>Accesorios y equipos</b>			
<b>Confiabilidad de servicio</b>	<b>Facil de operar y usar</b>	<b>Facil de operar y usar</b>	Reputación general del proveedor
<b>Precio</b>	<b>Oferta de entrenamiento</b>	<b>Flexibilidad del proveedor</b>	<b>Oferta de entrenamiento</b>
Experiencia	<b>Oferta de servicio técnico</b>	<b>Oferta de servicio técnico</b>	<b>Oferta de servicio técnico</b>
Reputación general del proveedor	Que incluya especificaciones técnicas	Que incluya especificaciones técnicas	Producto de facil mantenimiento
Producto facil de manipular	Confiabilidad de entrega	Terminos de financiamiento	<b>Precio</b>
Producto de facil mantenimiento	Reputación general del proveedor	<b>Confiabilidad de entrega</b>	
	Producto facil de manipular		

Figura 10. Factores de decisión al realizar una compra, dependiendo de la situación de compra y del tipo de producto que se desea adquirir. (Elaboración propia, basado en Lambert y Stock, 1993)

### III.2.4 Control del costo de las compras

El área de compras como otras áreas deben de cuidar el costo. Es importante siempre tener presente que el costo más importante es el costo total, mismo que se revisa en un apartado específico posteriormente. Lambert y Stock (1993) proponen algunos principios para reducir los costos en el proceso de compras, sin embargo, las prácticas más usuales para reducir los costos de compras son: el programa de reducción de costo, dirección de cambios de precios, contratos por volumen o por tiempo, los sistemas libres de inventario y las sociedades colaborativas.



## **Programa de reducción de costos**

Un efectivo programa de reducción de costos requiere el soporte de la alta dirección y no implica solamente una reducción de los costos de compras. Es muy adecuado definir los objetivos de la reducción de costos para poder evaluar los alcances o logros. Los programas de reducción de costos deben incluir el desarrollo de competencia, el requerimiento de la reducción de los costos del proveedor, la sustitución de los materiales, la estandarización, el análisis de comprar-fabricar, la evaluación y cambio en las tolerancias y especificaciones de los materiales, etc.

Un programa de reducción de costos debe ser llevado por el área de compras y realizado en un panel o grupo de trabajo, en el cual estén todos los participantes del proyecto. En ese sentido se puede establecer un comité de aprovisionamientos en el que participan compras, las otras áreas logísticas, producción y proyectos.

Se recomienda el establecimiento de comités dentro de las empresas de construcción de viviendas, pues por un lado, estos comités facilitan la interrelación entre las áreas y por otro pueden facilitar la coordinación de actividades para los tres problemas básicos de los suministros: (Antun, 1994)

1. Localización de proveedores con relación a las políticas y la factibilidad de implantar cadenas de transporte eficientes.
2. Resolver los objetivos derivados del programa de reducción de costo.
3. La adopción de unidades de carga con relación a los modos de transporte, al nivel de capital que se comprometerá en inventarios, al compromiso del proveedor, a los requerimientos de producción y el tamaño de lotes aceptados.

## **Restricciones de cambio de precio.**

Es importante trabajar con los proveedores para restringir la variación de incrementos de precios en un nivel razonable. A fin de restringir el incremento del precio, la dirección debe incluir contratos con cláusulas de protección de precio.

## **Los contratos de volumen**

Los incrementos en los volúmenes de compra, deben ser tomados como una oportunidad para solicitar al proveedor la reducción de sus costos. De igual manera los contratos por tiempo específico permiten a los proveedores una planeación de su producción, cuyos beneficios deben ser reflejados a la empresa productora de viviendas.

### **Los sistemas libre de inventario**

Dado que las compras están relacionadas estrechamente con los inventarios, las reducciones de los inventarios llevan necesariamente a una reducción de los costos totales de aprovisionamientos.

### **Las sociedades de colaboración**

El establecimiento de sociedades de colaboración, no solo reduce los costos derivados de las actividades de compras, sino que permite a la empresa la obtención de ventajas competitivas derivadas de la integración de los proveedores en las actividades logísticas relacionadas con el flujo de materiales (Corbett y Blackburn 1999). Una revisión más minuciosa al respecto se presenta en un apartado independiente.

## **III.2.5 Transportación**

Es común que las decisiones de entrega y transporte, como la ruta, sean dejadas al departamento de tráfico del proveedor.

Sin embargo, hay que recordar por un lado, que es posible que la empresa proveedora no tenga bien desarrollado su departamento de tráfico y transporte y como resultado, los costos logísticos asociados a sus flujos se vean reflejados en los precios de los insumos ofertados. Por otro lado, los objetivos de reducir los costos de inventario y reducir las interrupciones de producción, que no ocurren cuando los suministros llegan tarde, van relacionados a la calidad de los servicios de entrega que son ofertados en el costo de los insumos del proveedor. De igual manera, el embalaje de los productos proporcionado por el proveedor, esta asociado a su transporte y a su manejo, cuya falla genera costos, para la empresa constructora, que no estaban considerados al momento de la compra.

Por lo anterior, las empresas de construcción de vivienda (compradoras) deben empezar a incluirse en las decisiones referentes al transporte de los insumos desde las instalaciones de los proveedores. (Lambert y Stock 1993) y por ello, se considera importante que la empresa, más aun si tiene infraestructura para ello, realice estudios de costos relacionados con el transporte desde el punto de abastecimiento hasta sus almacenes o sus frentes de obra.

La transportación y los costos son revisados con más detalle en un apartado específico.

### **III.2.6 Cantidad de los pedidos (Tamaño de la orden)**

Aunque lógicamente, todas las compras excepto las de emergencia son compras por adelantado, pues se anticipan los pedidos en cantidades que no son requeridas en ese preciso instante, algunas empresas realizan compras por adelantado aun por encima de sus requerimientos próximos.

Algunas empresas constructoras comprometen su capital en comprar materiales por adelantado por dos razones principales:

- 1) reducir el riesgo de una variación de costos, de esta manera, desde el momento de la compra y hasta que el producto salga del inventario, la empresa queda protegida contra incrementos en los precios de los materiales.
- 2) anticipar eventos, como puede ser escasez de materiales o la aplicación de nuevos impuestos.

Sin embargo, las empresas de construcción de viviendas deben considerar que existen desventajas. En el caso de la variación de precios, puede ser que los precios bajen, derivado del desarrollo tecnológico o por las propias presiones del mercado. Otra desventaja es el costo de capital invertido en inventarios. Los ahorros obtenidos en las compras pueden anularse debido a los altos costos de financiamiento del inventario.

El tamaño del lote de compra no es una decisión aislada en el marco del precio unitario del producto sino que va relacionado a la frecuencia de las ordenes de compra. Así mismo, debe ser primeramente considerado en virtud de la planeación de los requerimientos de material y debe ser analizado tomando una visión sistémica y el paradigma logístico del costo total.

Para tener elementos de decisión se deben realizar análisis para los materiales más importantes. El tamaño de la orden y la frecuencia, son actividades de la gestión de inventarios (ver apartado específico), que van relacionadas con el proceso de compras y que impactan a costos logísticos (ver apartado específico).

### **III.2.7 El outsourcing**

El Outsourcing es la acción de mover algunas actividades internas de la firma y la responsabilidad de decisión a proveedores externos. En este, no solo las actividades se transfieren, sino también los recursos como personal, instalaciones, equipo, tecnología,

etc., son transferidos al tercero, incluyendo las decisiones y las responsabilidades sobre todos estos elementos.

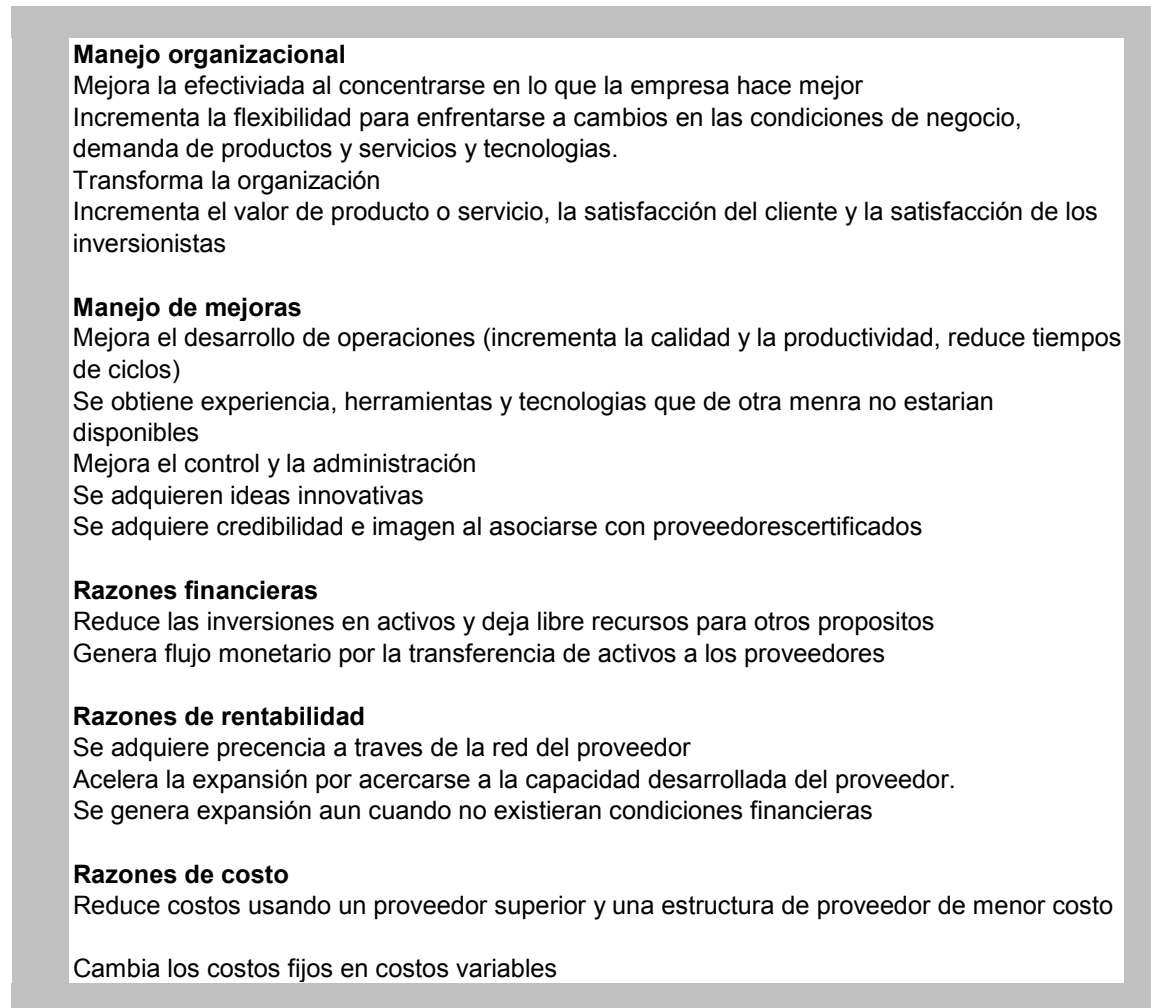


Figura 11. Razones que debe considerar la empresa de construcción de vivienda para optar por un outsourcing. (Elaboración propia)

Las razones por las que una empresa puede optar por un outsourcing aparecen en la figura 11. El outsourcing básicamente permite a la empresa constructora de vivienda concentrar sus actividades en su competencia o negocio central (Core business), de esta manera, la compañía crea ventajas competitivas mediante la reducción de costos. En teoría el outsourcing hace que el capital se concentre en capital de trabajo y se reduzcan los activos, al mismo tiempo que se mejora el retorno sobre la inversión.

Ha existido un crecimiento dramático del outsourcing en el área logística. Y es que los proveedores logísticos y algunos distribuidores de materiales para construcción, han

desarrollado tecnologías de gestión y control que agregan más valor a los procesos que si fueran realizados por una empresa de construcción de viviendas cuyo eje central es la producción.

Las empresas deben considerar como una estrategia, el outsourcing, y de la misma manera que otras decisiones, deben evaluarse en cuanto a nivel de servicio y costo total. El outsourcing puede abarcar solamente la actividad de transporte mediante la contratación de fletes, de esta manera la empresa deja esta actividad en manos de un tercero; o bien abarcar el total de las actividades logísticas vinculadas con la adquisición, manejo, almacenamiento y distribución de material para la construcción.

### **III.2.8 Sociedades colaborativas (Partnership)**

Algunas empresas constructoras rivalizan o tratan de obtener ventajas de sus proveedores, y es que durante las transacciones, es común que cada una de las partes, intente maximizar sus propios intereses dejando de lado el cómo la relación puede beneficiar o penalizar a la otra parte

A través de un intercambio de información abierto, frecuente y exacto; típico de una sociedad colaborativa, las empresas han obtenido ventajas como la reducción de inventarios, la mejora del servicio de entregas, mejoras de calidad y un desarrollo de producto más rápido.

Las características principales de una sociedad colaborativa son el libre intercambio de información, así como la coordinación de decisiones para reducir ineficiencias. Los convenios de largo plazo, estimulan a las partes a realizar inversiones en mejoras para la cadena de suministro que tienen beneficios para ambas partes.

Las alianzas estratégicas y las sociedades colaborativas (partnerships) pueden incluir varios niveles y procesos, desde una alianza con algún transportista durante los procesos de transporte o distribución, hasta alianzas y sociedades colaborativas de toda la cadena de suministro de la empresa.

La empresa de construcción debe realizar una evaluación de sus proveedores para clasificar y ubicar a sus proveedores estratégicos y determinar con cual de ellos es posible o deseable una relación de colaboración estrecha.

Si la empresa de construcción desea establecer una relación de colaboración con alguno o varios de sus proveedores, debe preguntarse lo siguiente: ¿Que tan gradualmente,

deseo extenderme y cultivar el intercambio de información?, y debe seguir los pasos propuestos en la figura 12.

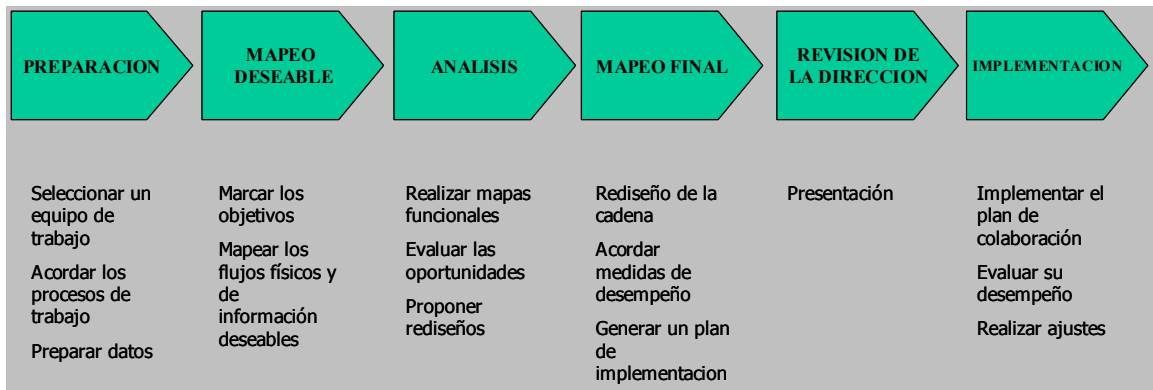


Figura 12. Plan de acción en conjunto con la empresa, para realizar una sociedad colaborativa. (Elaboración propia, basado en Corbett, 1999)

### III.3 El almacenamiento y manejo

#### III.3.1 La función del almacén en la producción de viviendas

Los almacenes<sup>1</sup> deben ser una parte esencial de cualquier sistema logístico en la empresa de construcción de viviendas, que se debe usar para acondicionar inventarios según diferentes lapsos de tiempo, en el flujo de insumos hacia los trenes de producción, entre los puntos dentro de los trenes y entre la terminación de la vivienda y su entrega al cliente final. Por tanto, un almacén fundamentalmente se encarga de guardar el stock, pero no debemos de confundir los términos.

La gestión del stock (llamada Manejo de inventario) no será la misma que la gestión del almacén. La primera se encarga de aprovisionar para un buen nivel de servicio mientras que la segunda intenta realizar las operaciones de almacenamiento. El manejo de inventario o la gestión de stock, va estrechamente ligada a los costos financieros y a las decisiones de compras como se verá en el apartado específico.

Un centro de distribución es un almacén, que puede ser utilizado por las empresas constructoras, como un depósito donde el énfasis se pone en un rápido movimiento de productos ya sea hacia otros almacenes, o directamente hacia trenes de producción. La

<sup>1</sup> El término almacén viene derivado del árabe (almaizan) y es una casa o edificio donde se guardan géneros de cualquier clase.

función principal del centro de distribución debe ser recibir productos, almacenarlos y protegerlos, y entonces integrar y enviar órdenes consolidando envíos a hacia los diferentes desarrollos. (Antun, 1994)

Generalmente, la posibilidad que tienen las empresas de construcción de vivienda de generar economías de escala por el alto volumen de viviendas que se producen en un sitio o desarrollo, sumado al número de desarrollos distribuidos en el territorio se ve contrastada por la gran variedad de insumos que requiere cada una de las viviendas. Por un lado, los grandes volúmenes le permiten acercarse directamente a los productores de insumos e implica el envío de grandes volúmenes de materiales de un solo tipo, por otro lado la alta dispersión geográfica y variedad de productos implican la necesidad de varios embarques de una mezcla de cantidades pequeñas de diversos productos en cada uno.

La importancia de un almacén radica en la importancia de la función del inventario, en conseguir economías en la transportación y conseguir economía en la producción (Lambert y Stock, 1993)

Los almacenes y centros de distribución en las empresas de construcción de vivienda, se deben utilizar de cuatro maneras:

- 1) para darle soporte a los requerimientos de flujo de los trenes de producción, dotando de todos los insumos requeridos en el momento necesario, esto es, como un regulador de flujos de materiales,
- 2) para mezclar los materiales de construcción provenientes de diversas instalaciones de los proveedores o planta de prefabricados y enviarlos hacia algún desarrollo o tren de producción,
- 3) para consolidar y combinar un pequeño numero de embarques de distintos materiales en un embarque de gran volumen hacia algún desarrollo,
- 4) para desconsolidar o subdividir un envío grande de material en pequeños embarques para satisfacer las necesidades de diferentes desarrollos o trenes de producción.

Los beneficios del establecimiento de un almacén, deben ser evaluados y justificados mediante un análisis de costos y beneficios.

---

## **Consolidación.**

Un almacén provee de la infraestructura necesaria para realizar economías en el transporte, a través de la consolidación.(Lambert y Stock 1993) (Bowersox y Closs, 1996) (Agapiu y Flanagan 1998) Bajo este principio el almacén recibe y consolida materiales provenientes de diversos proveedores, destinados a un desarrollo específico, embarcándolos en un solo envío.

La consolidación de productos se debe realizar en dos ámbitos: en el ámbito de la empresa: la consolidación le permite completar lotes o unidades de producción; y en el ámbito del transporte: la consolidación implica el completar unidades de carga.

La consolidación de materiales puede ser realizada por la empresa o bien, puede existir un tercero que presta los servicios de consolidación de mercancías para varios clientes. De esta manera cada empresa se beneficia de la reducción de los costos de transporte.

### **Desconsolidación y Cross Dock**

Cargas completas, cada una de cierto proveedor llegan al almacén, la carga literalmente cruza el andén para ser embarcada en un nuevo transporte que llevara una mezcla de productos hacia varios desarrollos en un embarque lleno. Las economías derivadas del cross dock son los embarques llenos, de las instalaciones de los proveedores hacia el centro de distribución o almacén y del almacén hacia los trenes de producción. Por lo anterior, se sugiere a la empresa de construcción de viviendas, gestionar mediante este principio.

### **Disponibilidad de material, surtido y mezcla de materiales.**

Algunas demandas de materiales pueden variar durante el proceso de construcción de la vivienda, incrementándose por un avance mayor al pronosticado o por alguna consideración errónea en cuanto a la cantidad necesaria de aplicación del mismo o a un daño. En ese sentido, el establecimiento del almacén permite a la empresa de construcción suavizar el impacto de las variaciones de la demanda en el flujo de materiales. Adicionalmente permite la disponibilidad de combinaciones de stock para ser solicitadas por producción.

El mezclado de materiales permite satisfacer requerimientos de los trenes de producción en cuando al surtido de materiales diversos en un solo pedido. (Agapiu y Flanagan 1998) (Arkio 2004)

### **Soporte a producción**



El almacén debe proveer de soporte a la producción de viviendas mediante un flujo continuo de componentes y materiales. Una cantidad de material disponible como stock de seguridad, puede ser justificada por los largos periodos de entrega o prefabricación del insumo o por las variaciones extraordinarias en su demanda por los trenes de producción.

### **III.3.2 Actividades del almacén**

Lambert y Stock (1993) proponen que las responsabilidades del almacén deben estar vinculadas a tres actividades: movimiento, almacenamiento y transferencia de información.

#### **Movimiento**

La función de movimiento, debe estar dividida en cuatro actividades de manejo como son: la recepción de los materiales, la transferencia, la selección de ordenes y la generación de embarques.

La recepción incluye la descarga de los materiales desde el transporte, e incluye la actualización de los registros del inventario, la inspección de daños, la verificación de las cantidades de mercancía etc. Es común que dichas actividades no se realicen o se realicen de manera incorrecta dentro del sitio de la obra. Algunas veces las recepciones de material no se concretan en el almacén sino directamente en los trenes de producción, las decisiones al respecto deben de ser tomadas por el área encargada del almacén.

Las transferencias involucran los movimientos del material dentro de las instalaciones del almacén para su deposito, movimiento a las áreas de consolidación y movimiento hacia los embarques. Es común que las transferencias se realicen de manera rudimentaria en los almacenes, dichos procesos limitan la productividad y velocidad de la transferencia e incrementan la posibilidad de daño a los materiales. Es común, que las transferencias sean delegadas a los subcontratistas, dejando de esta manera la responsabilidad de las operaciones del almacén a los usuarios. Por ello, se sugiere que las actividades del almacén sean gestionadas por un área específica que cuide los enfoques anteriores.

El embarque de los materiales implica el movimiento de los pedidos ensamblados hacia los equipos de carga, así como el ajuste del registro de inventarios, actividades que deben ser coordinadas y realizadas por el personal del área de almacén.

#### **Almacenamiento**

Los encargados del almacén, deben establecer políticas para el depósito de los materiales dentro de las instalaciones del almacén de manera segura para evitar sus daños y mermas, y que facilite su localización.

El depósito va relacionado directamente con el nivel de inventario y su gestión, la cual se analiza en el inciso III.6.

### **Transferencia de información**

La transferencia de información debe suceder simultáneamente con el flujo de los materiales de construcción dentro del almacén. Son muchas las áreas que requieren de flujos de información para realizar sus actividades. Incluso dichos flujos son necesarios para la administración propia del almacén, la información generada en el almacén es necesaria en el control del costo total y para las actividades de planeación de requerimientos de material y compras.

La información básica que deben tener los almacenes son; el nivel de los inventarios, ubicación de los insumos, arribo y envío de embarques, datos de los clientes y utilización del espacio del almacén.

### **III.3.3 Principios operativos**

Dentro del almacén, es sumamente importante eliminar las ineficiencias en los movimientos, el depósito y la transferencia de información. Estas ineficiencias pueden mostrarse en una gran variedad de formas como: excesivo manejo de material dentro del almacén, muy baja utilización del espacio del almacén, costos excesivos de mantenimiento, condiciones inadecuadas en los andenes de embarque, flujo de información lento e inadecuado entre otros.

La competencia actual existente entre las empresas de construcción de vivienda requiere de un cuidado de los procesos de almacenamiento: adecuado y preciso manejo, depósito, empaquetado y envío de materiales.

### **Zona de movimientos**

A fin de eficientar los flujos dentro del almacén, es necesario determinar zonas específicas según las diversas actividades que se desarrollan dentro del almacén. La determinación de zonas de movimientos dentro del almacén es crítica para la productividad del mismo. (OPS, 1999) (Byrme y Markhan, 1991) La selección de áreas se anota en el punto de diseño de la distribución del almacén.

### **Protección contra robo**

Debe de tenerse especial atención en la seguridad de los almacenes. Dicha atención debe reflejarse, tanto para los incidentes que pueden suceder por entidades externas, como respecto a los empleados.

La presencia de vehículos particulares dentro de los almacenes ha sido objeto de muchos casos referentes a hurtos y extravíos de material dentro de los almacenes. (Bowersox y Closs, 1996) (OPS 1999). La mayoría de los robos ocurren en horas laborales. Se deben establecer políticas de seguridad.

Un sistema de control de inventarios computarizado debe ser desarrollado para mantener actualizado el estado de los inventarios. Debe existir documentación de salida del material expedida por el sistema.

La rotación del personal, conteo y revisiones de inventario parciales y totales deben ser realizadas de manera periódica para reducir la vulnerabilidad de los robos (Bowersox y Closs, 1996) (OPS, 1999). Se recomienda al menos una revisión mensual. (ARKIO, 2004)

### **Protección contra deterioro de los materiales**

Dentro del almacén muchas circunstancias dañan los materiales reduciendo su posibilidad de uso, o incluso inutilizándolos. El almacén representa un ambiente cuyas condiciones deben ser cuidadas. Se recomienda realizar una clasificación de los materiales en grupos, de acuerdo al tipo de cuidados y tipo de manejo.

La mayor forma de daño resulta en un mal manejo o en un depósito inadecuado, ya sea en su colocación o por colocarse al lado de otros materiales no compatibles

Los materiales de construcción requieren a menudo gran capacidad de almacenamiento que a veces no esta disponible dentro de los almacenes, por lo que los materiales son dejados o abandonados en los trenes de producción. Por tal razón, se debe tomar importancia a consideraciones de diseño en la construcción del almacén, misma que se relacionan con la operación del mismo. (Agapiu y Clausen, 1998) Consideraciones importantes respecto al manejo de materiales, y al diseño de la infraestructura del almacén se detallan un punto específico.

La rotación de las existencias de materiales en los almacenes, debe realizarse bajo el principio "primero que entra, primero que sale": los productos que tienen más tiempo de

estar en el almacén, o con fecha de vencimiento más cercana se ubican al frente para ser distribuidos a los trenes de producción antes y los artículos que van llegando se colocan detrás, esperando su turno. (Bowersox y Closs, 1996) (OPS 1999) Las pérdidas y daños a materiales aglutinantes y adhesivos, generalmente va ligada a la falta de este principio en los almacenes.

La mezcla de sistemas de manejo manuales y automáticos es importante para la operación eficiente el almacén y va relacionado directamente con la frecuencia de daños. (Lambert y Stock, 1993)

### **Control de inventario.**

Los estados de los inventarios deben estar vinculados a un sistema de información ya que la disponibilidad de materiales en los trenes de producción es un aspecto crítico de la productividad que demanda la introducción de un sistema de monitoreo y control. (Agapiu y Clausen 1998) En ese sentido, el sistema debe ser capaz de registrar todos los movimientos del almacén, como entradas, salidas, pérdidas etc.

La planeación o calendarización de los materiales de manera más pronta es siempre deseable por lo que la información del estado de los inventarios, generada en el almacén, debe tener un flujo continuo hacia las otras áreas. Los inventarios de materiales se deben manejar de acuerdo al programa de requerimientos de materiales derivado de la programación de las obras (Urbi 2004) (Agapiu y Clausen 1998) (Wong y Norman 1997)

Los insumos principales dependen del tipo de producto de vivienda que se este construyendo, sin embargo, de manera general, se debe prestar especial atención a los inventarios de: concreto premezclado, cemento, acero, poli-estireno, muebles de baño, recubrimientos, puertas, aluminio, vidrio y piezas diversas para instalaciones eléctricas, hidráulicas y sanitarias. (Sare, 2004).

### **Bitácora**

Uno de los principios operativos que debe tener un almacén de materiales para la construcción de las viviendas es una bitácora. (Agapiu y Flanagan, 1998) Los registros considerados en las bitácoras deben incluir todos los incidentes referentes al flujo de los materiales, los actores involucrados y las acciones tomadas.

La bitácora debe incluir un registro y control claros y actualizados de las pérdidas y certificados de destrucción de materiales, productos vencidos o deteriorados. (OPS 1999) (Agapiu y Flanagan, 1998) (Naim y Barlow, 2003)

### **Desarrollo de procedimientos de trabajo.**

Uno de los principios operativos básicos es la documentación o establecimiento de los procedimientos de trabajo. (Bowersox y Closs, 1996) (Chase, Jacobs y Aquilano, 1998) Los almacenes son en general una instalación donde la circulación de mercancías y personal es numerosa. Todas las empresas de producción de viviendas deben generar un procedimiento de trabajo en almacén, el cual debe estar relacionado con el entrenamiento del personal que labora en el almacén. Procedimientos que deben ser desarrollados para la recepción y envío de materiales, en los cuales se detallan los tiempos y procesos, por ejemplo, para que la mercancía recibida sea revisada, así como la manera y tiempo para asegurar su entrada al sistema de inventarios.

#### **III.3.4 Desarrollo de la infraestructura**

Aunque los almacenes de las empresas de construcción de vivienda, particularmente los de obra, son generalmente instalaciones temporales, es importante considerar algunos principios para la toma de decisiones en torno a su construcción.

Es importante, mencionar nuevamente, que las decisiones se deben enfocar es un análisis de costo total. Inversiones pequeñas en la construcción del almacén pueden resultar en inversiones futuras o en gastos adicionales generados por pérdidas o mal manejo de los materiales.

Dos principios básicos de la construcción del almacén determinarán su funcionamiento posterior: el diseño del almacén y la tecnología de manejo.

#### **Diseño del almacén**

Algunas veces, será necesario para la empresa de construcción de viviendas el concentrar algunos insumos para distribuirlos en sus desarrollos a lo largo del territorio en el cual se tiene presencia, ante este hecho, la construcción de un almacén central puede resultar en beneficios (Agapiu y Flanagan, 1998). Una evaluación de beneficio costo se deberá realizar.

Existe una relación inversa entre el número de almacenes que requiere la empresa y el tamaño de cada uno de ellos. (Bowersox y Closs, 1996)

Muchos factores influyen en el tamaño del almacén. En general los almacenes pueden medirse en metros cuadrados o en metros cúbicos. Es importante considerar lo anterior,

posiblemente no exista espacio suficiente para establecer un almacén en la obra, de ser así se debe considerar la posibilidad del almacenamiento vertical.

Los niveles de servicio esperados, el tamaño del desarrollo a construir y el tiempo programado para ello, el número de prototipos diferentes que habrán de construirse en un proyecto dado, el sistema de manejo de materiales a emplear, el tamaño de los productos, las velocidades esperadas de salida del material, tiempos de producción, distribución de la circulación, áreas requeridas para actividades administrativas y tipos de rack a emplear son algunos de los factores que se deben considerar al planear la construcción de un almacén y que influyen en la operación del mismo y en los costos logísticos.

Generalmente, con los incrementos del nivel de servicio, se incrementa la necesidad espacial del almacén, además la necesidad de una mezcla de materiales diferentes requiere más espacio para mantener un nivel de inventario de cada material.

Basados en un programa de requerimientos de materiales, la empresa de construcción de viviendas puede calcular fácilmente las necesidades espaciales que deberá tener el almacén de cada desarrollo. Como siempre es mejor contar con más espacio del necesario y se puede determinar un volumen adicional.

El número de almacenes se debe decidir en la base de análisis de costo: costos de las rupturas de stock, costos de los inventarios, costos del almacenamiento y los costos de transporte. El comportamiento de los costos según diferentes número de almacenes fue determinado por Lambert y Stock (1993) y se observa en la figura 13.

Los costos de inventario aumentan al aumentar el número de almacenes, lo cual, es evidente debido al aumento de los inventarios de seguridad en cada almacén. Los costos de almacenamiento también se incrementan derivados de la infraestructura necesaria y de los costos operativos de cada almacén. Los costos de transporte disminuyen para un número de almacenes.

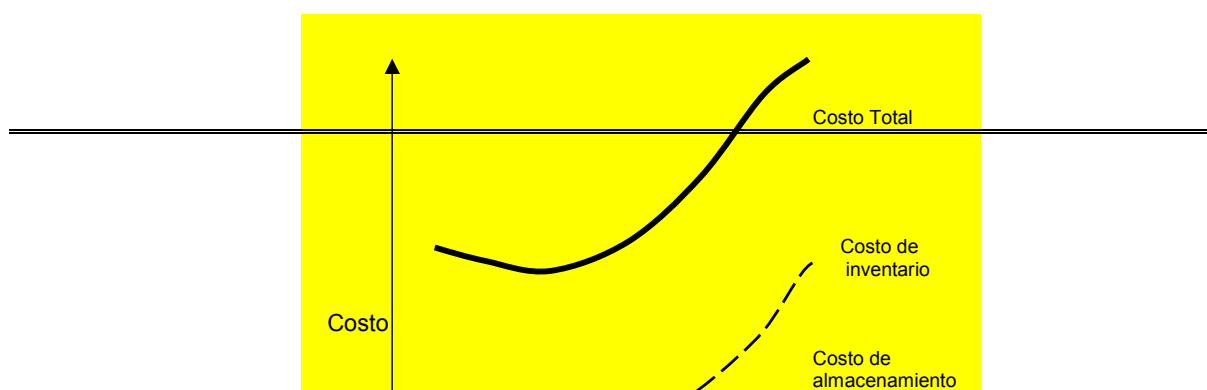


Figura 13. Grafica del comportamiento de los costos derivado del aumento en el número de almacenes.  
(Elaboración propia, basado en Lambert y Stock, 1993)

Adicionalmente al espacio necesario para almacenamiento de mercancías, en el diseño de almacenes y centros de distribución deben considerarse un conjunto de espacios complementarios.

Los almacenes debe localizarse estratégicamente. Los almacenes centrales o centros de distribución deben considerar la dispersión geográfica de los desarrollos a atender, así como su volumen de producción

Existen diferentes técnicas de análisis, basadas en principios de investigación de operaciones y programación lineal, así como modelos de simulación disponibles que apoyan el proceso de toma de decisiones. Sin embargo, como casi todos hacen énfasis en la minimización de costos globales de transporte. Es importante considerar que no necesariamente la solución de propuesta por dichos métodos como óptima es la mejor.

Al seleccionar el sitio debemos tener en cuenta dos conceptos básicos mínimos, la disponibilidad de servicio y el costo total, adicional a lo anterior es importante considerar:

- Conveniencia del sitio: tamaño, capacidad y posibilidad para extender el espacio útil.
- Accesibilidad para los transportes, ubicación con relación a la zona de operaciones.
- Condiciones de seguridad externa (topografía y entorno social): Verificar peligros naturales (posibilidad de inundación, deslizamientos...). Aguas estancadas, basureros, maleza y otras deficiencias ambientales en los alrededores deben ser

eliminadas antes de usar el sitio. El entorno social es importante de tomar en cuenta para determinar posibles problemas de seguridad.

### El sistema de manejo de materiales

Un sistema para el manejo de los materiales es fundamental en la planeación de un almacén.

Los almacenes que la empresa de construcción de viviendas ubica en los centros de demanda, o en los sitios donde tiene operaciones, son instalaciones consideradas como temporales, pues los proyectos duran por lo general poco más de un año. Las instalaciones tienen que ser colocadas al iniciar y tienen que ser retiradas terminado el proyecto. Debido a esto, no se recomienda el empleo de un sistema automatizado de manejo de materiales para un almacén de obra. Un sistema constituido por racks metálicos y montacargas parece más recomendable para los almacenes de los desarrollos.

Por otro lado, el almacén central es considerado cómo una estructura diseñada para facilitar el mayor flujo de productos, por esa razón, las operaciones que requieren efectuarse en un almacén central deberá ser diseñadas más escrupulosamente. Los almacenes centrales en la industria de la construcción pueden ser instalaciones con mayor permanencia.

Un sistema de manejo eficiente que tenga una mezcla de un sistema manual y automático es recomendable si los costos lo justifican, se puede usar la figura 14 como referencia.

El tipo específico de requerimiento en cuanto al manejo de los materiales depende de muchos factores (Lambert y Stock, 1993), estos factores se pueden entender realizando las siguientes preguntas:

- ¿Existe un uso de manejo de materiales de manera manual por los empleados?
- ¿El espacio del almacén está subutilizado?
- ¿Los equipos empleados están viejos y requieren inversiones en reparación?
- ¿Existen congestiones en las áreas de manejo de los materiales, los costos de mano de obra son altos?
- ¿Es el método de manejo flexible en cuanto a los procesos operativos, cuales son los requerimientos de mantenimiento y los costos de los sistemas de manejo de materiales?

Equipo	Presentación del material	Beneficios	Otras consideraciones
Rack convencional	Palets de carga	Buena densidad de almacenamiento, permite libearea area en el piso	La densidad de almacenamiento puede ser incrementada mediante la doble profundidad
Rack deslizante	Palets de carga	Además del anterior, permite que los montacargas tengan un acceso mas facil a la carga	Los montacargas solo pueden acceder a la carga por un solo lado
		Además del anterior, permite	



Figura 14. Guía general de los tipos de equipo para el manejo de los materiales. (Elaboración propia basado en la cita de Lambert y Stock, 1993)

Los beneficios del empleo de equipo de manejo de materiales, ya sea manual o automático son, incrementos en la productividad por empleado a través del incremento de ordenes de salida, reducción de los gastos operativos, aumento del espacio de utilización, reducción de los daños de inventario, incremento en los niveles de servicio, reducción de la fatiga de los empleados, reducción de accidentes, mejora del flujo de materiales.

El recuadro anterior muestra algunas de las ventajas de aplicaciones manuales y automáticas en almacenes y puede servir como referencia.

### **III.3.5 La distribución del almacén (Layout)**

Los beneficios que se obtienen de la planeación de actividades y de la planeación de las áreas de trabajo son evidentes en la industria de la manufactura. (Chase, Jacobs y Aquilano, 1999) En el caso de los almacenes de las empresas constructoras de vivienda, la ubicación de los materiales tiene efectos en la eficiencia y la productividad.

Debido a la falta de productividad en los despachos de materiales, muchos de estos son almacenados en los trenes de vivienda, o se generan almacenes para cada uno de los procesos en sitios dispersos creando bodegas de carpintería, aluminio, bodegas de instalaciones, etc. Dichas instalaciones aumentan las pérdidas de materiales y los costos relacionados a los inventarios.

Una buena distribución del almacén de obra debe permitir:

- 1) incrementar el flujo de materiales hacia los frentes de obra,
- 2) incrementar la velocidad de flujos dentro del propio almacén,
- 3) reducir los costos,
- 4) mejorar el servicio hacia los usuarios de los materiales en los trenes de producción y
- 5) proveer mejores condiciones de trabajo para los empleados.

La distribución del almacén y su diseño varían de una empresa a otra, dependiendo del tipo de materiales a almacenar y de los métodos de manejo a emplear, por ejemplo, el uso de estantes, de racks para paletización etc. (Lambert y Stock, 1993) (Bowersox y Closs, 1996)

Una de las consideraciones importantes en la distribución del almacén es la determinación o clasificación de los materiales según el volumen esperado de movimientos, lo anterior es útil para realizar una primer clasificación entre los materiales de alto movimiento y los de bajo movimiento.

La clasificación ABC, también llamada la Ley de los "80-20", o la "Clasificación de Pareto", será la herramienta que nos definirá a que artículos debemos dar prioridad en la búsqueda de la productividad del almacén, como se observa en la figura 15.

En la práctica, de la totalidad de las operaciones de los almacenes, el 80% de la actividad esta relacionada con el 20% de los materiales. (Chase, Jacobs y Aquilano, 1998)

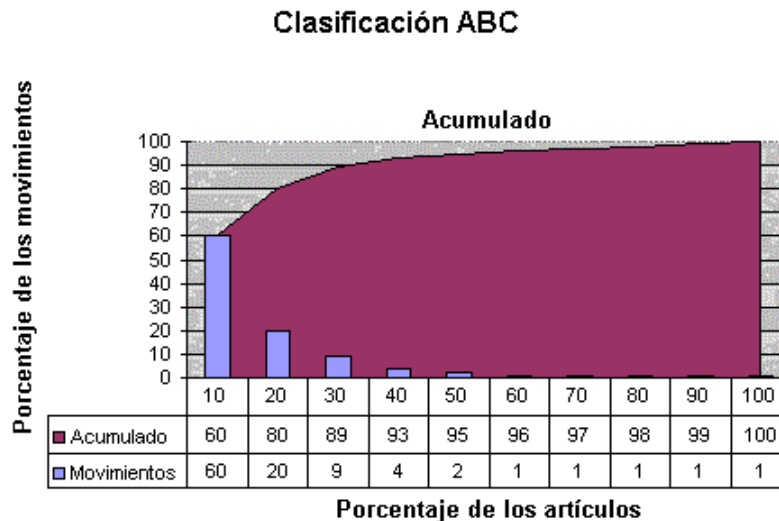


Figura 15. Gráfica para clasificar los materiales de construcción, en ella, el 10% de los materiales genera el 60% de los movimientos del almacén. Se ha sobrepuesto una gráfica de porcentaje de movimientos acumulada para encontrar el 80%. (Elaboración propia, basada en Chase, 1999)

La clase A representará aquellos materiales cuyas demandas son las más altas, una clase C se utilizará para los materiales con requerimientos poco frecuentes, dejando la clase B para un grupo intermedio de demanda.

Los artículos de la clase A, se almacenarán de tal manera que los trayectos que haya que cubrir para manipularlos sean mínimos. Por el contrario los materiales clasificados en la clase C, se pueden colocar en los puntos de menor tráfico o acceso.

El empleo de un blue print<sup>2</sup> puede ayudar a visualizar los flujos de materiales y los procesos involucrados en el almacén y de esta manera generar opciones de distribución.

Un proceso de referencia para el diseño de la distribución del almacén puede consistir en:

- 1) Determinar los requerimientos de espacio para cada tipo de material en función del programa de requerimientos de material basado en el programa de obra.
- 2) Determinar las áreas para el manejo de los materiales, la consolidación de cargas y la descarga de los productos.
- 3) Calcular las relaciones y las frecuencias de las actividades del almacén como son, flujos principales y procesos más frecuentes

<sup>2</sup> El blue print es una diversificación de un diagrama de procesos usado en la industria de la manufactura y en el diseño de servicios. En él, no solo se reflejan de manera grafica las operaciones que se realizan, sino que también se reflejan los flujos de información y los flujos materiales.

- 4) Relacionar los materiales según sus semejanzas de manejo o cuidados así como por su complementación de uso.
- 5) Generar varias alternativas

### **III.4 Inventarios**

#### **La gestión de stock (inventario)**

En términos generales, podemos decir que: el inventario “es el stock de algún producto o recurso usado en la organización”<sup>3</sup>. Las empresas de construcción de viviendas deben tener un sistema de inventarios, esto es un grupo de políticas y controles para monitorear los niveles de inventario y determinar que niveles se deben mantener, el nivel al cual el stock debe ser remplazado y que tan grandes deben ser las ordenes.

La gestión del stock o inventario, es una función clave, decide o permite decidir un cierto número de principios estratégicos y tácticos:

- Determinar los artículos que conviene tener en el almacén.
- Que cantidades hay que tener en el almacén.
- Elegir los modos de suministro.
- Definir los plazos para un nuevo suministro
- Optar por un modo de evaluación del stock y ponerlo en práctica.

Por lo tanto, la empresa de construcción de vivienda debe asignar recursos para la gestión de stock, como un área encargada de tareas operacionales como :

- Conocer permanentemente, el estado del stock ( inventario permanente ).
- Vigilar permanentemente el nivel de los stock y compararlo en los puntos de pedido o fabricación.
- Comprobar la procedencia de un pedido.
- Reservar los artículos asignados a un pedido.
- Administrar de acuerdo con los servicios comerciales, las entregas parciales.
- Administrar, los restos que van a quedar.
- Ayudar a elegir la fuente de abastecimiento y realizar los pedidos.
- Elegir el tipo de inventario que se efectuará, sobre qué referencias, en qué fecha (inventario en movimiento), y dar las instrucciones pertinentes a la gestión del almacén para lanzar las operaciones de recuento.

---

<sup>3</sup> Chase;Jacobs; Aquilano. Operations Management for competitive advantage . 10a Edición. Mc Graw Hill.

En resumen la gestión de los stocks, es la responsable del "qué", del "cuánto", del "cuándo" y del "a qué precio".

### **Costos de los inventarios**

Las empresas deben reconocer que los inventarios generan costos y calcularlos. El costo de mantener inventarios tiene un impacto no solo en el número de almacenes que es necesario mantener, sino en todas las políticas logísticas de la empresa.

Deben considerarse dos tipos de costos: los de mantener los inventarios y los de ruptura de los mismos.

#### 1. Costos de mantener los inventarios

- Costo de almacenes. Vinculados al almacén o al espacio ocupado en un depósito.
- Costos de seguros. Asociados a la cobertura de riesgos no comerciales (fuego, robo, inundación, etc) que pueden afectar los almacenes.
- Costos comerciales. Están relacionados con el hecho de que los materiales no se adapten a cambios en el prototipo de vivienda o en el proceso de producción.
- Costos de capital. Supeditados a la tasa de interés para el capital inmovilizado en producto.

#### 2. Costos de ruptura de inventarios

No sólo es costoso mantener altos niveles de inventarios sino además fijarlos tan bajos que pueda haber una ruptura y no satisfacer los requerimientos de la producción.

### **Inventarios de seguridad**

Para prevenir rupturas de inventarios las firmas establecen un inventario de seguridad para cada producto.

Los procedimientos para establecerlos están vinculados al nivel de servicio al cliente adoptado y a la confiabilidad del servicio de transporte de distribución/aprovisionamiento, en el caso de la construcción de viviendas, se puede realizar una planeación de requerimientos de materiales, y un pronóstico sobre el programa de obra, y determinar el

nivel de inventario mínimo necesario para no detener la producción bajo cierta probabilidad de incidencias en los suministros.

El problema típico de determinar el tamaño de la orden de aprovisionamiento de inventarios se vincula a minimizar el costo total derivado del costo de mantener los inventarios, en proporción directa al tamaño de esta disposición de abastecimiento, y del precio de procesarla sustancialmente valores administrativos independientes del tamaño de la orden.

Si no hubiera costos de mantenimiento de inventarios podrían mantenerse stocks gigantescos evitando el procesamiento de órdenes. Por otro lado, si estos no existieran podría ordenarse continuamente manteniendo inventarios cercanos a los de seguridad. Las empresas constructoras de vivienda pueden iniciar llevando un registro de las desviaciones de sus programas de requerimientos contra las demandas reales para determinar la variación de estos y referir así sus niveles de inventarios.

Los costos de inventarios deben ser determinados y medidas de desempeño de la productividad y calidad de los almacenamientos evaluadas para tener elementos de decisión.

La gestión de inventario debe basarse en un análisis de Pareto o regla 80 /20 para la cual, el veinte por ciento de los materiales generan el ochenta por ciento de los movimientos. Esta clasificación permite concentrar los esfuerzos en los materiales que tendrán mayor impacto en la gestión de los inventarios, y permite realizar una reducción de inventarios.

Existen modelos para determinar los flujos de inventarios, dependiendo condiciones de certidumbre e incertidumbre, dichos modelos requieren realizar un balance entre los costos de inventarios y los costos de realizar ordenes.

### **Síntomas de un manejo inadecuado de los inventarios**

Lambert (1993) propone algunas características para reconocer que el manejo de inventarios en una compañía no es el adecuado.

- Incremento en las ordenes devueltas
- Incrementos en la inversión de inventarios
- Incremento en el número de ordenes canceladas
- Periodos de insuficiente espacio de almacenamiento
- Variación alta entre las rotaciones de inventario
- Gran cantidad de artículos obsoletos.

### **III.5 El transporte y distribución de materiales**

El sistema de transporte de cada compañía es único. Las rutas y los volúmenes de tráfico, los transportistas empleados, el tamaño y el papel de la tercerización, la organización de la carga y el manejo del transporte difieren en términos de los niveles de servicio y los costos incurridos, por lo que no existe un sistema de transporte que sea el mejor para todas las empresas.

El movimiento a través de espacio o distancias crea valor o utilidad por su posición y por su temporalidad. La transportación es parte de este valor, este determina que tan rápido y que tan consistentemente los materiales o insumos se mueven de un lugar a otro. Esto es conocido como el tiempo en tránsito y consistencia de servicio. Si el material no está disponible en el momento en el cual se requiere, hay una serie de repercusiones económicas.

Con un sistema de transportación poco desarrollado, las áreas de mercado de la empresa constructora de vivienda, se reducen a las que rodean de manera inmediata a los sitios de producción de los insumos. Un transporte eficiente permite integrar adecuadas cadenas de transporte y estimula de manera directa la competitividad cuando se accede a la colocación de los insumos en sitios donde ocasionalmente no pueden ser atendidos por la producción local.

El papel de la empresa de construcción dentro del transporte tiene como objetivo diseñar y controlar la operación de cadenas de transporte para el movimiento de materiales para la producción de las viviendas con la participación de medios propios de la empresa, de los proveedores y/o de prestatarios de servicios de transporte y logística.

#### **Diseño de una estrategia de transporte.**

La compañía debe diseñar una estrategia de transporte para soportar su estrategia de producción. La estrategia de transportación define el nivel de productividad que se puede obtener en el transporte.

Las empresas deben investigar un número de opciones y seleccionar de ellas la opción que ofrezca los niveles requeridos de servicio, y los mejores niveles de productividad basados en las estrategias

La empresa constructora debe evaluar dentro de sus opciones, con la información recopilada, si debe generar su propio transporte o contratar un agente transportista o contratar un sistema de fletes

Se proponen los siguientes pasos a seguir para evaluar.

1. Definir el problema, esto es, localizar las prioridades y las limitaciones.
2. Desarrollar objetivos de transporte. Estos objetivos pueden centrarse en dos medidas. La primera, el nivel de servicio, consistente y rápido y la segunda debe centrarse en los objetivos de costo total del proceso logístico incluyendo las compras, el almacenamiento, la transportación etc. La empresa debe establecer objetivos para cada función en términos de eficiencia y efectividad.
3. Recolectar información. Para tomar la decisión es importante recolectar información referente a los datos de los inventarios, los procesos de embarque, el peso y el volumen, así como el costo de envío asociado a cada material. Específicamente respecto a las opciones de transportación, se debe recabar información sobre: el papel y tamaño de los fletes tercerizados en las operaciones actuales y en las futuras, relaciones de colaboración y la estrategia de negociaciones con transportistas, las necesidades y posibilidades de soporte a los sistemas de transporte, la propia organización del transporte, el modo o criterios de selección de los transportistas, alternativas de consolidación para cada producto o familia de insumos.

La empresa debe reconocer que existen factores relacionados con los propios materiales a mover que influyen en el costo de transportación. Las empresas pueden usar estos factores para realizar una clasificación de sus productos. Estos factores son la densidad del material, es más costoso transportar los (en una base de ton-km) materiales con bajo peso y alto volumen. La flexibilidad de los materiales para ocupar la capacidad del transporte y la dificultad de manejo de ciertos materiales aumenta el costo de transporte.

4. Determinar el costo total. Analizar las operaciones actuales incluye estudiar la calidad y la cantidad de servicios, toneladas enviadas, y los costos actuales.
5. Desarrollar alternativas. Revisando la información, se deben sugerir alternativas de acción para resolver los problemas. Estas alternativas deben ser al menos, el invertir los recursos disponibles en otra área donde el retorno de la inversión sea mayor, o usarlo para mejorar el sistema actual.
6. Determinar los costos del uso de fletes privados, así como los costos indirectos asociados y contrastarlos contra los costos de los fletes tercerizados para tomar una decisión.



Independientemente de si la compañía opera su propia flota o subcontrata las operaciones, la administración de transporte de la empresa es la responsable de proveer a la compañía, servicios que sean acorde a las necesidades de la empresa y eficientes en costo.

La administración del transporte por parte de la empresa de construcción puede abarcar al menos una de las siguientes áreas:

1. La subcontratación de actividades de transporte.
2. La contratación de fletes
3. La operación de una flota propia de transporte

Las decisiones que sean tomadas en torno a la administración del transporte, deben ser revisadas periódicamente, debido a las características cambiantes de la oferta y calidad de servicio.

El departamento de transporte debe estar en comunicación respecto a otras áreas de la empresa para que los almacenes y otras instalaciones sean las adecuadas para operaciones de transporte.

La empresa constructora puede establecer alianzas con los transportistas a fin de establecer niveles operativos y costos en un ambiente de cooperación mutua.

Ambos, la empresa constructora de vivienda y la empresa de transportes influyen en la productividad de la transportación.

### **Estrategias en la subcontratación de actividades**

La empresa debe realizar un análisis de la oferta, esencialmente una investigación de mercado de prestatarios de servicios de transporte y logística, la sistematización de experiencias anteriores y la realización de una convocatoria de cotizaciones con proveedores.

La empresa debe realizar una selección de prestatarios de los servicios a partir de una integración de una cartera reducida según los servicios ofrecidos, y las diferentes áreas del territorio a cubrir.

Se debe buscar que la empresa prestadora del servicio cumpla con algunos requerimientos: Disponibilidad de servicio, cotizaciones adecuadas en volumen o en servicio, seguimiento o información sobre la carga en tránsito, servicio de prueba de entrega, facilidades para integrarse al sistema de información de la empresa entre otros.

### **Estrategias en la contratación de fletes**

Se pueden considerar los siguientes criterios para evaluar a los transportistas:

Cobertura territorial de los servicios, la confiabilidad en el tiempo de entregas, la disponibilidad, estado mecánico y limpieza de los vehículos, el costo de los servicios puerta a puerta, los servicios adicionales como flujo de información, manejo de carga sin pérdidas, colaboración estrecha con la empresa, estabilidad financiera de la empresa.

El departamento de transporte debe trabajar con los transportistas para establecer colaboraciones, implementar mejoras conjuntas de calidad, productividad y mejora del proceso.

Aplican también las estrategias de subcontratación.

### **Estrategias en la operación de flota propia**

La utilización de una flota propia debe obedecer al establecimiento de ventajas como son:

- Generar un mejor nivel de servicio que el que pueda alcanzarse con las empresas transportistas.
- Obtener mayor flexibilidad respecto a las estrategias de la empresa.
- Obtener menores costos.

Si la empresa decide gestionar su propia flota, debe establecer perfectamente cuales son sus costos de transportación y realizar un análisis de costo total. (ver costos logísticos)

Los costos de transporte corresponden a la suma de diversas clases de costos, cuya subdivisión se aproxima a la mostrada en la figura siguiente.

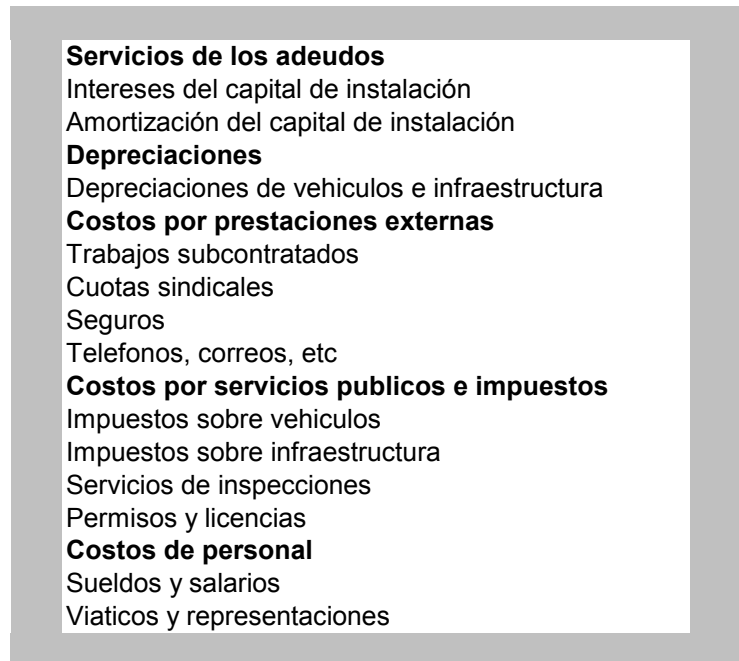


Figura 16. Elementos de costo para el establecimiento de los costos de transportación. (Elaboración propia basada en Antun, 1994)

Derivado de lo complejo de los costos de transportación, la empresa constructora de viviendas debe realizar una evaluación para determinar que opción de transporte es más conveniente según los costos y niveles de servicios esperados.

Las empresas deben constantemente evaluar y monitorear sus actividades de transporte para determinar, las desviaciones que ocurren en la operación de la transportación, en aspectos de calidad y de productividad. (Consideraciones al respecto se discuten en el apartado Medidas de desempeño)

### **Transporte para distribución**

La distribución de los materiales es un agrupado de actividades como son:

1. La carga antes del envío, que incluye la preparación del vehículo y su carga antes de que el vehículo abandone la base de operaciones, sea este un almacén.
2. El transporte o manejo del vehículo desde la base hasta el primer punto en el cual se realizará una entrega y desde el punto donde se realiza la última entrega hasta la base de operaciones o almacén.
3. El manejo dentro de una ruta de distribución entre distintos puntos en los que hay que realizar una parada.

4. Las actividades que se realizan cuando el vehículo está detenido en un punto, como son la carga y descarga de materiales, el manejo de documentos de entrega, etc.

Las empresas de construcción de vivienda que gestionan la distribución de material, ya sea desde el centro de distribución hasta diversos almacenes locales, o bien, desde el almacén local hacia los diferentes trenes de producción o puntos de consumo, deben construir opciones según los diversos materiales, para realizar esta actividad. Cuando los trenes de producción o la distancia que existe entre los almacenes y estos, es relativamente pequeña, la transportación como elemento de distribución pierde importancia y la carga y descarga adquieren más importancia.

En algunas ocasiones, los proveedores, gestionan la distribución de los materiales hasta los almacenes locales o hasta los trenes de producción. Acuerdos con los proveedores deben ser estudiados y evaluados constantemente.

Las opciones de transporte y distribución de los materiales deben ser evaluadas respecto al costo total y respecto al nivel de servicio.

La empresa constructora debe planear diversos canales de distribución de los insumos, en dichos canales pueden participar, los proveedores, transportistas y la propia flota de transporte de la empresa. Los canales de distribución deben ser evaluados considerando las diferencias de volúmenes, niveles de servicios y variaciones de los diversos tipos de material a desplazar.

### **III.6 Costos logísticos**

El concepto de análisis de costo total es clave en la gestión del sistema logístico como se describió en el punto II.4.

La estructura de costos logísticos, se comporta como un sistema. La empresa de construcción de vivienda debe tener presente que la gestión del sistema logístico plantea una minimización del total de costos, más que la minimización de cada componente; en general, una reducción de solo un costo, puede conducir a un incremento de costo total, por ejemplo, los ahorros asociados a compras de materiales a gran escala pueden verse enteramente compensados por el incremento en los costos de capital.

El análisis de costo total es la base de las estrategias de diseño de cadenas logísticas de menor costo. (Antun, 1994)

### III.6.1 Estructura de costos logísticos

La estructura de costos puede analizarse, a partir de una categorización, como sigue:

**Costo de planeación y procesamiento de requerimientos.** Son los costos asociados a la investigación, estimación y planeación de requerimientos, así como el establecimiento de programas de abastecimiento, incluye los costos del sistema de información o MRP.

**Costos asociados al aprovisionamiento para producción:** Son los más difíciles de definir y en general, o se asocian a costos asociados al la investigación de proveedores y su gestión, al procesamiento de compras, los costos de facturación, apertura y cierre y manejo interno de pedidos.

**Costos de almacenamiento:** Son los que se asocian a la función almacenamiento; se integran por dos componentes: los fijos de instalaciones y equipos y su gestión, y los variables relacionados con la recepción, la expedición y el manejo de materiales.

**Costos de transporte y distribución física.** Son los asociados con la función transporte; generalmente, se determinan por un análisis estadístico de las facturas de flete cuando este ha sido tercerizado, o por un sistema de costos más complejo cuando la empresa gestiona su propia flota.

**Costos de capital por inventarios:** Incluyen costos de capital en inventario de materiales y viviendas terminadas sin vender; costos por seguros, por riesgos de obsolescencia y de relocalización; su determinación implica un análisis de los recursos financieros, los precios de seguros y las previsiones sobre el mercado. Adicionalmente, estos costos incluyen los costos derivados de niveles de servicio bajos, para el caso de la empresa constructora de vivienda, no es solo la pérdida marginal por no satisfacer la demanda de los requerimientos de producción, sino también el valor presente de la futura falta de contribución a las utilidades cuando se retrasa la producción y la entrega de la vivienda.

### III.6.2 Impacto de los costos logísticos

Los costos logísticos son la frontera de las utilidades de las empresas: sobre un precio de mercado (más o menos definido elásticamente, más o menos determinado por un acuerdo entre proveedores) deben descontarse los costos de producción y logísticos para identificar la máxima utilidad potencial (en el marco de las negociaciones de comercialización existentes con distribuidores). Como los costos de producción generalmente han sido optimados con la estabilización tecnológica, en particular en la producción para consumo

masivo, solo restan los costos logísticos que pueden mejorarse y obtener mayores utilidades.

### **III.6.3 Estrategias de diseño de cadenas logísticas de menor costo total**

Para mejorar las utilidades de la firma la mejor estrategia es el diseño de cadenas logísticas de menor costo total, esto es, diversas alternativas para el suministro de los materiales, incluso a nivel de insumo.

Antun (1994) reconoce que existen oportunidades para reducir costos logísticos, los cuales pueden ser usados por la empresa constructora de vivienda:

- Simplificar el sistema logístico para que sea eficiente en el cumplimiento de su propósito de controlar el flujo de bienes mediante el movimiento y el almacenamiento.
- Perfeccionar el embalaje, con vistas no solo a un mejor manejo y acondicionamiento de productos sino para un uso más eficiente de medios de transporte.
- Mejorar procedimientos y métodos de operación, específicamente en procesamiento de pedidos de clientes, diseño de planta de almacenes, equipo de manejo y maniobra, recepción y expedición y equipo de transporte.
- Innovar en tecnología: comunicación informatizada, carga unitizada, trailers especiales, etc.
- Revisar los canales de distribución en relación con medios disponibles y nivel de utilización, relacionadas con el volumen de ventas, transportes, localización de depósito y nivel de inventarios.

La aplicación del enfoque de sistemas para alcanzar objetivos logísticos de menor costo total implica:

#### 1) Controlar el costo total

Mediante un enfoque de costo total, todas las funciones y operaciones relevantes vinculadas al flujo de mercancías y a la información asociada para su gestión deben ser consideradas como un sistema.

La clave en el concepto de costo total radica en que todos los elementos de costo son considerados simultáneamente para diferentes alternativas en la realización de operaciones, en relación con la obtención de un nivel deseado prefijado de servicio a clientes.

Se adopta la alternativa en que la combinación de operaciones conduzca a un costo total mínimo.

## 2) Evitar suboptimaciones

- Mediante el reconocimiento que la eficiencia de una función logística individual debe examinarse a la luz de la efectividad de la función como parte del proceso logístico total.
- Debe encontrarse y adoptarse un compromiso entre las funciones para obtener que la operación del sistema total alcance el mejor balance costo/efectividad.

### **III.6.4 Los sistemas de costos**

Las empresas constructoras de vivienda por lo general no tienen un control sobre los costos logísticos totales porque dicha información se presenta para ellos de una manera distinta, esto es, el sistema de costos de la empresa no es un sistema organizado para evidenciar los costos logísticos.

La empresa constructora puede entonces aplicar algunas mejoras a sus sistemas de costos como parte de la estrategia para controlar los costos y las funciones logísticas.

Robin Cooper <sup>4</sup> ha reconocido una serie de síntomas de sistemas de costos en empresas de manufactura, dicho planteamiento apunta más bien a destacar los defectos que puede tener un sistema de costos en cuanto a la determinación de los costos de productos para fines de gestión. Los síntomas mencionados por Cooper, aparecen en las empresas de construcción de viviendas y son:

- ***los márgenes de rentabilidad son difíciles de explicar***

---

<sup>4</sup> *You Need a New Cost System When...* Robin Cooper, Harvard Business Review (Ene-Feb 1989)

Los responsables de la obra deberían poder explicar en forma breve el por qué de la rentabilidad de determinados productos o de determinados desarrollos, algunas veces, no es posible explicarlos, porque el sistema de costos no brinda la información de modo adecuado.

- ***viviendas difíciles de fabricar muestran grandes beneficios***

Desarrollos de vivienda de fabricación compleja o que requieren más trabajos de inspección o re-procesos que otros, aparecen como altamente rentables. Puede suceder que el precio esté fijado por encima del promedio tomando en cuenta dichas situaciones. Seguramente el sistema de costos está fallando a la hora de determinar sus verdaderos costos.

- ***los departamentos funcionales tienen sus propios sistemas de costos***

Cuando los gerentes funcionales han perdido confianza en el sistema de costos "oficial", desarrollan su propio sistema. Ello es posible gracias a las computadoras personales y a toda la información operativa que los mismos tienen a su disposición y que muchas veces es dejada de lado por los sistemas de costos. Ellos encuentran en dicha información nuevas bases de asignación de costos más razonables y reconfiguran los márgenes.

En general, el sistema de costos busca mostrar como son aplicados los recursos, específicamente, la aplicación de los indirectos. Un sistema de costos puede esconder la aplicación real de los costos indirectos en la construcción de las viviendas e impedir tomar decisiones.

Cuando la mano de obra directa es usada como una base para la distribución de costos indirectos, la sustitución de parte de la misma por nueva tecnología puede generar importantes distorsiones en los cálculos de costos. Esto es, procesos muy automatizados generan pequeña porción de los costos indirectos, mientras que aquellos con utilización más intensiva de mano de obra se llevarán el grueso de los mismos. Dicha base de distribución resulta pues inadecuada, porque existen costos tales como la amortización de las maquinarias, los costos de mantenimiento, los costos en relación a la puesta a punto y limpieza de las máquinas, etc. que tienen poco que ver con la mano de obra aplicada en su proceso.

La introducción de nuevos prototipos de vivienda o nuevos conceptos (nuevos productos), puede provocar cambios importantes en los requerimientos de las típicas funciones de soporte, tales como inspección, puesta en marcha y planeación, etc. Los nuevos productos quizás tengan mayores requerimientos en este sentido, y, por lo tanto, costos



indirectos mayores, cuya comparación con distribuciones de costos en base a criterios arbitrarios pueden provocar errores importantes.

Los productos de gran volumen recibirán gran parte de los costos indirectos, siendo que en realidad al ser fabricados en lotes de producción más grandes, generan mucho menos costos de puesta en marcha, de controles de calidad, etc; mientras que producción debajo volumen no recibe parte de los indirectos.

La introducción masiva de computadoras en todas las áreas de la empresa, permite obtener y procesar rápidamente información de tipo operativa que anteriormente era difícil de obtener de los sistemas de información. Los sistemas de costos deben aprovechar estas nuevas posibilidades para eliminar simplificaciones y asignar costos más afinadamente.

Cooper propone una alternativa ante la presencia de alguno de los síntomas enunciados, implementar un sistema alternativo de costos piloto, que bien se puede aplicar a uno de los desarrollos de las empresas de construcción de vivienda, y comparar los números resultantes con los que produce el viejo sistema de costos.

### **III.6.5 Costo basado en actividades como herramienta de control de costos**

El costo basado en actividades (Activity Based Cost) o ABC, ofrece una metodología que permite tratar en forma integral los costos de la empresa y llegar a determinar en un modelo consistente el costo de cada producto, canal de distribución, tipo de cliente, etc. Por lo anterior, se propone, que la empresa de construcción de vivienda desarrolle esta herramienta como auxiliar en la gestión de costos de sus aprovisionamientos.

Dicho aporte metodológico es puede ser soportado por una conceptualización o visión de la empresa que es mucho más amplia que el simple costeo por actividades, y que implica la Administración o Gestión a través de las actividades o procesos (ABM).

ABC podemos definirlo como un sistema de costeo integral que reconoce como generador de costos, a las actividades que lleva a cabo la empresa, y por lo tanto utiliza dichas actividades como base de asignación de los costos a distintos objetivos de costeo o "visiones" de la empresa, utilizando para ello medidas de consumo específicas por actividad.

Ante esta nueva realidad, y con la necesidad de gestionar una cadena logística, es necesario que los sistemas de costeo reflejen en forma integral los costos incurridos desde que el material es comprado hasta su entrega al punto de consumo o producción, y el ABC permite ello en forma bastante adecuada.

La idea central del ABC es que todas las actividades se desarrollan para soportar en alguna parte del proceso, el desarrollo de los productos. Es por ello que analizar los costos en función de "qué" los genera, y no "dónde" se generan (centros de costo), permite identificar en forma más precisa las medidas de consumo de los costos por parte de los productos, y evitar de esa forma la adopción de criterios arbitrarios que sirven para distribuir a productos el monto de los gastos generales.

### **III.7 Medidas del desempeño logístico**

#### **III.7.1 El papel de las medidas de desempeño**

Las medidas de desempeño juegan un papel clave en los procesos de mejora porque soportan los análisis estadísticos. De hecho el papel de las medidas de desempeño es más amplio, las compañías lo utilizan para facilitar la comunicación, identificar áreas de mejora, para recoger datos que ayuden a entender los problemas, para evaluar alternativas, guiar los procesos hacia los objetivos, y cuantificar y reportar los resultados de las mejoras.

De esta manera, las empresas de construcción de vivienda, deben emplear esta herramienta para gestionar de manera visible las operaciones logísticas relacionadas con los suministros de materiales.

#### **III.7.2 Diseño de un sistema de medidas**

La principal tarea del diseño de las medidas es decidir que datos utilizar para desarrollar la medida para el manejo de la calidad y productividad logística y como presentar estas medidas de una manera que el personal pueda entenderlo e interpretarlo.

Para seleccionar las medidas clave, se debe cuestionar cinco preguntas clave. ¿Qué es lo que quiero lograr? ¿Cuál es la mejor medida para ello? ¿Cuál es la fórmula para calcular esto? ¿Qué datos requiero?

#### **III.7.3 Medidas de calidad y productividad**

La excelencia logística es definida por Kearney como un nivel superior de calidad y productividad. Otras definiciones se refieren a la excelencia logística como cumplir con los requerimientos de los clientes, proveer un servicios libre de defectos, o satisfacer al cliente a la primera, siempre.

Para lograr la excelencia logística se requiere tres aspectos.

- Un claro entendimiento de los requerimientos de servicio y de la estrategia para cubrir estos requerimientos.
- Herramientas y técnicas para medir la calidad y la productividad, identificando las necesidades de mejora y estableciendo acciones de mejoras disponibles.
- Una estructura y un proceso para llevar a cabo las mejoras a través de todas las áreas organizaciones involucradas.

Logrando la excelencia logística creamos valor para los clientes a través de la calidad del servicio. Esto crea valor para la dirección de la empresa a través de la mejora de la productividad.

Hay tres familias de medidas de calidad y productividad

- La calidad del servicio
- La productividad (que incluye los costos)
- La efectividad de los procesos.

La medida de calidad ocurre en la interface entre las unidades organizaciones involucradas que tiene diferentes conceptualizaciones y objetivos, por ello, las medidas de calidad no son siempre entendidas de la misma manera por el proveedor del servicio y por el cliente.

La calidad en logística significa acercarse a los requerimientos del cliente y a sus expectativas en cuanto a:

- Facilidad para solicitar, colocar y transmitir una orden
- Confiabilidad y entrega oportuna de ordenes
- Entregas exactas y completas, libres de daños y libres de errores.
- Soportes postventa oportunos y responsables
- Confiabilidad en la generación y transmisión de información

La productividad en logística significa usar la combinación de recursos, para todos los participantes en la cadena de suministro, en el modo más eficiente para proveer alta

calidad, y servicio al cliente en costo efectivo. La productividad es la relación entre las salidas producidas y las entradas consumidas.

Una salida es la medida del trabajo completado en una actividad por ejemplo: Número de camiones descargados, número de pedidos consolidados, número de ordenes tomadas, numero de palets almacenados. Una entrada es una medida de los recursos consumidos para completar el trabajo.

Productividad = Salidas reales producidas / entradas reales Consumidas

Real en la fórmula significa que el valor de las salidas producidas o las entradas consumidas no deben afectarse por los cambios monetarios o financieros. Por ejemplo un incremento en el costo de la mano de obra no significa que la productividad caiga.

Debido a que cada proceso es una parte de un sistema de procesos total, los errores u omisiones en cada procesos afectan el funcionamiento del sistema total, los errores y omisiones en cada etapa u procesos se van acumulando a lo largo de la cadena, generando errores globales del sistema que tiene un impacto significativo.

Debido a ello, es importante evaluar cada uno de los procesos en cuanto a su efectividad.

Se proponen a continuación algunas medidas que pueden usarse como referencia para diseñar las medidas propias o bien considerarse como un sistema de medición inicial. Las medidas que se presentan servirán como indicadores de calidad y productividad.

### **III.7.4 Medidas de desempeño del área planeación de requerimientos**

#### **Medidas de calidad en la planeación de requerimientos**

Aunque la planeación de requerimientos esta íntimamente ligada a la demanda, a veces no se realiza un pronostico de demanda, como ya se menciona, sino que se calculan y proyectan las demandas de requerimientos, es importante evaluar la calidad de la planeación de requerimientos.

En ese sentido, es importante evaluar la calidad de dicha planeación. Para realizar esta evaluación de la calidad se puede calcular el número y porcentaje actual de la desviación de la demanda actual, contra la demanda esperada.

Diagnosticar el porqué ocurre dicha desviación, se realiza simultáneamente si relacionamos el porcentaje de desviación con sus causas. El impacto de dicha desviación

puede obtenerse calculando el costo de la planeación inadecuada, la cual se traduce en costos por niveles de inventario excesivos, perdidas por niveles de inventarios bajos entre otros.

### **Medidas de productividad en la planeación de requerimientos**

Debido al gran número de insumos distintos que se requieren para la construcción de las viviendas, la planeación de los requerimientos debe de categorizar los materiales y planificar con mayor énfasis aquellos considerados como críticos.

Las medidas globales de productividad que se pueden usar para definir el comportamiento de estos procesos se definen en la tabla mostrada en la figura 17.

Productividad	Utilización	Desempeño
Numero de grupo de insumos planeados / costos totales de planeación		Costos actuales de planeación / costos presupuestados de planeación

Figura 17. Medidas de productividad y desempeño propuestas para el área de planeación de requerimientos. (Elaboración propia basada en Byrne, 1991)

### **III.7.5 Medidas de desempeño del área de compras**

#### **Medidas de calidad de las compras.**

Las medidas de calidad en compras pueden ser utilizadas para evaluar cuan efectivamente el proceso de compras cumple con los requerimientos de sus clientes. (generalmente el administrador del inventario o la administración de producción)

Las siguientes medidas propuestas incluyen indicadores de resultados, diagnóstico y del impacto. En general las medidas de calidad en el proceso de compras, pueden orientarse a evaluar: la calidad de los productos, la calidad del proveedor, y la calidad de la orden de compras.

#### **Medidas de calidad de Producto / servicio.**

Los resultados se pueden calcular como un porcentaje de productos u ordenes que cumplen con las especificaciones de calidad.

Para realizar el diagnóstico podemos obtener el número y porcentaje de productos que no cumplen con la especificación, paralelamente a la razón por la cual, no se cumple con ella.

Para evaluar el impacto de los resultados negativos, podemos calcular, el costo de la realización de reordenes, las demoras de obra, el costo de incrementar las inspecciones de calidad, el incremento en los costos de inventario por inventarios de seguridad, etc.

### **Medidas de calidad del proveedor**

Los resultados se pueden obtener a partir del número de proveedores que satisfacen las especificaciones, el porcentaje de proveedores que operan con alianzas o contratos de cooperación, el porcentaje de negociaciones con proveedores de reconocida calidad, o porcentaje de proveedores con relaciones de largo plazo, entre otros.

Para poder diagnosticar porque las medidas no llegan a los valores esperados, podemos utilizar, el número de ordenes respecto al número de productos que requieren especial atención simultáneamente a la explicación de las razones.

Las medidas para evaluar los impactos se sintetizan en calcular los ahorros generados por la eliminación de inspecciones, el porcentaje de cambios en los costos de ordenar pedidos, resultados de los cambios en contratos, el porcentaje de tiempo ahorrado en resolver problemas de calidad o servicio, entre otros.

El entrenamiento de proveedores, su evaluación, el cooperativismo, la certificación, así como los contratos tienen un impacto directo en la efectividad de la función de compras, por lo que se pueden usar para medirla.

### **Medidas de calidad de las ordenes de compras**

Podemos evaluar el proceso, usando el porcentaje de ordenes generadas sin retraso o problemas de información.

Al mismo tiempo podemos diagnosticar usando el número y porcentaje de ordenes que requieren especial atención o modificación asociada a alguna razón (Información inadecuada o incompleta en la requisición, proveedores incapaces de confirmar entregas, errores del proceso de generación de ordenes, entre otras).

Evaluar los impactos puede consistir en la obtención de los costos de las ordenes problemáticas, como son: el costo de cambiar las ordenes, el tiempo del personal de compras para resolver problemas, costos de las demoras en la entrega de materiales, entre otros.

### Medidas de productividad en compras

Las medidas de productividad en compras, buscan mostrar la eficiencia con la que las actividades de compras son realizadas. En realidad, la eficiencia no es una de las medidas más apropiadas para las compras, se cree que la efectividad puede ser más importante. Sin embargo, indicadores de productividad, utilización y desempeño pueden constituir guías complementarias.

Para el proceso de localización y evaluación de proveedores tenemos las medidas globales de productividad de la figura 19.

Productividad	Utilización	Desempeño
Proveedores calificados / costos totales de la evaluación de proveedores	Volumen total enviado por día / Capacidad total de envío por día	Costos actuales de localización de proveedores / costos de localización de proveedores presupuestado
Proveedores alternativos encontrados / Costos totales de la evaluación de proveedores.		

Figura 19. Medidas globales de productividad y desempeño para las actividades de localización y evaluación de proveedores. (Elaboración propia basada en Byrne, 1991)

Para el proceso de adquisición tenemos las medidas de productividad mostradas en la figura 20.

Productividad	Utilización	Desempeño
Requisiciones procesadas / costos totales de adquisición		Costos actuales de adquisición / costos de adquisición presupuestado
Valor de los materiales adquiridos / Costos totales de adquisición		Costo actual del material adquirido / Costo estándar del material adquirido

Figura 20. Medidas globales de productividad y desempeño para las actividades de adquisición. (Elaboración propia basada en Byrne, 1991)

Para el proceso total de compras, ( Localización de proveedores y adquisición) las medidas o indicadores de productividad de la figura 21 pueden constituir una gran guía.

Productividad	Utilización	Desempeño
Total de ordenes de compra generadas / costos totales de compras	Volumen total de ordenes de compra generadas / Capacidad total de generar ordenes	Costo actual de compras por orden generada / Costo estandard de compras por orden
Valor de los materiales adquiridos / Costos totales de compras		Costo actual del proceso de compras / Costo presupuestado del procesod e compras

Figura 21. Medidas globales de productividad y desempeño para las actividades de compras, (Elaboración propia basada en Byrne, 1991)

### III.7.6 Medidas de desempeño del almacenamiento y manejo de materiales

Las Medidas de calidad del almacén pueden ser usadas para evaluar que tan efectivamente el almacén cumple con las expectativas o necesidades de sus destinos de envío. Estos destinos de envío pueden ser clientes, otros almacenes dentro de una red o bien, elementos de una parte del proceso de producción.

Las medidas de productividad del almacén pueden ayudar a evaluar cuan eficientemente las funciones del almacén están cumpliendo con esos requerimientos.

#### Medidas de calidad

La satisfacción de los requerimientos esta relacionada con la selección de ordenes, el procesamiento y el embarque de las mismas, cuyo resultado debe de ser el envío de productos correctos, en cantidades correctas en un tiempo justo sin daños. En este sentido se proponen medidas para la selección de ordenes y envío, así como para la administración.

#### Medidas de calidad de selección y envío de ordenes

El resultado esperado de la medida es: el Porcentaje de ordenes consolidadas sin errores, las cuales pueden estar referidas en porcentaje de ordenes, de líneas, de unidades o de toneladas.

A fin de facilitar el diagnóstico, se asocian las razones por las cuales se causan los errores., como pueden ser, la selección equivocada, el mal etiquetado de los productos,



productos mal localizados dentro del almacén, errores en la captura de las ordenes, productos no localizados o productos dañados, entre otros.

El impacto de errores en la selección de ordenes son costos de la selección por: trabajos adicionales para corregir la orden, costos administrativos para corregir la base de datos o archivos y posibles gastos cuando los errores son encontrados por el cliente.

#### **Medidas de calidad administrativa.**

Las actividades que se busca deben tener calidad en este rubro incluyen la preparación de las ordenes y la documentación de envío, así como la actualización de los registros de los inventarios.

El resultado esperado de la medida es el porcentaje de ordenes procesadas sin errores o sin retrasos. El diagnóstico esperado son las razones por las cuales se registraron dichos incidentes, como puede ser la falla del sistema. Los costos son los costos asociados a las esperas, así como los costos por la repetición de las actividades.

#### **Medidas de productividad en el almacén.**

Dado que la productividad mide recursos contra salidas productivas, en el caso del almacén podemos establecer los siguientes recursos de entradas, de tipo laboral, de instalaciones, de equipos, de energía, de inversión financiera, de costos de seguridad. Las medidas de productividad del almacén pueden estar referidas al total de los recursos, o bien puede evaluarse la productividad para cada uno de los recursos específicos como mano de obra, equipos, infraestructura etc.

El tratar de determinar la productividad para cada recurso empleado, requiere de un detallado y minuciosa observación y seguimiento.

Las relaciones entre cada una de las entradas y las salidas conducen a una medida de productividad para dicha actividad.

Al evaluar la productividad hay que considerar que muchos almacenes manejan múltiples productos con diferentes tamaños, pesos y empaques. Estas variaciones se reflejan en la medida de desempeño. Así mismo, conviene considerar que el volumen de salidas diario es variable, en la operación del almacén, las medidas de desempeño deben permitir que estos cambios no afecten la medida de la productividad.

Además, cada orden es realizada según diversos componentes, el mix de cada orden es variable y debe ser considerado a la hora de realizar las medidas.

Diferencias entre los modos de transporte de carga y descarga, afectan la productividad comparativamente.

El diseño y la distribución en planta de los almacenes, así como su automatización afectan mucho las medidas de productividad.

El tipo de información disponible y su frecuencia, afectan el desempeño de las actividades dentro del almacén. Por esto, las actividades del almacén deben ser reducidas a comunes denominadores y medidas de productividad comparativa reales, utilizando tiempo estándar que alejen las diferencia entre equipos, métodos y procedimientos.

Debido a que algunas veces, obtener un segregado de operaciones y costos es complejo, se pueden utilizar medidas globales para evaluar la productividad total del almacenamiento, esto es cada uno de los recursos contra las salidas totales del almacén, o finalmente, la suma de recursos totales empleados contra las salidas totales. En la tabla de la figura 22, las unidades de salidas pueden ser reemplazadas, se pueden usar, tonelaje total, valor total de las mercancías, número de ordenes, unidades, etc.

Productividad	Utilización	Desempeño
<b>Laboral</b>		
Valor total de los materiales en movimiento / horas laboradas	Horas laborales asignadas / horas laborales trabajadas	Valor actual de las mercancía por hora laborada / Valor estándar de las mercancías por hora laborada
<b>Instalaciones</b>		
Valor total de los materiales en movimiento / superficie total de almacenamiento	Superficie utilizada / Superficie disponible	Valor actual de las mercancía por m2 de superficie / Valor estándar de las mercancías por m2 de superficie
<b>Equipo</b>		
Valor total de los materiales en movimiento / horas del equipo	Horas de equipo usadas / horas de equipo disponibles	Costos actuales de los equipos / Costos presupuestado de los equipos
<b>TOTAL</b>		
Valor total de los materiales en movimiento / Costo total de las actividades de almacenamiento		Costos totales de almacenamiento actuales / Costos de almacenamiento presupuestados

Figura 22. Medidas de productividad y desempeño para las actividades de almacenamiento, referidas a diferentes entradas. (Elaboración propia basada en Byrme, 1991)

### III.7.7 Medidas de desempeño del transporte y distribución

Las medidas de calidad en transporte pueden ser usadas para evaluar cuan efectivamente los requerimientos de los cliente son satisfechas, esto es mediante embarques a tiempo, libres de daños y exactos.

#### Medidas de Calidad por Entrega a tiempo

Se puede utilizar como un indicador de entregas a tiempo, el porcentaje de ordenes entregadas a tiempo, definido este último por el requerimiento del cliente, basado en la promesa de entrega del cliente final.

Simultáneamente se pueden relacionar las razones por las cuales un porcentaje de los embarques no se entregaron a tiempo, y obtener el número o porcentaje de estas. Las razones pueden ser variadas como son: fallas de equipo, retraso en despachos por insuficiencia de vehículos, retrasos en el manejo de materiales, falta de comunicación, etc.

El impacto de operaciones fuera de tiempo se puede evaluar mediante el cálculo de los costos asociados, como son, los costos por el uso de transportes de mayor calidad, costo de las mercancías devueltas, costos adicionales. Las entregas en tiempo, es una de las más importante medidas de calidad del transporte, el desempeño puede ser evaluado para cada segmento de clientes, por cada contratista de transporte o por categoría de materiales.

### **Medida de calidad por Entrega completa y libre de daños**

Se puede utilizar como indicador el porcentaje de embarques que son completados sin daño cuando son recibidos por el cliente es un indicador.

Simultáneamente, el número o porcentaje de razones por las cuales se presentaron daños o pérdidas, puede ayudar como indicador para diagnosticar. El impacto de operaciones que no cumplen con esta calidad se puede evaluar calculando los costos de las pérdidas, como son: los costos adicionales de transporte y manejo, costos del material dañado y costos de las operaciones de reemplazo. Problemas repetitivos en esta área pueden ser un indicador de problemas en los equipos, en el diseño de los empaques, inadecuada capacitación del personal o deficiencias en los procesos y métodos.

Se debe incluir un indicador de la respuesta oportuna a reclamos por parte de los clientes. Estas últimas pueden ser muy variadas, desde porcentajes de clientes atendidos en tiempo, atendidos satisfactoriamente en su reclamo, entre otros. Al mismo tiempo se puede diagnosticar el número de quejas o reclamos no atendidos satisfactoriamente aunados a su causa.

### **Medidas de productividad en transporte**

Las medidas de productividad en transporte pueden ser usadas para determinar cuan eficientemente la función de transporte es capaz de cubrir los requerimientos de los clientes.

En general cuando las operaciones son subcontradas, la productividad se mide en costos unitarios de las operaciones relacionadas con el transporte con los costos unitarios de transportación.

Cuando la empresa gestiona su propia flotilla de transporte, los indicadores de productividad constituyen herramientas sumamente útiles.

Productividad	Utilización	Desempeño
<b>Laboral</b>		
Total de ton-km transportadas / Horas laborales	Total de horas laborales empleadas / total de horas laborables disponibles	Costos laborales de transportación / Costos presupuestados
<b>Equipos</b>		
Ton-km totales transportadas / número de vehículos empleados	Total de ton-Km transportada / Capacidad de transporte en Ton-Km	Costo total actual incurrido del vehículo / Ganancias generadas
<b>Energía</b>		
Total de ton-Km transportadas / combustible empleado		Consumo de combustible actual por ton-km / Consumo estandar de combustible por ton-km.
<b>TOTAL</b>		
Total de ton-Km transportadas / Costos totales de transportación	Ton-Km transportadas / Ton-Km totales de capacidad en transporte	Costos totales de transportación / Costos presupuestados de transportación / Costos totales de transportación tercerizada / Costos actuales de transportación

Figura 23. Medidas globales de productividad y desempeño para las actividades de transporte. (Elaboración propia basada en Byrne, 1991)

Se pueden construir indicadores de productividad para cada actividad de transporte relacionando los recursos empleados y las salidas generadas por ese recurso. Las medidas pueden ser referidas a distintas unidades de carga, como son Ton-Km, Km transportados o palets transportados, entre otros.

Se proponen en la figura 23 indicadores generales de productividad de la suma de actividades de transportación.

### Medidas de calidad en distribución

Son aplicables las medidas revisadas en transportación.

### Medidas de productividad en distribución.

Debido a que en la distribución, la distancia recorrida por el vehículo puede ser muy pequeña entre un punto y otro de la ruta, se requiere revisar independientemente, la propuesta se muestra en la figura 24.

Productividad	Utilización	Desempeño
Laboral		
Clientes o sitios abastecidos / Horas laborales	Total de horas laborales empleadas / total de horas laborables disponibles	Número de sitios abastecidos por hora laborada / Estandar de sitios abastecidos por hora laborada
Equipos		
Total de cliente o sitios abastecidos / número de vehiculos empleados	Total horas vehiculo operadas / Total de horas vehiculo disponibles	Costo total de los equipos / Costos presupuestados
Energía		
Sitios abastecidos / combustible empleado		Consumo de combustible actual por sitio / Consumo estandar de combustible por sitio
TOTAL		
Total de sitios abastecidos / Costos totales de entrega y distribución	Ton-Km transportadas / Ton-Km totales de capacidad en transporte	Costos totales de distribución por sitio / Costos estandar de distribución por sitio
Valor total de la mercancía distribuida/ costos de distribución		

Figura 24. Medidas globales de productividad y desempeño para las actividades de distribución .  
(Elaboración propia basada en Byrme, 1991)

### III.7.8 Medidas de desempeño en el manejo de inventarios

#### Medida de calidad Inventarios (Gestión del stock)

Para medir el nivel de servicio ofrecido por la gestión del stock a sus clientes podemos determinar el número y porcentaje de artículos o materiales que están disponibles respecto a los solicitados. Para realizar un diagnóstico sobre una posible variación podemos obtener el número de materiales que no estuvieron disponibles cuando fueron requeridos relacionándolos con alguna causa.

### Medidas de productividad en la gestión de inventarios

De forma global se puede obtener un indicador de la productividad en la gestión de inventarios, la cual se muestra en la figura 25.

Productividad	Utilización	Desempeño
$\frac{\text{Valor total del inventario gestionado}}{\text{Costo de la gestión de los inventarios}}$		$\frac{\text{Valor actual del inventarios}}{\text{valor planeado del inventario}}$

Figura 25. Medidas globales de productividad y desempeño para las actividades de manejo de inventarios. (Elaboración propia basada en Byrne, 1991)

## Capítulo IV Estudio de caso: una constructora de 13,000 viviendas anuales.

### IV.1 Introducción

A manera de ejemplo, aplicaremos los conceptos planteados para revisar y en su caso proponer de manera concreta acciones sobre las actividades que realiza una empresa de construcción de viviendas en serie. Se omite el nombre de la empresa para mantener la confidencialidad de los datos usados en el estudio de caso. Dicha empresa tiene experiencia en el sector de la construcción de viviendas, esta ubicada en el Distrito Federal y es considerada una de las diez empresas punteras del sector pues produce<sup>1</sup> más de 13,000 viviendas anuales.

La empresa en estudio al igual que sus competidores, presentan una dispersión de su actividad productiva en diversas plazas de la república mexicana. Las plazas en las que la empresa construye viviendas se pueden observar en la figura 26 la cual representa la dispersión de operaciones de la misma



Figura 26. Mapa representativo de las entidades o plazas de la República Mexicana en las que la empresa en estudio realiza operaciones de construcción de viviendas actualmente (Elaboración propia)

<sup>1</sup> Como se menciona en el segundo capítulo se usa el término “producción de vivienda” para referirnos a las actividades sistemáticas de construcción de viviendas estándar.



Estado	Municipio	Tipo de Vivienda
<b>Baja California</b>	Tijuana	Residencial
	MEXICALI	Interés Social
	Tijuana	Interés Social
	Tijuana	Interés Social
<b>Chihuahua</b>	CD JUAREZ	Residencial
	CD JUAREZ	Interés Social
<b>Estado de México</b>	HUIXQUILUCAN	Residencial
	CUAUTITLAN	
	IZCALLI	Tipo Medio
	Metepiec	Residencial
	Toluca	Tipo Medio
	Toluca	Tipo Medio
	Coacalco	Tipo Medio
	Auzapan de Zaragoza	Residencial
	CUAUTITLAN	
	IZCALLI	Tipo Medio
	ECATEPEC	Interés Social
	Melchor Ocampo	Interés Social
	Toluca	Residencial
	CHICOLOAPAN	Interés Social
ACOLMAN,	Interés Social	
Ixtapaluca	Interés Social	
<b>Guanajuato</b>	León	Interés Social
<b>Guerrero</b>	Acapulco	Residencial
<b>Jalisco</b>	Hajomilco de Zuñiga	Interés Social
<b>Michoacán</b>	Morelia	Interés Social
<b>Nuevo León</b>	Apodaca	Interés Social
	Béno Juárez	Interés Social
<b>Puebla</b>	Puebla	Interés Social
	Puebla	Tipo Medio
<b>Querétaro</b>	Querétaro	Tipo Medio
<b>Quintana Roo</b>	Béno Juárez	Interés Social
	SOLIDARIDAD	Interés Social
	Béno Juárez	Residencial
	Cancun	Residencial
	Cancun	Residencial

Figura 27. Desarrollos actuales de la empresa en estudio (Elaboración propia)

En la figura 27 se observa el número de desarrollos actuales de la empresa, con lo cual se representa la magnitud de la misma.

Dado que la empresa es muy grande y con el fin de obtener la descripción de los procesos logísticos que lleva a cabo la empresa, se realizaron una serie de entrevistas con los directivos de las operaciones. Dicha herramienta fue útil al mismo tiempo para recopilar la información organizacional y definir los flujos de información dentro de la cadena de suministro.

Como resultado de dichas entrevistas, se concluyó que las operaciones de la empresa se resumen en obtener insumos de proveedores dispersos en la Republica Mexicana, concentrarlos en el almacén central y enviarlos a almacenes locales para finalmente distribuirlos a partir de ahí, hacia los trenes de producción.

Se debe mencionar que cada uno de los desarrollos, o centros de operaciones tiene un grado de libertad en cuanto a su estructura, conformándose por un número distinto de personal y con una distribución de trabajo específica distinta.

A continuación se analizan los procesos empleados por la empresa para la realización de las actividades logísticas, ubicados a partir de las entrevistas a cada uno de los cuatro actores principales de los 47 desarrollos en la republica mexicana y mediante visitas a algunos de ellos.

## IV.2 Estructura organizacional de la empresa

### Situación Actual

Parece importante mencionar la estructura funcional de la empresa, debido a que aunque todas las actividades dentro de las empresas buscan estar alineadas a políticas y jerarquías de responsabilidades y toma de decisiones, algunas veces esto no sucede.

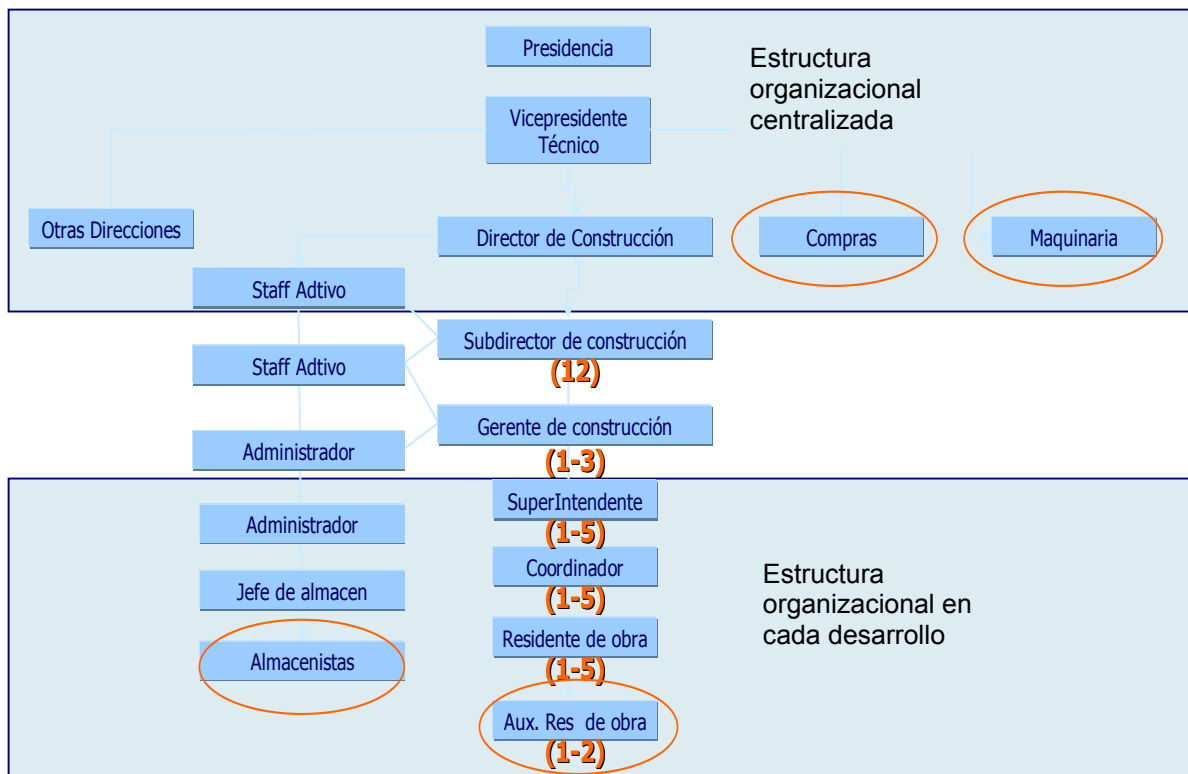


Figura 28. Organigrama parcial de la empresa. (Elaboración propia)

En la figura 28, se ha establecido un esquema organizacional actual de la empresa, este esquema no se ha detallado más porque no se considera necesario para los fines que persigue esta investigación.

En la figura, se destacaron con un círculo rojo, los departamentos que realizan las actividades o procesos logísticos dentro de la empresa. El usuario final de las operaciones logísticas es el residente de obra, encargado de dirigir y coordinar la realización de los trabajos de construcción. La unidad de producción de vivienda más pequeña es aquella coordinada por un residente, pero el sitio de producción mínimo es un desarrollo.

**Propuesta.**

Las actividades de la empresa relacionadas con el suministro de materiales no parecen estar integradas, pues diferentes áreas de responsabilidad controlan partes de los procesos de suministro de materiales. De esta manera, es difícil ubicar quien es el responsable de algún desperfecto del propio sistema de aprovisionamiento.

Se propone, como se muestra en la figura 29, crear un área responsable de controlar y gestionar de manera integral todos los suministros de materiales incluyendo todas las operaciones relacionadas desde las compras, el transporte y distribución, así como el almacenamiento y control de inventarios en una sola posición jerárquica.

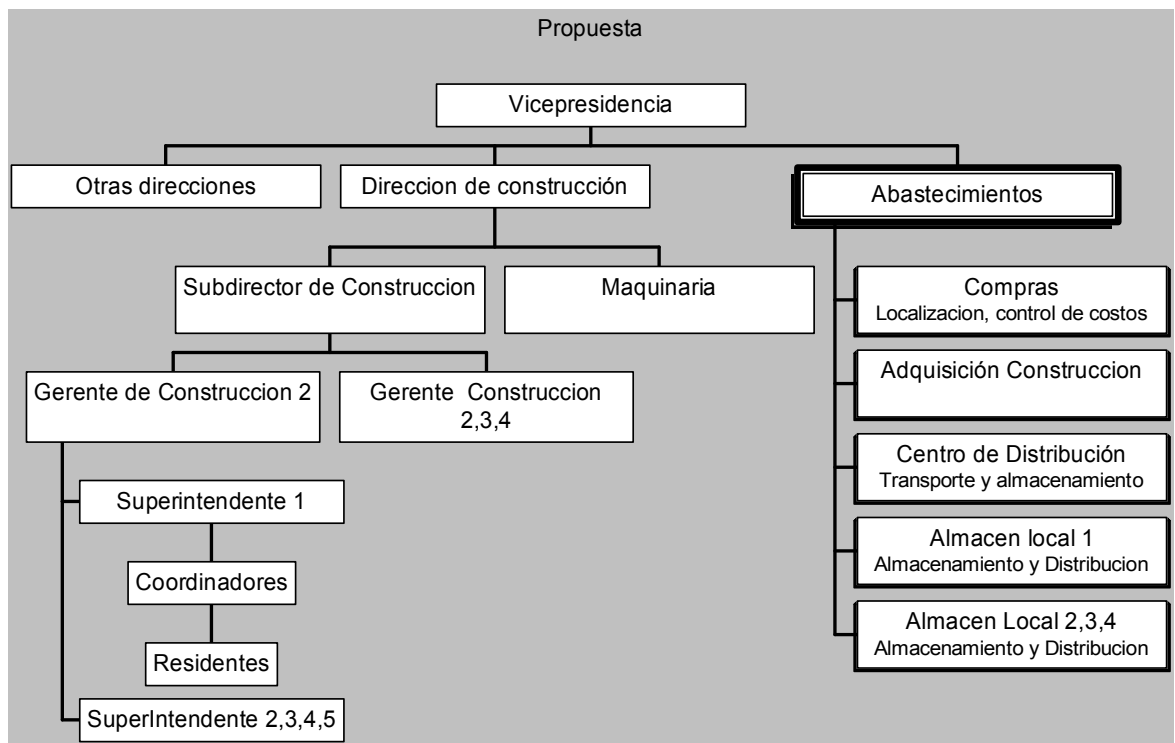


Figura 29. Propuesta de integración de las actividades logísticas en un área funcional (Elaboración propia)

Lo anterior permitiría mejorar la comunicación entre los actores del proceso, porque estos pertenecen a la misma área funcional, de igual manera, se permitiría clarificar los flujos

tanto de los materiales, de las responsabilidades y los flujos de información, entre los distintos puntos del proceso. De esta manera el papel integrador de la logística es aplicado.

Se propone al mismo tiempo generar un comité para la planeación e implementación del concepto logístico dentro de la empresa.

### **IV.3 Pronóstico de la demanda o planeación de requerimientos**

#### **Situación actual.**

A través de las entrevistas se pudo determinar que no existe dentro de la empresa una planeación de los requerimientos de materiales.

Si bien es cierto que son varias las áreas involucradas en el manejo de los materiales, ninguna de ellas, incluso ni el área de producción, realiza una planeación de requerimientos.

Se observó, sin embargo que en algunos desarrollos, de manera informal y con una metodología heurística, los encargados directos de la producción de las viviendas (residentes), realizan algunas prospecciones de sus necesidades de materiales, las cuales generalmente cubren periodos de quince días a dos meses, pero dichas prospecciones no son ni metódicas, ni formales.

La planeación de los requerimientos se consolida en realidad como una actividad de solicitud de requerimientos (sin planeación). Dicha solicitud es efectuada por el personal de las áreas de producción de cada desarrollo, pudiendo ser un residente, un coordinador, un superintendente, no existiendo un estándar respecto al responsable de ello. Algunos desarrollos realizan la solicitud de requerimientos o requisición de materiales de manera diaria mientras que otros lo realizan cada mes, siendo en la mayoría de los casos una actividad semanal.

La elaboración de una solicitud de suministros por parte del área de producción puede tomar desde media hora hasta tres días.

Generalmente, las solicitudes de suministros de materiales, se realizan cuando estos ya no están disponibles en el almacén (ruptura de stock), por lo que la obra debe parar las actividades hasta que el suministro llegue al almacén, generando retrasos en los programas, incremento en los inventarios de viviendas semiterminadas, retrasando los compromisos de venta e incrementando los costos indirectos derivados de la administración de la producción.

Por otro lado, algunos materiales están disponibles para ser usados varios meses antes.

**Propuesta.**

Tal y como se plantea en el capítulo 3, la empresa constructora de vivienda debe realizar una planeación de los requerimientos.

Primeramente se propone (ver apartado 3.2) que se realice una clasificación de los materiales que se emplean en sus productos (viviendas), clasificándolos por el volumen o por el impacto en costo, o bien por la influencia que tiene su ausencia en el proceso total, tal y como se muestra en la figura 30.



Figura 30. A partir del presupuesto, es posible realizar la explosión de insumos y clasificar de estos, aquellos que tienen mayor importancia. (Elaboración propia)

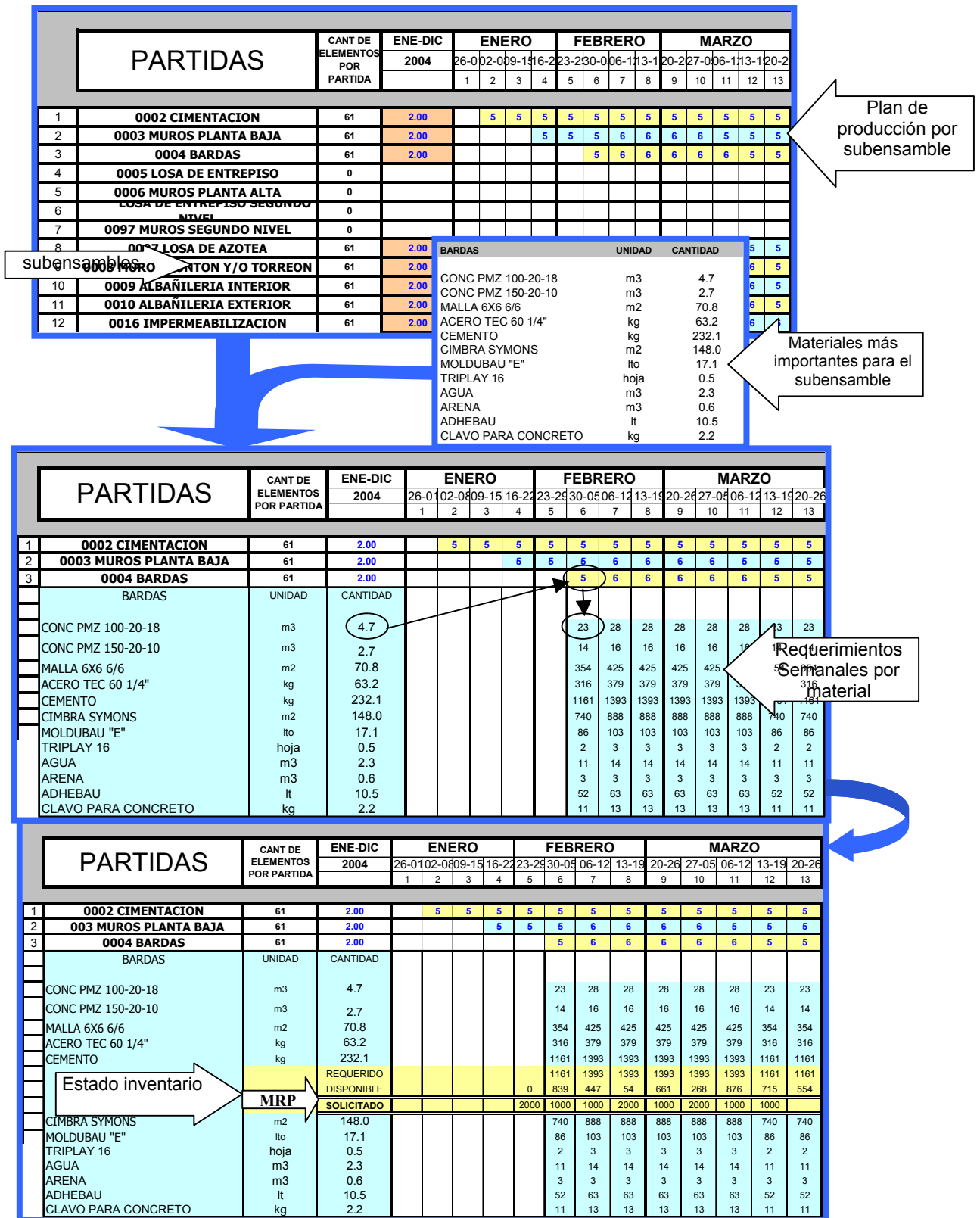


Figura 31. Generación de un programa de requerimiento de materiales basado en el programa de obra, para los materiales de mayor importancia (Elaboración propia)

Dicha clasificación puede realizarse empleando las explosiones de insumos del producto. Al clasificarlos se obtienen los materiales que deben ser planeados prioritariamente, como se observa en la figura 30.

Adicionalmente, se propone elaborar un programa de obra real, que incluya tiempos holgados específicos para procesos en los que existe incertidumbre o existe dependencia de un tercer actor.

Basados en el programa de obra y usando la explosión de insumos, propone generar un programa de requerimientos multiplicando la explosión por la producción esperada, como se observa en la figura 31.

Finalmente, se propone a la empresa diseñar un MRP, el cual puede consistir en agregar al programa de requerimientos, los tiempos de entrega por parte de los proveedores, así como el stock de seguridad, como se observa en la figura 31.

## **IV.4 El proceso de compras**

### **Situación actual**

La empresa realiza dos tipos de compras: las locales, y centralizadas.

#### Compras centralizadas

El proceso inicia cuando un supervisor de producción en cualquier desarrollo de la república (residente de obra), se percata de la necesidad de un material y de la ausencia de este en el almacén de obra. Procede entonces con un nivel superior quien genera una solicitud y la entrega a la administración del almacén local, quien la envía a un departamento central que se encarga de realizar la gestión con los proveedores (Área de compras centralizada). En el área de gestión de proveedores o compras centralizada, la solicitud es atendida por un agente asignado para atender a dicho desarrollo. Cada agente de compras gestiona la compra de los desarrollos a su cargo. Este evalúa si dicho material se encuentra disponible en el almacén central. Si es así, programa un envío de dicho material hacia el desarrollo. En caso de que el material no se encuentre disponible, el agente de compras realiza un mercadeo del producto, negociando los precios y las condiciones de pago. Efectuado lo anterior, se realiza la compra del material, el cual puede ser entregado en el almacén central o en la obra, dependiendo de la disponibilidad del proveedor y de la capacidad de negociación del comprador. El proceso se muestra gráficamente en la figura 32.

Para algunos insumos, los proveedores son evaluados en cuanto a la calidad de sus productos, después de ello, son ubicados en una lista de proveedores acreditados. Cuando es necesaria una compra del material ya no se realiza la evaluación y mercadeo, solo se procede a ejecutar un pedido a cualquier proveedor de la lista de acreditados. Caben notar la ausencia de indicadores de desempeño a lo largo de todos los procesos mencionados y sus variaciones.

### Compras locales

Cuando los requerimientos de materiales no son cubiertos por la compra centralizada y para algunos insumos específicos como el diesel y los agregados pétreos, existen compras locales, las cuales son realizadas por el personal que administra los almacenes locales (de obra).

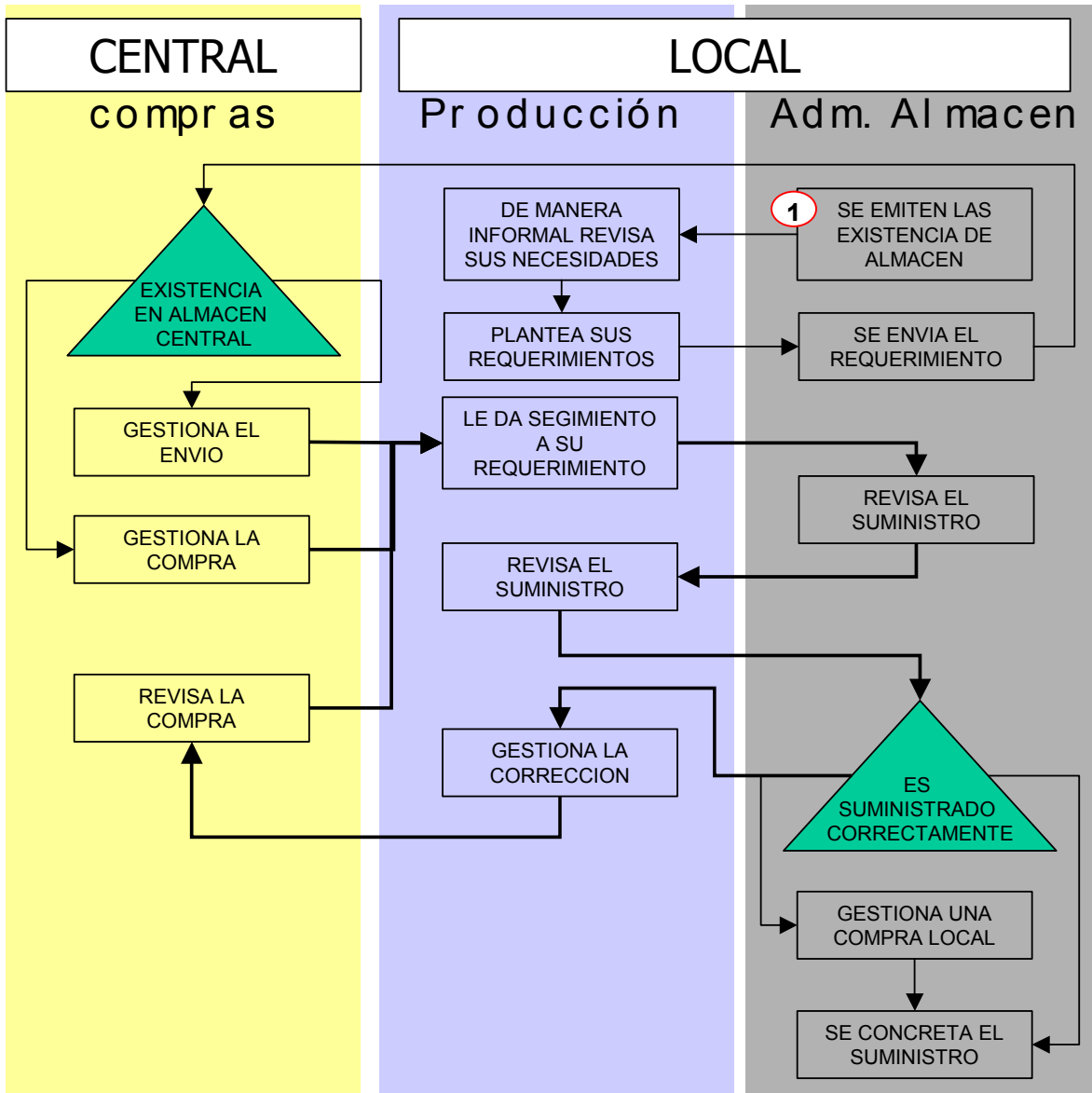


Figura 32. Diagrama del proceso de compras actual de la empresa, donde participan el área de compras centralizada, producción y administración. (Elaboración propia)

La empresa considera que en las compras locales no es posible obtener todos los beneficios de las economías de escala, que se obtienen por las compras centralizadas.



Con el objeto de reducir el número de compras locales, existen muchas restricciones para su realización. Sin embargo, la empresa reconoce que no es posible eliminarlas totalmente.

El área encargada de las compras centralizadas no le da seguimiento a los suministros los cuales en ocasiones no son concretados. Las fechas programadas para la llegada de los suministros escasamente se cumple. Se detecto que es necesario en promedio tres semanas, a partir de realizado el requerimiento para que una entrega de material se concrete. En los casos más extraordinarios son necesarios hasta siete meses

Existen algunos convenios con empresas proveedoras, pero solamente dos se pueden considerar alianzas de colaboración. Una de estas, realizada con un productor de pisos y muebles porcelanizados para baño, y otra con un fabricante de tuberías de polietileno para instalaciones de agua. Los beneficios de dichos convenios son perceptibles para la empresa en términos de nivel de servicio: porque el proveedor ha aceptado llevar los insumos a cualquier parte de la república sin costo, responder más rápidamente a sus solicitudes y mantener el costo del material durante un periodo estipulado.

El área de compras, controla el almacén central así como el transporte de los materiales.

### **Propuesta.**

La evaluación de la calidad de los productos y la creación de una lista de proveedores acreditados, son actividades que realiza actualmente la empresa y se ajustan a lo planteado en el Capítulo 3. Sin embargo, la empresa solo lo realiza para una cantidad muy pequeña de materiales, por lo que se deben establecer planes y programas de certificación de proveedores con objetivos claros.

Se propone que la empresa establezca medidas de desempeño basados en dichos objetivos, los cuales van ligados a la productividad y calidad del servicio proporcionado por el área de compras.

La asignación de un comprador para cada uno de los desarrollos, divide el poder de negociación de la empresa. Al asignar un comprador para cada desarrollo, se pierde la experiencia y negociación adquirida por otro comprador, por lo que puede ser conveniente generar compradores por familias de productos. (lo que refuerza la importancia de la clasificación de insumos).

Se propone que, partiendo de la planeación de requerimientos de cada desarrollo, y de un Plan Maestro de Producción, se genere un Plan Maestro de Requerimientos que incluya a los 47 desarrollos el cual puede estar controlado por el área central de abastecimientos. La inclusión del MRP en el proceso de compras permite simplificarlo. La propuesta de simplificación del proceso de compras implica concentrar las actividades en un área, como se muestra en la figura 33.

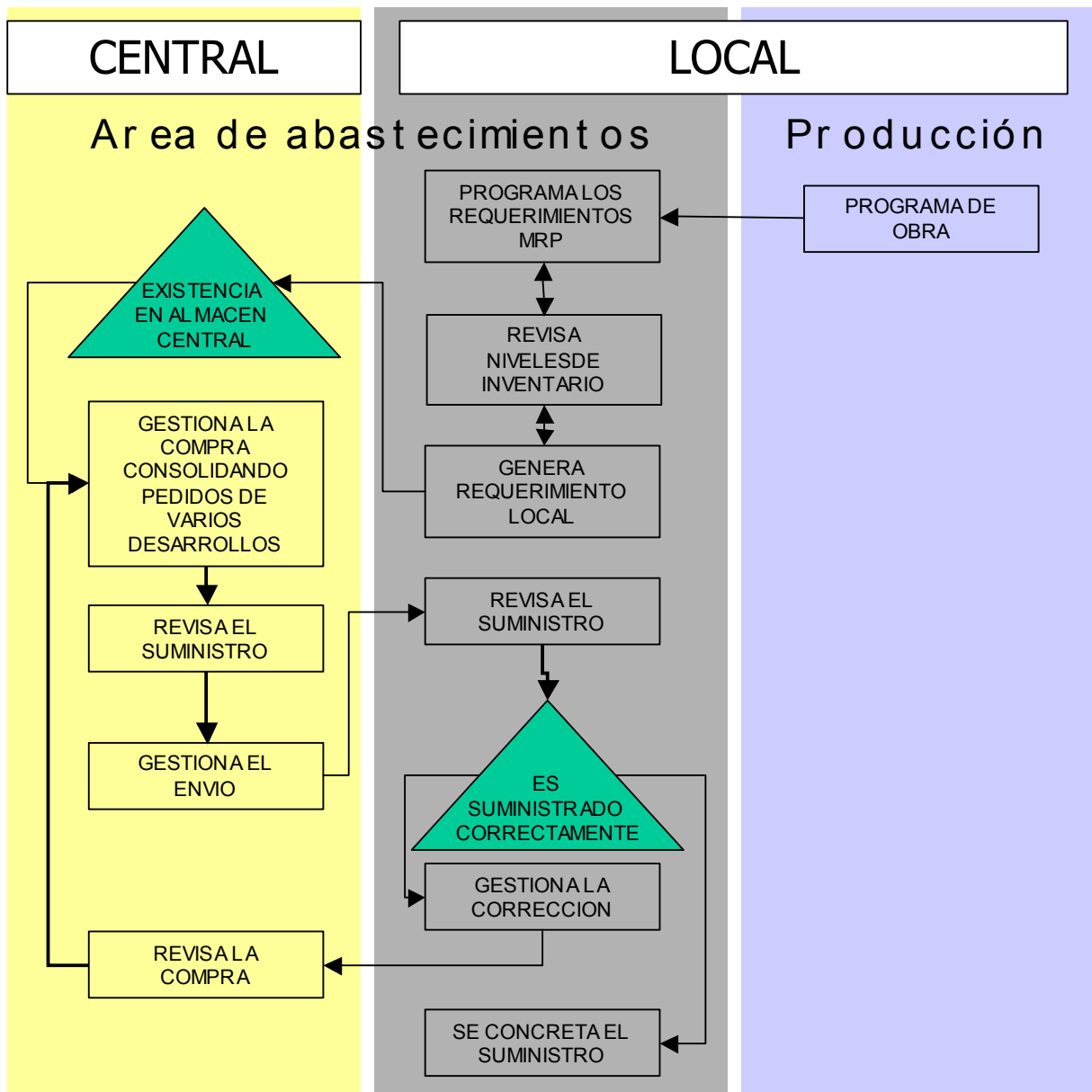


Figura 33. Integración y simplificación del proceso de abastecimiento, integrando Área de compras centralizada y área de almacén local a un área general de abastecimientos. (Elaboración propia)

El Plan de requerimientos de toda la empresa consolida los pedidos de todos los desarrollos e incrementa el poder de negociación de la empresa, además de que le permite calendarizar sus compras, facilitando los convenios con los proveedores al asegurar un volumen de compras anualizado, y un programa de abastecimiento.

Al mismo tiempo, el Plan permite que la empresa disminuya sus costos de gestión de compras al negociar los precios y cantidades de las compras una sola vez para un periodo de tiempo y no en cada compra.

Se propone generar una cultura del costo total en el área de compras, debido a que las negociaciones de cada comprador comprometen, tiempos de entrega, tipo de transporte en el que se efectuará la distribución, el tipo de embalaje y sobre todo las maniobras de descarga. Generalmente los compradores se basan en el costo de compra más barato, sin analizar el costo logístico total.

Lo anterior justifica necesariamente el control de todo el proceso por un área que teniendo conocimiento sobre todo el proceso, tome decisiones de costo integral. Lo anterior se puede observar en la figura 33.

Se propone elaborar un sistema de métricas de desempeño para evaluar el nivel de servicio brindado por el área de compras centralizada. Para ello es necesario definir un periodo, sea mensual, quincenal, o semanal, y que basado en ello se evalúen mediante datos certeros, los tiempos que transcurren desde la solicitud de material, hasta la compra, y desde la compra hasta el suministro. La propuesta de elaboración de estas métricas se detalla en el apartado IV.5. Dos cuadros sobre las actividades actuales y las propuestas a nivel de políticas de gestión se detallan en las figuras 34 y 35

FUNCIONES Y POLITICAS DEL AREA DE COMPRAS (ACTUAL)		
FUNCION LOGISTICA	POLITICA	DEFICIENCIAS
COMPRAS (Compras, Adquisición y control de costos)	Asegurar la calidad del producto  Gestionar las compras del material que ya se requiere  Gestionar compras sobre el precio de compra No establecer alianzas con los proveedores	Evaluación y crecimientos del nivel de servicio del Sin planeación  No se considera el costo total No hay crecimiento de la relación
ALMACEN CENTRAL	(Revisar almacenamiento)	
TRANSPORTE	(Revisar punto posterior)	

Figura 34. Resumen de las políticas actuales del área de compras y sus funciones. (Elaboración propia)

FUNCIONES Y POLITICAS DEL AREA DE COMPRAS (PROPUESTA)		
SUBAREA	FUNCION LOGISTICA	POLITICA
COMPRAS ESTRATEGICAS	COMPRAS	Establecer especificaciones de calidad con el proveedor Evaluar proveedores potenciales Generar una cartera de proveedores cartificados Establecer una cartera de Productos negociados Establecer relaciones con los proveedores Desarrollar sistemas de procuración
	CONTROL DE COSTOS	Establecer programas potenciales de estandarización Establecer programas de reducción de costos Revisar la categorización de insumos por importancia Establecer programas libres de inventarios
	ADQUISICIÓN	Realizar compras programadas (Se delega al área de planeación de requerimientos)
COMPRAS NO ESTRATEGICAS	Compras, Adquisición y control de costos	

Figura 35. Propuesta de funciones y políticas que debe realizar el área de compras. (Elaboración propia)

## IV.5 El almacenamiento

### Situación actual

Los almacenamientos dentro de la empresa en estudio se dividen en dos tipos, central y de obra.

El almacén central se divide en dos, el almacén de distribución y el almacén de obsoletos.

Tanto los almacenes centrales como los de obra, carecen de infraestructura necesaria para constituirse como centros de operaciones logísticas

## **Infraestructura de los almacenes locales**

Comúnmente cada desarrollo cuenta con un almacén físico, dándose casos donde existen hasta tres almacenes físicos para un solo desarrollo y hasta un almacén para tres desarrollos.

La localización de los almacenes no obedece a una decisión funcional u operativa, sino tratando de encontrar un espacio dentro del mismo desarrollo donde no se vayan a construir casas. Esta circunstancia no siempre es posible, en cuyo caso es necesario arrendar un predio para localizar el almacén de obra en los alrededores de los desarrollos.

Los almacenes locales están compuestos por dos elementos, un almacén cerrado con techumbre y un patio de maniobras que también es usado como almacén descubierto.

Los almacenes están contruidos en su mayoría de lamina galvanizada, aunque existen algunos que fueron contruidos de lamina de cartón asfaltado. Los pisos de los interiores en su mayoría son de concreto, solo algunos almacenes tienen colocada grava, balastro o algún tipo de agregado pétreo extendido como superficie de trabajo. Todos los patios y accesos a los almacenes son de tierra y en la mayoría de los desarrollos han sido mejorados con agregados pétreos diversos, siendo el balastro de tezontle, el mas usual.

Los techados y racks son de la empresa, se considera que son capitalizados a ella y que es posible amortizar la inversión según la vida útil del mismo. Pero dichos costos no son visibles y las decisiones relacionadas a la infraestructura no son tomadas con suficiente información.

Los racks de almacenamiento son en general de herrería, lamina de acero y madera. No están contruidos bajo un diseño estandarizado o modulado, sino que han sido contruidos en sitio a manera de solucionar la necesidad inmediata. Algunos constituyen apenas una pequeña estructura de madera provisional en donde se colocan los materiales.

No existe un proceso constructivo definido para estandarizar la calidad de la infraestructura disponible en los almacenes. Algunos almacenes constituyen una nave pequeña perfectamente cimentada y acondicionada con áreas para la ubicación de actividades administrativas, mientras que otros constituyen solamente una techumbre de poca calidad.

Escasamente, en un par de desarrollos, las viviendas producidas se han consolidado como almacenes.

De los datos indagados, fue posible calcular un total de 54 almacenes, los cuales suman un aproximado de 18,000 m<sup>2</sup> de superficie de almacenamiento techado y 80,000 m<sup>2</sup> de patios.

Los subcontratistas, empresas que han sido contratadas para suministrar un elemento prefabricado a la vivienda, construyen sus propios almacenes, que constituyen propiamente bodegas pequeñas de materiales y herramientas. (Ver figura 35)

Sin embargo, cabe destacar que fue posible detectar la presencia de pequeñas bodegas, dichas bodegas almacenan material que está bajo el control de los contratistas de

destajos, quienes gestionan un inventario de materiales para darle continuidad a su trabajo. De esta manera, existe el almacén de compras (o central), el almacén local (de obra) que mantiene un inventario de todos los materiales requeridos para la conclusión de un producto de vivienda y subsecuentemente pequeñas bodegas de material para albañilerías, carpinterías, aluminio, recubrimientos cerámicos, instalaciones eléctricas e hidrosanitarias, en donde se manejan inventarios fuera de cualquier gestión controlada como se observa en las figuras 36 y 37. Estas últimas bodegas son en general construidas por los destajistas, pero se detectaron desarrollos donde incluso son construidas por la empresa.

Las deficiencias en la infraestructura de los almacenes, no ha sido objeto de un gran análisis o de observaciones importantes por parte de los administradores y usuarios quienes se han acostumbrado a trabajar y operar en estas circunstancias, y cuya política principal es la reducción del costo.

Los problemas más recurrentes que se encontraron son:

- Localización poco funcional requiriendo de su reposicionamiento hasta en tres ocasiones durante la construcción de un desarrollo.
- Suministro de energía irregular y de baja calidad.
- Carencia de espacio para almacenamiento de los materiales.
- Problemas en las superficies de maniobras de los transportes, las cuales con frecuencia se encuentran inundadas o atascadas de lodo.
- Falta de infraestructura de seguridad para el resguardo de los materiales contra vandalismo y robo.
- Racks poco modulares, seguros y no especializados.
- Superficies de almacenamiento y trabajo para el personal dentro de las naves poco seguro por la ausencia de pavimentos en algunos almacenes como se muestra en la figura 38.
- Carencia de áreas especializadas para carga, inspección y descarga.



Figura 36. Bodega del material del destajista de instalaciones (arriba) y de albañilería (abajo) en un desarrollo del Estado de México.(Elaboración propia) El cemento y el mortero se encuentran libres a la intemperie, al igual que los tubos y piezas de pvc. La bodega del contratista se localiza escasamente a veinte metros del almacén de obra. En esta bodega, las condiciones de manejo, y almacenamiento ya no están controladas.



Figura 37. Incremento en el inventario de materiales fuera de los almacenes en un desarrollo de Michoacán, que no será utilizada en los siguientes semanas. En la izquierda tubería de PVC, afectada por el sol. A la derecha, inventario excesivo de separadores de cimbra. (Fuente: propia)

### **Gestión de los almacenes**

La operación, gestión y administración de los almacenes esta bajo responsabilidad de un área, la cual también se encarga de otras actividades como recursos humanos, fiscalización, y control presupuestal.

Sin embargo, actividades como el control de inventarios (ruptura de stock y saturación del espacio disponible) son gestionados por el área de producción de la vivienda.

Las plantillas de trabajo de los almacenes son muy variadas pudiendo consistir desde tres personas hasta 10.(entre auxiliares administrativos, jefes de almacén, capturistas de inventarios, checadores, despachadores o auxiliares generales) sin que exista una medida para determinar la plantilla óptima. Aparentemente en algunos desarrollos el volumen de operaciones del almacén es muy poco comparado con la plantilla empleada y viceversa.

En cuanto a la gestión de stock o inventario, se realizan revisiones cada semana para cotejar, los sistemas de información con el estado real de los almacenes.





Figura 38. La falta de firmes de concreto, un ejemplo de la carencia de infraestructura en los almacenes locales. (Fuente: propia)

En general, no se pudo detectar la existencia de una planeación en cuanto al manejo de los materiales, siendo todo sobre la marcha.

Aunque existen horarios y normas establecidas para la recepción y descarga de suministros, la necesidad de continuidad en el proceso constructivo obliga a extender los horarios de recepción en la mayoría de desarrollos y permitir las descargas incluso fuera de las horas hábiles, incrementando el costo de personal.

Los suministros (gestionados por el área centralizada) continuamente son rechazados por el almacén de obra por diversas razones, entre las cuales destacan: el envío de insumos erróneos que no cumplen con la calidad esperada o las especificaciones técnicas, porque el insumo fue abastecido demasiado tarde y ya no se requiere, o porque los materiales llegan dañados.

### **Descargas**

La negociación de las compras de la mayoría de los suministros, independientemente de su origen, no incluye las operaciones de descarga.

La descarga de los suministros se realiza empleando básicamente mano de obra, esto es sin utilizar equipos especiales. El empleo de personal no está definido o estandarizado, el cual puede ser personal directo del almacén o personal de los destajistas contratados por día, o ambos.

El empleo de maquinaria para construcción durante la descarga de materiales, es considerado en algunos desarrollos como una opción para facilitar las descargas, sin embargo, genera el maltrato y pérdida de un porcentaje del material. Lo anterior se puede observar en la figura 39, donde descargas de aceros de refuerzo sin equipo adecuado generan daños.

Las pérdidas ocasionadas por los daños en la descarga no han sido cuantificadas o revisadas. Los tiempos empleados en las descargas, así como los costos no han sido estudiados, en general se aprecia que se requieren desde 3 horas hasta tres días para descargar un envío.

### **Acomodo de materiales**

Los almacenes físicos en general son divididos en dos secciones. En cada una de las secciones del almacén se acomodan los materiales, existiendo así dos existencias de cada material (duplicado de stock) una en cada sección del almacén como se observa en la figura 40.

La división del almacén corresponde a una organización del material considerando dos inventarios diferentes.

Se pudo concluir que dicha organización del almacén corresponde a una organización basada en los centros de costo o cuentas contables donde se cargará el gasto generado por el uso de material.

De esta manera, los criterios para el almacenamiento o disposición de los materiales dentro del almacén son dos básicamente:

- El tipo de obra, edificación, urbanización o infraestructura y equipamiento, y
- El tipo de familias de los materiales: aglutinantes, recubrimientos cerámicos, tuberías, conexiones, etc.

Aunque los materiales son agrupados finalmente por familias, no están estibados correctamente o su colocación permite daños ocasionados por la intemperie.

Para el manejo de materiales no se emplean equipos neumáticos, escasamente diablitos.



Figura 39. Daño en las estibas de varillas de acero derivado de la falta de equipo y de la inadecuada operación de descarga en los almacenes. (Fuente:propia)

En la totalidad de los almacenes de obra existen volúmenes de pérdidas por daño, derivado del proceso de manejo dentro de los almacenes. No existe un registro de daños. Los principales daños se aprecian menores al 3% y se presentan en los aglutinantes como consecuencia de los envases de papel y en los recubrimientos cerámicos como azulejos, tejas y losetas, derivados de su propia fragilidad. Así mismo, se aprecia la existencia de daños menores del 1% en aceros y mallas de refuerzo.



Figura 40. Incremento en los inventarios por clasificaciones duplicadas. En la imagen dos rack de tubería, el inventario de cada rack se gestiona de manera distinta teniendo sus propias entradas y salidas, aunque los materiales son exactamente los mismos. (Elaboración propia)

Algunos materiales vienen empacados en presentaciones que dificultan su manejo dentro del almacén, afectan la distribución y su control. Los materiales no están unitizados o paletizados como se muestra en la figura 41.



Figura 41. Estibado de mampostería, tubería de concreto simple y tubería de pvc. No se observan unidades o paletizaciones.(Fuente:propia)

### **Despachos del almacén (salidas)**

Las salidas de material son gestionadas por diversas entidades, siendo la administración del almacén la encargada de realizar las operaciones necesarias.

El control de las salidas y la aplicación correcta de los insumos es responsabilidad del área de producción.

Se pudo determinar que en promedio, cada almacén realiza 400 operaciones de salidas mensuales, existiendo almacenes en los cuales solo se realizan 20 operaciones y aquellos en las que se realizan hasta 2500, sumando entre todos los almacenes un aproximado de 18000 despachos de material mensual.

Almacenes centrales.

El almacén central esta compuesto de dos almacenes, el de obsoletos y el de distribución. En general, las características así como los problemas de infraestructura de estos almacenes es semejante a la de los almacenes locales mencionado anteriormente.

El almacén central es gestionado y operado por el área de compras. La política que se ha seguido en torno a la gestión del mismo es minimizar los movimientos de este almacén, por lo que la mayoría de las compras incluyen el transporte desde la planta del proveedor hasta los almacenes locales, sin pasar por el almacén central.

Sin embargo, para algunos materiales no es posible lo anterior, y el almacén central cumple la función de consolidar la carga proveniente de varios proveedores para ser enviada a un solo almacén local mediante un flete de productos mixtos.

En el almacén central solo se realiza la consolidación de la carga, el stock del almacén ya tiene un destino al momento de entrar al mismo. No existen niveles de inventario definidos.

La duplicidad de stock en la obra genera un gran volumen de material obsoleto, el cual se concentra en un almacén de obsoletos como se observa en la figura 42.



Figura 42. Vista del almacén de obsoletos después de una reducción del inventario (Fuente:propia)

### **Propuesta**

La función del almacén, ha sido desvirtuada, se debe plantear nuevamente la función del almacén y replantear sus actividades según la función del mismo. Y es que dadas las funciones de un almacén, los almacenes de la empresa en estudio no están cumpliendo sus funciones de consolidación, desconsolidación, cross dock, disponibilidad de surtido y mezcla de materiales.

Se propone agregar actividades a los encargados del almacén, como puede ser, la desconsolidación de carga o la transferencia de unidades de manejo, por ejemplo; de bolsas con 1000 unidades iguales a bolsas con 25 unidades distintas (mix), lo cual facilita el manejo y el control de los insumos para un elemento de producción en particular

Se propone realizar un análisis de costo basado en actividades para que la empresa tenga elementos de decisión más efectivos respecto al monto que debe invertir en la infraestructura de los almacenes para que esta actividad agregue más valor que costo. La empresa no tiene elementos para decidir acerca de que nivel invertir en mejorar la infraestructura de almacenes, sin darse cuenta que de esta manera influye respecto al aumento de la calidad y la productividad de los almacenes. Por ejemplo, la falta de pavimentos en los almacenes incrementa el riesgo del personal y facilita el daño de materiales que tiene que ser reparados. Por otro lado, algunos desarrollos con poco volumen de producción no justifican la construcción de un almacén. La propuesta de costo basado en actividades se detalla en el apartado IV.4.

Se propone buscar racks, charolas, otros sistemas de almacenamiento que permitan a la empresa facilitar el despacho y disminuyan el riesgo de daño a los materiales. Estos sistemas deben ser modulables para permitir a la empresa utilizarlos bajo cualquier necesidad de flexibilidad.

Se propone analizar el nivel de servicio requerido y el número de almacenes existentes, así como el nivel de inventario. La división y generación de distintos almacenes en el mismo sitio y con el mismo tipo de stock solo incrementa los inventarios y facilita el daño de los materiales, dificulta la gestión del material e incrementa el volumen de obsoletos. Por lo tanto, se propone generar una política de reducción de número de almacenes y bodegas ligada a un plan de producción (ver planeación de requerimientos e inventarios).

El establecimiento de un almacén de obsoletos es una política que permite la generación de los mismos y que genera costos por el mantenimiento del mismo. La política de reducción de almacenes, debe incluir acciones sobre este almacén.

La descarga de envíos, y sus costos deben ser analizados para que el área de compras los tome en cuenta en sus negociaciones a través del concepto de costo total.

Derivado de la planeación de requerimientos es posible calcular el número de personal requerido para las actividades del almacén para no realizar suboptimaciones o duplicar funciones dentro del almacén. Se recomienda la generación de medidas de productividad en los almacenes para otorgar a la dirección elementos de decisión. Se debe establecer un plan operativo de los almacenes, que incluya políticas como pueden ser, una política de reducción de horas extras, y de incremento de la productividad del almacén.

El uso de equipos para el manejo, carga y descarga de material puede justificarse por la disminución de personal, de daños a los materiales y por el incremento en el nivel de servicio y productividad del almacén.

Se debe definir así mismo una política sobre el empleo de personal tercerizado para las operaciones del almacén, mismo que debe ser analizado respecto al costo y nivel de servicio.

El almacén central debe constituirse como un centro de distribución, consolidando pedidos, mezclando el surtido de los proveedores e intercambiando las unidades de carga. Este almacén debe ser coordinados por un área específica y vinculados a la operación total.

## **IV.6 Inventarios**

### **Situación actual**

Como las solicitudes de aprovisionamientos las realiza el área de producción, la administración del almacén no es la encargada de mantener los niveles de stock. Pero entonces existe un vacío de responsabilidad respecto a los niveles de stock. El cuidado del

stock, en general, es una actividad que no se ha gestionado de manera directa y organizada.

No existe un programa para la realización de solicitudes de abastecimientos. En algunos desarrollos las solicitudes se realizan diariamente, y en otros llega a realizarse una vez cada 20 días. No existe un sistema de planeación de los requerimientos de materiales. En lugar de ello, el área de administración del almacén realiza la verificación de existencias de manera manual en un sistema de información, mientras que el área de producción planea de manera poco formal sus requerimientos y los compara contra su existencia emitiendo un dictamen de los requerimientos que se deben solicitar.

De manera particular, no existe un nivel de stocks definido para ninguna familia o para algún grupo de insumos. Los niveles de inventario llegan a cero en repetidas ocasiones o rebasan la capacidad de almacenamiento. Algunos materiales saturan la capacidad del almacén durante varios meses antes de ser utilizados, mientras que paros de producción se registran por la ausencia de materiales considerados como básicos como se observa en la figura 43.

No se evalúa la rotación de inventarios, ni ha importado el tiempo que los materiales permanecen dentro de los almacenes. El lento movimiento de algunos materiales hace que estos permanezcan en promedio 3 meses dentro del almacén y como máximo hasta 7 meses.

En todos los desarrollos, los almacenes contienen inventarios por duplicado, esto es, existen dos zonas distintas para cada insumo. Para cada una de ellas se lleva un control independiente.

Los inventarios se cotejan físicamente contra los registros de manera semanal.

El área de producción se queja de ser la más afectada por ausencia o el retraso en los suministros de materiales.

Los casos de afectación son varios, entre los que destacan:

- Pagos de tiempos muertos de maquinaria. El suministro de las piezas especiales de agua potable ha retrasado significativamente los trabajos posteriores como son tercerías.
- Detener el tren de construcción por falta de acero y malla. Siendo un material insustituible, los procesos de producción de viviendas se ha paralizado totalmente ante la ausencia de estos insumos clave.
- Cambios informales en los proyectos. Ante la ausencia de suministros de aceros, se sustituyen diámetros por otros en existencia para cumplir con el área de acero acorde al proyecto.
- Pago de tiempo muerto del personal de obra



- Retraso en programas



Figura 43. Ruptura de Stock de aglutinantes y simultáneamente un exceso de stock de clavo de acero en el almacén de un desarrollo en Jalisco. (Elaboración propia)

### **Propuesta**

Se propone que la administración del almacén sea realizada por un área específica que pertenezca al área funcional de abastecimiento de materiales y que se dedique exclusivamente a ello. De esta manera, la administración del almacén (operación) se integra con la administración del stock en responsabilidades y se debe integrar operativamente al área de abastecimientos de manera funcional.

El almacén deberá ser el responsable de mantener los niveles de inventario. Los niveles de inventario se deberán definir por el área de abastecimientos que incluye todas las actividades logísticas planteadas, de esta manera, las decisiones deberán ser integrales y considerar el costo total.

Se propone evaluar los niveles de productividad y el nivel de calidad, no solo de los inventarios sino del almacén en general.

Se propone evaluar el costo basado en actividades para identificar el costo que agrega a la vivienda el mantenimiento de inventarios. Clarificar estos costos permiten tomar decisiones.

Se propone eliminar los duplicados de stock, de esta manera se optimiza el espacio del almacén. Además se disminuye el número de obsoletos, pues al terminar la obra, cada almacén o cada stock del mismo tiene mermas, desperdicios y obsoletos. De igual manera, el stock administrado como uno solo, disminuye los tiempos de operación del almacén, el tiempo de los despachos, descargas y en general los costos de gestión del mismo.

Adicionalmente con la disminución de los stocks duplicados disminuyen los costos financieros causados por el inventario, así como los costos de su manejo.

Se propone que los almacenes que se encuentran contiguos o dentro de un mismo desarrollo se cierren debido a que dichas operaciones pueden realizarse en un solo almacén.

Se propone generar una bitácora en el almacén para facilitar el reporte de incidentes y la generación de información referente a la operación del mismo.

## **IV.7 El transporte y distribución de materiales**

### **Situación actual**

Existen dos distribuciones de material, la primera que se realiza desde el centro de distribución o almacén central hacia los almacenes locales y aquella que se realiza desde el almacén local hacia los trenes de producción.

La primera es una función más propia de transporte. La distribución física del material en el segundo nivel se realiza desde el almacén de obra y hacia los distintos frentes de obra llamados trenes de producción. Algunos trenes de producción pueden localizarse a 25 metros desde el almacén de obra, y otros pueden localizarse a más de un kilómetro.

### **Transporte**

Las decisiones sobre los tiempos de transportación, así como el tipo de vehículo son determinados por el proveedor cuando este envía el material directo de su planta a la obra, o por el área de compras cuando esta envía los materiales desde el almacén central.

Los modos de transporte escogidos para el envío de materiales por parte del proveedor, o desde el almacén central, complican el modo en que el material es descargado en el almacén de obra o el modo en que el material es distribuido en los trenes de producción. Se ha dado el caso de la transportación de varilla en vehículos trailer con caja de redilas (usados generalmente para transporte de granos).

Las decisiones vinculadas a la gestión del stock, así como a la planeación de la producción se han dejado por debajo de las decisiones referentes a la transportación.

Dado que muchos insumos son enviados desde el almacén central, estos no son transportados hacia los almacenes locales si no se satisface la capacidad útil del vehículo (vehículo lleno), esto es, dado que el almacén central es gestionado por el área de compras, así como el transporte, los niveles de servicio son dejados por debajo de los costos de transportación.

Los usuarios de los insumos, han optado de manera informal y poco ordenada por asignar vehículos propios para realizar el viaje desde el almacén solicitante hacia el almacén central y fletar los insumos hasta el almacén local. Podemos decir que: derivado de un bajo nivel de servicio, los clientes deciden gestionar su propio transporte.

El área central de compras, que gestiona el transporte, posee 4 vehículos de transporte para realizar fletes desde el almacén central, mismo que deben ser cargados y descargados. El empleo de los operadores para la carga y descarga del transporte es común.

El área de compras encargada de gestionar el transporte del material emplea vehículos propios sin realizar un análisis de costo real y compararlo con tarifas de terceros. Costos como la depreciación del vehículo, el sueldo de los operadores, y los costos de las descargas no son considerados por esta área para analizar sus costos de transportación.

### **Distribución local**

Para realizar esta distribución se utilizan diversos vehículos los cuales consisten en plataformas rodantes remolcadas por tractores, camionetas pick'up de diversas capacidades, así como camiones de volteo, como se observa en la figura 44. De todos los anteriores las camionetas son las más usuales.

La cantidad de vehículos empleados en cada desarrollo es variada y depende principalmente de la apreciación del responsable de producción respecto al volumen de obra que esta ejecutando. Algunos desarrollos disponen de un vehículo y otros disponen de hasta 8 vehículos. Se estima que la empresa cuenta con aproximadamente 300 vehículos para realizar esta operación en todos sus desarrollos.

En general los encargados de producción consideran que los vehículos son suficientes, aunque no existe una medida para calcular el volumen de vehículos que se debería tener en cada desarrollo.

El empleo de personal para la distribución de material no esta determinado ni estandarizado. Cada desarrollo ha construido su propio procedimiento y políticas respecto a la distribución de materiales. En algunos desarrollos, la empresa absorbe solo el costo de los operadores del vehículo para distribución; la carga de los materiales y la descarga en los trenes de producción la realiza personal de los destajistas. En otros casos, existe personal del almacén disponible para estas actividades.



Figura 44. Distribución de tabique recocido desde el almacén local hacia los trenes de producción usando plataformas y remolques en un desarrollo. (Fuente: propia)

En algunos desarrollos la distribución se realiza diariamente, mientras que en otros solo se emplean algunos días de la semana como puede ser el lunes..

### **Propuesta**

Las decisiones de transportación no deben ser tomadas unilateralmente por el área de compras. Se propone integrar el área de transporte al área de abastecimientos (logística) y de esta manera todas las decisiones deben realizarse basándose en el concepto de costo total.

Los vehículos a emplear para el transporte deben tener la flexibilidad para el manejo, carga y descarga de insumos, por lo que se propone reemplazar aquellos vehículos que no cumplen con estas funciones.

Se propone evaluar la productividad real de los transportes, lo cual es justificable debido a los altos costos de capital y mantenimiento de estos vehículos.

El área de transporte debe realizar un estudio completo de sus costos operativos y agregarlos al análisis de costos total. A partir de esto, se debe evaluar y plantear un plan para aumentar el nivel de servicio que brinda el transporte, así como reducir los costos asociados a esto, esto es un plan para el incremento de la productividad, el nivel de servicio y la reducción de costos.

En cuanto a la distribución se propone primeramente evaluar y medir la productividad de cada vehículo asignado al desarrollo.

El empleo de personal del destajista en la distribución del material solo oculta el costo de estas actividades, así como los costos que se agregan a los materiales derivados de su distribución, por lo que se debe plantear una política de distribución de materiales.

Finalmente, se propone que los costos de distribución deben ser considerados a la hora de evaluar las compras, los fletes, y la tercerización de actividades

## **IV.8 Costos logísticos**

### **Situación actual**

En la empresa estudiada, no existen medidas para calcular los costos logísticos. En ella, se considera que todos los costos logísticos como son: de compras, transportación, almacenamiento, distribución y gestión, son un gasto indirecto. De esta manera los costos de estas operaciones son mezclados con otros costos como, gastos administrativos, gastos de oficinas de supervisión, gastos de mantenimiento de las oficinas, y de las propias viviendas, viáticos, sindicatos, personal de nomina técnica y administrativa, papelería, sanitarios portátiles, vigilancia, teléfonos, seguros, y otros costos.

El control de los costos esta a cargo de una área de costos y estos se controlan de manera local. Los costos generados en las áreas centralizadas y que son imputables a cada desarrollo son agregados sin que el área de control de costos tenga un conocimiento claro de ello.

Finalmente, existe un vacío respecto a los costos. Primeramente, no se tiene conocimiento de cual es el impacto de las actividades logísticas locales, y mucho menos de las actividades logísticas centralizadas, por lo que la empresa solo tiene oportunidad de especular sobre los resultados de sus decisiones.

## **Propuesta**

Derivado de la propuesta general y particularmente de las diversas actividades observadas en la empresa se propone realizar un análisis de costo logístico que permita la toma de decisiones.

Como la empresa no posee este análisis, a continuación se realiza un ejemplo para evidenciar la potencialidad de dicha herramienta. Se propone que la empresa implemente un análisis de costos ABC, simultaneo con su sistema de costos actual, para posteriormente evaluar este sistema de costo y generar uno más descriptivo e incluyente.

El primer paso consiste en recopilar datos existentes que puedan auxiliar a describir analítica y cuantitativamente el funcionamiento actual de las operaciones logísticas de la empresa. En el caso de los costos logísticos, la reunión de los datos, tal y como sucedió en esta empresa, puede resultar muy complejo para las empresas constructoras. Actualmente los costos logísticos (así como las actividades) con controlados por dos áreas distanciadas. La primer área mezcla los costos logísticos generados dentro de los desarrollos, con otros costos para generar un costo final etiquetado como indirecto. Una segunda área, realiza el costeo de las actividades logísticas centralizadas de manera general y dicho costo es distribuido a cada desarrollo según criterios de densidad de vivienda.

Los costos logísticos centralizados no están registrados, por lo que la empresa debe ampliar sus sistema de costos para evidenciar estos últimos. Se propone a la empresa que los costos logísticos de la obra debe obtenerlos tras ubicar las raíces de los siguientes generadores de costo:

- 1) RENTAS
  - a) Pagos de maquinaria utilizada para traslado
  - b) Pagos de maquinaria utilizada en la descarga de material
  - c) Pagos de maquinaria empleada para la construcción de accesos y plataformas de tránsito
- 2) MANO DE OBRA INDIRECTA
  - a) Listas de raya del personal ocupado en los almacenes
  - b) Listas de raya de personal de confianza ocupado de actividades logísticas
- 3) DESTAJOS DE MANO DE OBRA
  - a) Pagos a destajistas sobre trabajos de construcción o mantenimiento de almacenes
  - b) Pago a destajistas sobre personal empleado para la descarga de material
  - c) Pago a destajistas sobre personal empleado para acomodo de material dentro del almacen
- 4) INDIRECTOS
  - a) Pago de teléfonos y equipos de comunicación
- 5) SUBCONTRATOS

- a) Subcontratos para la construcción de almacenes
  - b) Subcontratos para el mantenimiento de almacenes.
- 6) REPORTE DE MOVIMIENTOS DE ALMACENES
- a) Materiales empleados en la construcción y mantenimiento de almacenes

Al rastrear e identificar las fuentes de información se procedió como lo marca ABC.

### **Definición de actividades**

La primera etapa, consiste en definir aquellas actividades que la empresa realizó en el período elegido  $t$  a fin de realizar un análisis histórico de los costos. La definición de actividades que implican un costo logístico se muestran en la figura 45.

Por otra parte, la identificación de actividades por área permite una mejor determinación de los costos de las mismas, ya que restringe el universo de gastos o costos que deben ser distribuidos entre ellas. Las actividades pueden ser divididas en tareas y las tareas en procesos para visualizar de manera detallada a que se refiere cada actividad.

### **Definición de Elementos de costo**

Podríamos decir que todos los recursos consumidos por la empresa son "costos" de productos, canales, clientes, etc. ya que al ser el objetivo del ABC asignar el 100% de los gastos a productos (u otra visión de la empresa), todos ellos se transforman en costos. Por lo que los elementos de costo pueden ser asignados a las diferentes actividades, tareas y procesos.

Los elementos de costo son, a efectos del ABC, agrupaciones de los costos en que incurre la empresa, clasificados de acuerdo a su naturaleza. Según el postulado básico del ABC, estos costos se generan en el desarrollo de actividades que se realizan con el objetivo último de suministrar, y aprovisionar materiales de construcción para la construcción de viviendas.

DEFINICION DE ACTIVIDADES		
ACTIVIDAD	TAREA	PROCESOS
PLANEACION DE REQUERIMIENTOS	Planeacion de requerimientos	Consulta de existencia Planeacion de requerimientos Generacion de la orden
	Emision de orden de surtido	Captura de la orden Envio y recepcion de la orden
COMPRAS	Mercadeo	Consulta de proveedores, fabricantes y distribuidores Consolidacion de las especificaciones por producto (catalogo) Solicitud de cotizaciones Negociacion general
	Evaluacion de proveedores	Evaluacion multicriterio Negociacion particular
	Seguimiento de pedido	Emision de la orden de compra Emision del pago, si corresponde Seguimiento de estado del pedido
TRANSPORTACION DESDE ALMACEN	Carga	Manejo y consolidacion del pedido o salida Conteo y revision de la salida Carga del material al vehiculo de transporte
	Transporte y descarga	Conduccion del vehiculo hasta el almacen Descarga del material Conteo y revision Retiro de dañados Conduccion del vehiculo hasta su zona de guardado
ALMACENAMIENTO-MANEJO	Descarga de suministros	Revision del número de requisición Revisión de la orden de embarque Revision de la cantidad y el producto Revision de la calidad del producto Asignacion de area de descarga Actualizacion del registro de requisiciones Descarga del transporte
	Acomodo y distribución	Acomodo del material existente dentro del almacen Acarreo del material desde la zona de descarga hasta el rack Acomodo del material nuevo en el rack
	Revision	Conteo semanal de existencia vs registro del sistema
INVENTARIOS	Mantenimiento del stock	Acomodo y limpieza de las instalaciones Limpieza y retiro de dañados y obsoletos
	Sistema de informacion	Actualización del sistema de inventarios Conteo semanal de existencia vs registro del sistema Traslado de existencias (remesas) entre almacenes, entre racks)
DISTRIBUCION FISICA	Despacho	Generacion de la solicitud de salida Captura en el sistema de la salida del material Autorizacion de la salida del material
	Carga	Manejo y consolidacion del pedido o salida Conteo y revision de la salida Carga del material al vehiculo de transporte
	Transporte y descarga	Conduccion del vehiculo hasta el tren de producción Descarga del material Conteo y revision Retiro de dañados Conduccion del vehiculo hasta su zona de guardado

Figura 45. Definición de las actividades básicas observadas en la empresa, especificando tareas y procesos. (Elaboración propia)



### **Trazado o asignación de costos a las actividades**

El trabajo de costeo, consiste en determinar en forma aproximada, que proporción de cada recurso o Elemento de costo ha consumido cada una de las actividades desarrolladas en el período considerado. Es para ello necesario que aquellas personas directamente involucradas o conocedoras de la forma en que se llevan a cabo las actividades, identifiquen las medidas más adecuadas de consumo para cada elemento de costo.

Dado que puede resultar muy complejo evaluar cada elemento de costo a nivel de operación o de tarea, el análisis puede centrarse en las actividades generales. Por lo que se recomienda realizar un análisis de costos a nivel de actividad y no a niveles más específicos.

La definición de elementos de costos para la empresa en estudio se presenta en la figura 46.

DEFINICION DE ACTIVIDADES		
ACTIVIDAD	TAREA	ELEMENTOS DE COSTO
PLANEACION DE REQUERIMIENTOS	Planeacion de requerimientos	Gastos telefonicos Nómina de mano de obra administrativa Arrendamiento de terreno para oficina del almacen
	Emision de orden de surtido	Nómina del area de produccion Gastos telefonicos
COMPRAS	Evaluacion de proveedores	Nómina de mano de obra administrativa Gastos telefonicos Costos por ausencia de inventario
	Mercadeo	Nómina de mano de obra administrativa Gastos telefonicos Costos por ausencia de inventario
	Segimiento de pedido	Nómina de mano de obra administrativa Gastos telefonicos Costos por ausencia de inventario
TRANSPORTACION DESDE ALMACEN	Carga	Renta de maquinaria para la carga Nómina de mano de obra administrativa Destajos de personal extraordinario Arrendamiento de terreno para patios de maniobras Gastos telefonicos Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Arrendamiento de terreno para oficina del almacen
	Transporte y descarga	Renta de vehiculo para transporte Destajos de personal extraordinario Valor de materiales dañados Nómina de personal para la conduccion del vehiculo Costos de capital por inventario Costos por ausencia de inventario
ALMACENAMIENTO-MANEJO	Descarga de suministros	Renta de maquinaria para la descarga Nómina de mano de obra administrativa Destajos de personal extraordinario Arrendamiento de terreno para patios de maniobras Gastos telefonicos Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Arrendamiento de terreno para oficina del almacen
	Acomodo y distribución	Construccion de racks- mantenimiento Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Valor de materiales dañados Arrendamiento de terreno para almacen Costo de la infraestructura de almacenamiento
	Revision	Nómina de mano de obra administrativa
INVENTARIOS	Mantenimiento del stock	Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Valor de materiales dañados Nómina de mano de obra administrativa Costos de capital por inventario Costos por ausencia de inventario costos de capital de la infraestructura de almacenamiento
	Sistema de informacion	Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Nómina de mano de obra administrativa Arrendamiento de terreno para oficina del almacen
DISTRIBUCION FISICA	Despacho	Nómina de mano de obra administrativa Arrendamiento de terreno para oficina del almacen Gastos telefonicos Nómina de mano de obra auxiliares de almacen
	Carga	Renta de maquinaria para la carga Destajos de personal extraordinario Renta de vehiculo para transporte Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Valor de materiales dañados
	Transporte y descarga	Renta de vehiculo para transporte Destajos de personal extraordinario Valor de materiales dañados

Figura 46. Definición de los elementos de costo para cada una de las actividades y tareas del mismo que pueden servir para las empresas de construcción. (Elaboración propia)

DEFINICION DE ACTIVIDADES	
ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE COSTO
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>  (12% annual)	Arrendamiento de terreno para almacen Costo de la infraestructura de almacenamiento Costos de capital de la infraestructura de almacenamiento Destajos de personal extraordinario Gastos telefonicos Nómina de mano de obra administrativa Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Renta de maquinaria para la descarga Valor de materiales dañados
<b>INVENTARIOS</b> (12%-5%)	Costos de capital por inventario Costos por ausencia de inventario
<b>DISTRIBUCION FISICA</b>	Arrendamiento de terreno para oficina del almacen Destajos de personal extraordinario  Nómina de mano de obra administrativa Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Nomina de operadores Renta de vehiculo para transporte

Figura 47. Elementos de costo y actividades que se pudieron detectar para la empresa de construcción e viviendas en estudio. (Elaboración propia)

En el caso de la empresa, las actividades de planeación de requerimientos, compras y transportación carecen de datos. Se propone a la empresa de construcción que debe implantar un sistema de costos en estas áreas para documentar y evaluar dichos costos e incluirlos posteriormente en este análisis, por lo que el análisis de costo del estudio de caso, se reduce a los elementos de costo y actividades mostradas en la figura 47.

Debido a que el sistema de costos empleado actualmente por la empresa, mezcla los costos logísticos con otros costos, fue necesario realizar un rastreo de datos de la empresa. A partir de este, se elaboraron las tablas mostradas en las siguientes paginas, en las cuales se presentan los costos de las actividades de la figura 47, en un histórico para seis desarrollos analizados, los cuales son Estado de México 1, Estado de México 2, Michoacán 1, Jalisco 1 y Jalisco 2. Tras observar los históricos de costos se pueden observar los costos reales que tienen las actividades de almacenamiento, control de inventarios, etc., en cada uno de esos desarrollos. Ver figura 48, 49 y 50.

**COSTEO A PARTIR DE LOS ELEMENTOS DE COSTO**  
DESARROLLO DE VIVIENDA:

ESTADO DE MEXICO 1

DEFINICION DE ACTIVIDADES		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Arrendamiento de terreno para almacen Costo de la infraestructura de almacenamiento Costos de capital de la infraestructura de almacenamiento Destajos de personal extraordinario Gastos telefónicos Nómina de mano de obra administrativa Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Renta de maquinaria para la descarga Valor de materiales dañados	ARR1 ALM 31,050.56	0 34627 346	0 34627 893	0 34627 1039	0 34627 1385	0 34627 1731	0 34627 2078	0 34627 2424	0 34627 2770	0 34627 3116	0 34627 3463
(12% annual)		DEST 283,204.50	0 10,409.00 13,564.00	0 10,719.80 10,563.00	0 10,355.10 10,195.96	0 10,937.50 7,893.50	0 12,450.90 7,843.50	0 14,158.37 14,287.00	0 14,158.37 14,287.00	0 13,540.80 9,525.00	0 13,540.80 9,525.00	0 13,540.80 9,525.00
		ARR2	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 68.01	0.00 0.00	0.00 0.00	117.86 3,008.33	0.00 14.56	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00
			58,946	56,602	56,217	100,054	78,960	114,983	102,838	90,004	162,390	61,156
<b>INVENTARIOS</b>	Costos de capital por inventario Costos por ausencia de inventario	DEST 214,496.43	6934 0	16758 0	28664 0	42642 0	56797 105,598	75481 108,898	94202 0	113055 0	127470 0	143951 0
(12%-5%)			6,934	16,758	28,664	42,642	56,797	181,079	203,100	113,055	127,470	143,951
<b>DISTRIBUCION FISICA</b>	Arrendamiento de terreno para oficina del almacen Destajos de personal extraordinario Nómina de mano de obra administrativa Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Nómina de operadores Renta de vehículo para transporte	ARR3 31,467.167	0 4,461 24,519	0 4,594 10,583	0 4,438 10,196	5,016 4,688 7,894	2,479 5,336 7,844	5,537 6,068 14,287	4,136 6,068 14,287	2,948 5,803 12,141	11,352 5,803 12,141	0 5,803 12,141
			113,616	0	9,652	16,538	18,580	18,580	18,580	12,538	14,814	14,814
		ARR3	0 0 0	0 0 0	7,111 25,872	10,596 24,588	12,967 32,781	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
			28,980	15,157	24,286	41,246	60,110	55,068	67,689	46,098	76,691	32,558
<b>TOTALES</b>			94,851	88,518	109,167	183,943	195,857	351,130	373,595	249,156	367,151	237,864

DESARROLLO DE VIVIENDA:

ESTADO DE MEXICO 2

DEFINICION DE ACTIVIDADES		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Arrendamiento de terreno para almacen Costo de la infraestructura de almacenamiento Costos de capital de la infraestructura de almacenamiento Destajos de personal extraordinario Gastos telefónicos Nómina de mano de obra administrativa Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Renta de maquinaria para la descarga Valor de materiales dañados	311,478.09	17304 173	17304 346	17304 519	17304 692	17304 865	17304 1038	17304 1211	17304 1384	17304 1557	17304 1730	17304 1903	17304 2077	17304 2250	17304 2423	17304 2596
		33,323.35	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80	0 8,278.20 6,907.80
			0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00	0.00 0.00
			32,663	32,836	35,376	38,243	36,898	34,495	33,702	40,316	45,995	45,444	50,399	42,938	36,577	36,751	36,925
<b>INVENTARIOS</b>	Costos de capital por inventario Costos por ausencia de inventario	0.00	2471 0	4429 0	8795 0	16262 0	25109 0	34583 0	42808 0	52930 0	62896 0	73368 0	142841 0	155683 0	167190 0	182503 0	198428 0
			2,471	4,429	8,795	16,262	25,109	34,583	42,808	52,930	62,896	73,368	142,841	155,683	167,190	182,503	198,428
<b>DISTRIBUCION FISICA</b>	Arrendamiento de terreno para oficina del almacen Destajos de personal extraordinario Nómina de mano de obra administrativa Nómina de mano de obra auxiliares de almacen Nómina de operadores Renta de vehículo para transporte	3702.594	0 3,548 6,908 12,710 0	0 3,548 6,908 12,710 0	229 3,548 6,908 12,710 0	489 3,548 6,908 12,710 0	342 3,548 6,908 12,710 0	93 3,548 6,908 12,710 0	0 3,548 6,908 12,710 0	0 3,548 6,908 12,710 0	532 3,548 6,908 12,710 0	462 3,548 6,908 12,710 0	924 3,548 6,908 12,710 0	831 3,548 6,908 12,710 0	0 3,548 6,908 12,710 0	0 3,548 6,908 12,710 0	0 3,548 6,908 12,710 0
			23,186	23,166	23,394	23,854	23,808	23,259	23,166	29,607	30,139	30,069	30,531	22,331	21,700	21,700	21,700
<b>TOTALES</b>			68,300	60,431	67,665	78,169	85,616	92,337	99,676	122,554	139,020	148,881	223,671	221,153	225,468	240,954	287,054

Figura 48. Costeo a partir de los elementos de costo para los desarrollos Estado de México 1 y 2 (Elaboración propia)

**COSTEO A PARTIR DE LOS ELEMENTOS DE COSTO**  
DESARROLLO DE VIVIENDA:

MICHOACÁN 1

DEFINICION DE ACTIVIDADES		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ELEMENTOS DE COSTO</b>																	
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>  (12% anual)	Arrendamiento de terreno para almacen	ARR1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Costo de la infraestructura de almacenamiento	ALM	631,050.56	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627	34627
	Costos de capital de la infraestructura de almacenamiento			346	693	1039	1385	1731	2078	2424	2770	3116	3463	3809	4155	4502	4848	5194
	Destajos de personal extraordinario	DEST	283,204.50	0	0	0	0	0	0	0	0	51914	25654	57308	42607	30511	117491	0
	Gastos telefonicos	TELE																
	Nómina de mano de obra administrativa	70%	218,799.00	0.00	0.00	15,065.40	15,065.40	15,065.40	15,065.40	15,065.40	17,934.00	17,934.00	17,934.00	17,934.00	17,934.00	17,934.00	17,934.00	17,934.00
	Nómina de mano de obra auxiliares de almacen	50%	49,741.00	0.00	0.00	1,422.00	1,422.00	1,422.00	1,422.00	1,422.00	1,422.00	5,887.00	5,887.00	5,887.00	5,887.00	5,887.00	5,887.00	5,887.00
Renta de maquinaria para la descarga	ARR2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Valor de materiales dañados			34,973	35,320	52,153	52,500	52,846	53,192	53,538	56,753	113,479	87,665	119,655	106,410	93,451	180,787	63,642	
<b>TOTAL</b>			<b>42,030</b>	<b>48,726</b>	<b>51,945</b>	<b>50,066</b>	<b>56,105</b>	<b>109,550</b>	<b>116,397</b>	<b>131,205</b>	<b>221,107</b>	<b>226,425</b>	<b>442,370</b>	<b>468,704</b>	<b>359,248</b>	<b>500,727</b>	<b>369,428</b>	
<b>INVENTARIOS</b> (12%-5%)	Costos de capital por inventario		2511	8859	17367	25142	32835	39387	45888	56252	72836	87845	178408	203007	227506	253142	283120	
	Costos por ausencia de inventario	DEST2	214,496.43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105,598	108,898	0	0	0	
<b>TOTAL</b>			<b>2,511</b>	<b>8,859</b>	<b>17,367</b>	<b>25,142</b>	<b>32,835</b>	<b>39,387</b>	<b>45,888</b>	<b>56,252</b>	<b>72,836</b>	<b>87,845</b>	<b>284,007</b>	<b>311,905</b>	<b>227,506</b>	<b>253,142</b>	<b>283,120</b>	
<b>DISTRIBUCION FISICA</b>	Arrendamiento de terreno para oficina del almacen	10%																
	Destajos de personal extraordinario	10%	31467.167	0	0	0	0	0	0	0	0	5,016	2,479	5,537	4,136	2,948	11,352	0
	Nómina de mano de obra administrativa	30%	93,771.00	0	0	6,457	6,457	6,457	6,457	6,457	7,686	7,686	7,686	7,686	7,686	7,686	7,686	7,686
	Nómina de mano de obra auxiliares de almacen	50%	49,741.00	0	0	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	1,422	5,887	5,887	5,887	5,887	5,887	5,887	5,887
	Nómina de operadores		113,650.00	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	9,092	9,092	9,092	9,092	9,092	9,092	9,092	9,092	9,092	9,092
	Renta de vehiculo para transporte	ARR3	113,616	0	0	0	0	0	0	0	0	7,111	25,872	10,596	24,588	12,667	32,781	0
<b>TOTAL</b>			<b>4,546</b>	<b>4,546</b>	<b>12,425</b>	<b>12,425</b>	<b>12,425</b>	<b>16,971</b>	<b>16,971</b>	<b>16,200</b>	<b>34,792</b>	<b>51,015</b>	<b>38,798</b>	<b>51,389</b>	<b>38,280</b>	<b>66,798</b>	<b>22,665</b>	

DESARROLLO DE VIVIENDA:

JALISCO 1

DEFINICION DE ACTIVIDADES		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>ELEMENTOS DE COSTO</b>																	
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Arrendamiento de terreno para almacen	ARR1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	
	Costo de la infraestructura de almacenamiento	ALM	409,258.94	0	0	0	0	22737	22737	22737	22737	22737	22737	22737	22737	22737	22737	22737
	Costos de capital de la infraestructura de almacenamiento			0	0	0	0	227	455	682	909	1137	1384	1592	1819	2046	2274	2501
	Destajos de personal extraordinario	DEST	27,510.11	0	0	0	0	0	0	0	0	14485	1386	1044	11840	0	0	0
	Gastos telefonicos	TELE																
	Nómina de mano de obra administrativa	70%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2,868.60	8,748.60	8,748.60	8,748.60	8,748.60	8,748.60	11,617.20	2,868.60	0.00	0.00
	Nómina de mano de obra auxiliares de almacen	50%		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,000.00	4,000.00	5,422.00	5,422.00	6,844.00	6,844.00	6,844.00	6,844.00	6,844.00	9,887.00
Renta de maquinaria para la descarga	ARR2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Valor de materiales dañados			0	0	0	0	22,964	23,191	30,267	39,412	52,529	39,638	40,964	54,857	34,497	31,856	35,128	
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>303</b>	<b>1108</b>	<b>6190</b>	<b>13990</b>	<b>22706</b>	<b>60738</b>	<b>80669</b>	<b>170259</b>	<b>193200</b>	<b>217918</b>	
<b>INVENTARIOS</b>	Costos de capital por inventario		0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Costos por ausencia de inventario	DEST2		0	0	0	0	31	303	1,108	6,190	13,990	22,706	60,738	80,669	170,259	193,200	217,918
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>31</b>	<b>303</b>	<b>1,108</b>	<b>6,190</b>	<b>13,990</b>	<b>22,706</b>	<b>60,738</b>	<b>80,669</b>	<b>170,259</b>	<b>193,200</b>	<b>217,918</b>	
<b>DISTRIBUCION FISICA</b>	Arrendamiento de terreno para oficina del almacen	10%																
	Destajos de personal extraordinario	10%	3067.79	0	0	0	0	0	0	291	1,399	132	101	1,144	0	0	0	
	Nómina de mano de obra administrativa	30%		0	0	0	0	0	1,229	3,749	3,749	3,749	3,749	4,979	1,229	0	0	
	Nómina de mano de obra auxiliares de almacen	50%		0	0	0	0	0	4,000	4,000	5,422	5,422	6,844	6,844	6,844	6,844	9,887	
	Nómina de operadores			0	0	0	4,546	4,546	4,546	13,638	9,092	13,638	13,638	13,638	13,638	13,638	13,638	13,638
	Renta de vehiculo para transporte	ARR3	96,139	0	0	0	0	0	0	21,017	24,634	24,663	25,824	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>			<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4,546</b>	<b>4,546</b>	<b>9,775</b>	<b>42,696</b>	<b>44,297</b>	<b>47,604</b>	<b>50,156</b>	<b>26,605</b>	<b>21,711</b>	<b>20,482</b>	<b>23,525</b>	

Figura 49. Costeo a partir de los elementos de costo para los desarrollos Michoacán y Jalisco 1

(Elaboración propia)

**COSTEO A PARTIR DE  
DESARROLLO DE VIVIENDA:**

DEFINICION DE ACTIVIDADES	
ACTIVIDAD	ELEMENTOS DE C
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Arrendamiento de te
	Costo de la infraestr
	Costos de capital de
	Destajos de persona
	Gastos telefonicos
Nómina de mano de	Nómina de mano de
	Renta de maquinaria
	Valor de materiales
<b>INVENTARIOS</b>	Costos de capital po
	Costos por ausencia
<b>DISTRIBUCION FISICA</b>	Arrendamiento de te
	Destajos de persona
	Nómina de mano de
	Nómina de mano de
	Nómina de operador
	Renta de vehiculo pu

**ELEMENTOS DE COSTO**

JALISCO 2

	TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15	
ARR1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	3
ALM	703,476.81	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082	39082
DEST	11,839.81	391	782	1172	1563	1954	2345	2736	3127	3517	3908	4299	4690	5081	5471	5862	5862
TELE		0	0	0	0	0	0	7837	3974	0	0	844	0	0	0	0	0
70%		15,085.40	15,085.40	20,945.40	20,945.40	20,945.40	20,945.40	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00	23,814.00
50%		1,422.00	1,422.00	0.00	0.00	4,200.00	4,200.00	5,622.00	17,595.00	14,751.00	14,751.00	14,751.00	8,665.00	4,200.00	4,200.00	4,200.00	4,200.00
ARR2		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TOTAL	55,960	56,351	61,200	61,691	66,182	66,572	79,090	87,592	81,164	81,555	82,790	76,251	72,178	72,570	72,961		
DEST	0.00	1853	3710	5543	7368	11435	17365	25451	37482	48673	61010	133272	162465	191988	223303	240698	
TOTAL	1,853	3,710	5,543	7,368	11,435	17,365	25,451	37,482	48,673	61,010	133,272	162,465	191,988	223,303	240,698		
10%	1293.29	0	0	0	0	0	0	757	384	0	0	82	0	0	0	0	0
30%		6,457	6,457	8,977	8,977	8,977	8,977	10,206	10,206	10,206	10,206	10,206	10,206	10,206	10,206	10,206	10,206
50%		1,422	1,422	0	0	4,200	4,200	5,622	17,595	14,751	14,751	14,751	8,665	4,200	4,200	4,200	4,200
ARR3	0	0	0	0	0	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546	4,546
TOTAL	7,879	7,879	8,977	8,977	17,723	17,723	21,131	32,731	29,503	29,503	29,585	23,417	18,952	18,952	18,952		
<b>TOTALES</b>	<b>65,692</b>	<b>67,939</b>	<b>75,720</b>	<b>77,936</b>	<b>95,339</b>	<b>101,660</b>	<b>125,673</b>	<b>167,805</b>	<b>159,340</b>	<b>172,068</b>	<b>245,647</b>	<b>262,133</b>	<b>283,118</b>	<b>314,824</b>	<b>332,611</b>		

Figura 50. Costeo a partir de los elementos de costo para los desarrollos Jalisco 2  
(Elaboración propia)

## **Trazado o asignación de costos a los productos u otras visiones de la empresa**

La etapa final del proceso de costeo por actividades, consiste precisamente en asignar los costos de las mismas a los productos, tipo de clientes, canales de distribución, etc.

De esta manera, al análisis efectuado es aplicable a la cadena actual de distribución de materiales de la empresa.

Al calcular los porcentajes de los costos respecto a los materiales, estamos asignando el costo al material. Los porcentajes de costo logístico respecto al valor de los materiales, se muestra de manera histórica en la figura 51y 52, para los seis de los desarrollos de la empresa en estudio

## **IV.9 Medidas de desempeño**

### **Situación actual**

En general no se pudieron detectar medidas de desempeño a lo largo de las actividades logísticas que realiza la empresa.

Existe una medida de desempeño. Pero dicha medida no esta orientada a los procesos logísticos, sino a evaluar el desempeño del personal de manera global.

Se pudo detectar que en uno de los desarrollos se empleaba un registro de reclamaciones para documentar el nivel de servicio que presta el almacén a los usuarios en este caso, al área de producción de vivienda.

En general los usuarios de la cadena de suministros de materiales, que propiamente son el área de producción de viviendas, están inconformes con el nivel de servicio brindado por la cadena.

La apreciación general consiste en que los tiempos de entrega por parte de los almacenes centrales a los almacenes locales corresponden a periodos muy largos. Por otra parte, los suministros no llegan en cantidades correctas, esto es las cantidades siempre son menores.

Los usuarios reconocen que una parte muy importante para el correcto funcionamiento de la cadena es la planeación de la producción y la planeación de los requerimientos, sin embargo es una actividad que no se toma en serio.

Sobre el tiempo de despacho de materiales del almacén local hacia los trenes de producción, se aprecia que se requiere demasiado tiempo, requiriendo hasta varias horas para poder concretar una salida de material.

## COSTO BASADO EN ACTIVIDADES

### DESARROLLO DE VIVIENDA:

### ESTADO DE MEXICO 1

#### COSTOS POR ACTIVIDAD ( A B C)

		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Costo total aplicado	882,751	58,946	56,602	56,217	100,054	78,960	114,983	102,838	90,004	162,990	61,156
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	4.4%	15.1%	7.4%	6.5%	5.7%	2.7%	8.3%	3.5%	3.0%	3.6%	4.1%
<b>INVENTARIOS</b>	Costo total aplicado	920,450	6,934	16,758	28,664	42,642	56,797	181,079	203,100	113,055	127,470	143,951
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	4.6%	1.8%	2.2%	3.3%	2.4%	1.9%	13.1%	6.9%	3.7%	2.8%	9.7%
<b>DISTRIBUCION</b>	Costo total aplicado	447,853	28,980	15,157	24,286	41,246	60,110	55,068	67,659	46,098	76,691	32,558
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	2.2%	7.4%	2.0%	2.8%	2.3%	2.0%	4.0%	2.3%	1.5%	1.7%	2.2%
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo total aplicado	2,251,053	94,861	88,518	109,167	183,943	195,867	351,130	373,596	249,156	367,151	237,664
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	11.2%	24.2%	11.5%	12.6%	10.4%	6.6%	25.4%	12.6%	8.2%	8.2%	16.0%

### DESARROLLO DE VIVIENDA:

### ESTADO DE MEXICO 2

#### COSTOS POR ACTIVIDAD ( A B C)

		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Costo total aplicado	579,559	32,663	32,836	35,376	38,243	36,898	34,495	33,702	40,316	45,995	45,444	50,399	42,938	36,577	36,751	36,925
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	3.5%	5.6%	23.8%	7.1%	3.4%	2.3%	5.0%	1.9%	2.6%	2.5%	3.4%	3.7%	3.2%	6.5%	3.6%	3.7%
<b>INVENTARIOS</b>	Costo total aplicado	1,169,989	2,471	4,429	8,795	16,262	25,109	34,583	42,808	52,630	62,886	73,368	142,641	155,883	167,190	182,503	198,428
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	7.1%	0.4%	3.2%	1.8%	1.5%	1.6%	5.0%	2.5%	3.4%	3.4%	5.5%	10.3%	11.5%	29.6%	17.9%	19.9%
<b>DISTRIBUCION</b>	Costo total aplicado	371,090	23,166	23,166	23,394	23,654	23,508	23,259	23,166	29,607	30,139	30,069	30,531	22,331	21,700	21,700	21,700
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	2.3%	4.0%	16.8%	4.7%	2.1%	1.5%	3.4%	1.3%	1.9%	1.6%	2.3%	2.2%	1.6%	3.8%	2.1%	2.2%
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo total aplicado	2,120,637	58,300	60,431	67,565	78,159	85,516	92,337	99,676	122,554	139,020	148,881	223,571	221,153	225,468	240,954	257,054
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	12.9%	9.9%	43.8%	13.6%	7.0%	5.3%	13.3%	5.7%	7.9%	7.6%	11.2%	16.2%	16.3%	39.9%	23.7%	25.8%

### DESARROLLO DE VIVIENDA:

### MICHOACAN 1

#### COSTOS POR ACTIVIDAD ( A B C)

		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Costo total aplicado	1,155,184	34,973	35,320	52,153	52,500	52,846	53,192	53,538	56,753	113,479	87,565	119,565	105,410	93,461	180,787	63,647
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	11.9%	25.14.6%	21.9%	20.7%	25.9%	11.2%	33.8%	14.7.0%	16.4%	8.8%	6.5%	7.3%	31.3%	13.0%	11.4%	5.5%
<b>INVENTARIOS</b>	Costo total aplicado	1,748,603	2,511	8,859	17,367	25,142	32,835	39,387	45,888	56,252	72,836	87,845	284,007	311,905	227,506	253,142	283,127
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	18.0%	180.5%	5.5%	6.9%	12.4%	7.0%	25.0%	126.0%	16.3%	5.7%	6.5%	17.3%	92.7%	31.7%	16.0%	24.5%
<b>DISTRIBUCION</b>	Costo total aplicado	402,245	4,546	4,546	12,425	12,425	12,425	16,971	16,971	18,200	34,792	51,015	38,798	51,389	38,280	66,798	22,666
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	4.2%	326.9%	2.8%	4.9%	6.1%	2.6%	10.8%	46.8%	5.3%	2.7%	3.8%	2.4%	15.3%	5.3%	4.2%	2.0%
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo total aplicado	3,306,032	42,030	48,725	81,945	90,066	98,105	109,550	116,397	131,205	221,107	226,425	442,370	468,704	359,248	500,727	369,422
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	34.1%	3022.0%	30.2%	32.5%	44.4%	20.9%	69.5%	319.7%	38.0%	17.2%	16.8%	27.0%	139.3%	50.1%	31.6%	32.0%

Figura 51. Costos ABC de los desarrollos Estado de México 1 y 2 y Michoacán 1



## COSTO BASADO EN ACTIVIDADES

### DESARROLLO DE VIVIENDA:

### JALISCO 1

COSTOS POR ACTIVIDAD ( A B C )		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>ALMACENAMIENTO- MANEJO</b>	Costo total aplicado	405,322	0	0	0	0	22,964	23,191	30,287	39,412	52,529	39,638	40,964	54,857	34,497	31,858	35,128
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	2.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	573.8%	2319134.0%	585.3%	13.2%	9.7%	4.2%	3.6%	2.9%	0.4%	3.4%	4.7%
<b>INVENTARIOS</b>	Costo total aplicado	767,112	0	0	0	0	31	303	1,108	6,190	13,990	22,706	60,738	80,669	170,259	193,200	217,918
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	4.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%	30346.4%	20.7%	2.1%	2.6%	2.4%	5.3%	4.2%	1.8%	20.4%	29.0%
<b>DISTRIBUCION</b>	Costo total aplicado	295,945	0	0	0	0	4,546	4,546	9,775	42,696	44,297	47,604	50,156	26,605	21,711	20,482	23,525
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	1.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	113.6%	454600.0%	182.4%	14.3%	8.2%	5.0%	4.4%	1.4%	0.2%	2.2%	3.1%
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo total aplicado	1,468,379	0	0	0	0	27,541	28,041	41,171	88,298	110,816	109,948	151,859	162,131	228,467	245,538	276,570
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	9.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	688.2%	2804080.4%	768.4%	29.6%	20.5%	11.6%	13.2%	8.5%	2.4%	25.9%	36.8%

### DESARROLLO DE VIVIENDA:

### JALISCO 2

COSTOS POR ACTIVIDAD ( A B C )		TOTAL	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>ALMACENAMIENTO- MANEJO</b>	Costo total aplicado	1,074,008	55,960	56,351	61,200	61,591	66,182	66,572	79,090	87,592	81,164	81,555	82,790	76,251	72,178	72,570	72,961
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	17.2%	717.3%	758.1%	269.2%	258.7%	78.8%	12.0%	14.6%	22.8%	6.5%	9.5%	6.6%	13.2%	16.6%	62.5%	50.4%
<b>INVENTARIOS</b>	Costo total aplicado	1,171,614	1,853	3,710	5,543	7,368	11,435	17,365	25,451	37,482	48,673	61,010	133,272	162,465	191,988	223,303	240,698
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	18.7%	23.7%	49.9%	24.4%	30.9%	13.6%	3.1%	4.7%	9.8%	3.9%	7.1%	10.6%	28.2%	44.2%	192.3%	166.3%
<b>DISTRIBUCION</b>	Costo total aplicado	291,881	7,879	7,879	8,977	8,977	17,723	17,723	21,131	32,731	29,503	29,503	29,585	23,417	18,952	18,952	18,952
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	4.7%	101.0%	106.0%	39.5%	37.7%	21.1%	3.2%	3.9%	8.5%	2.4%	3.4%	2.4%	4.1%	4.4%	16.3%	13.1%
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo total aplicado	2,537,504	65,692	67,939	75,720	77,935	95,339	101,660	125,673	157,805	159,340	172,068	245,647	262,133	283,118	314,824	332,611
	Costo como porcentaje del costo de adquisicion del insumo	40.5%	842.0%	914.0%	333.1%	327.3%	113.5%	18.4%	23.2%	41.1%	12.7%	20.0%	19.6%	45.4%	65.2%	271.1%	229.8%

## Propuesta

Basándonos en lo propuesto se calcularon algunas medidas de desempeño para ejemplificar su potencialidad de uso. La empresa de construcción debe definir sus indicadores e implementarlos. Algunos indicadores pueden requerir la obtención de información que no esta disponible o incluso algunos indicadores obligarán a la empresa a incluir en sus sistemas de información, datos que originalmente no se incluían. En este caso, a fin de poder establecer medidas de desempeño para comparar cuantitativamente el desempeño de las actividades logísticas, se recurrieron las minutas, oficios y relaciones de embarque y entrega, así como a las solicitudes de compra que la empresa ya posee, sin que haya sido posible definir nuevos datos o realizar observaciones directas para obtenerlos. Las raíces básicas de información empleadas son:

- 1) REPORTE DE REQUISICIONES
  - a) Requisiciones por desarrollo
- 2) REPORTE DE PERSONAL
  - a) Horas hombre de personal en almacén
  - b) Horas hombre de personal en la actividad de transporte o distribución
- 3) REPORTE DE MOVIMIENTOS DE ALMACENES
  - a) Inventario por periodo
  - b) Salidas de material por periodo
  - c) Entradas de material por periodo
- 4) REPORTE DE ENTRADAS Y SALIDAS DE ALMACENES
  - a) Vales de salida de materiales por frente de obra o globales
  - b) Vales de entrada al almacén por compra o por traspaso

De igual manera que con el costeo ABC, conviene que con las métricas de desempeño se vaya realizando un historial, por ello, el historial que se calcula a continuación, usó datos históricos existentes. Los datos recabados, para seis de los desarrollos de la empresa, Estado de México 1, Estado de México 2, Michoacán 1, Jalisco 1, Jalisco 2, se muestran en la figura 53, 54, 55, 56,57. en los cuales se observa que se pudieron recabar datos operativos históricos sobre compras, almacenamiento , inventarios y distribución.

## IV.10 Análisis

A partir de los costos calculados mediante ABC, se pueden derivar análisis operativos. De los desarrollos estudiados, se obtuvo que existe un rango muy amplio de costos logísticos en los que la empresa incurre.

De manera general podemos observar que al calcular el costo logístico total y el porcentaje de costo logístico respecto al costo de los materiales, se tiene un parámetro para decidir si conviene o no realizar un outsourcing de las actividades logísticas de suministro de materiales.

**DESCRIPCION OPERATIVA Y METRICA DE DESEMPEÑO**  
**DEBARROLLO DE VIVIENDA: ESTADO DE MEXICO 1**

DESCRIPCION OPERATIVA		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
<b>COMPRAS / TRANSPORTE</b>	REQUISICIONES TOTALES ATENDIDAS	139	50	58	144	119	50	143	181	161	25
	ORDENES ATENDIDAS CON RETRASO	0	33	34	76	74	37	113	113	134	6
	TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION	3	10	13	13	13	15	16	12	13	6
	TIEMPO PROMEDIO DE SUMINISTROS ATRASADOS	0	13	19	21	18	18	20	16	15	8
	MAXIMOS DE ENTRGA POR MES	0	40	60	59	57	50	78	54	35	8
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 1 (OE)	30	121	160	251	307	187	318	425	328	203
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 2 (E)	41	102	163	210	352	162	273	324	451	266
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 3 (I)	0	38	59	80	94	47	86	93	157	73
	TOTAL DE ORDENES DE SALIDA ATENDIDAS	71	261	382	521	753	396	677	842	934	542
	HORAS-HOMBRE LABORADAS	768	768	768	960	960	960	960	960	960	960
<b>INVENTARIOS</b>	VALOR DEL MATERIAL SUMINISTRADO MENSUAL	391,542	769,725	869,465	1,768,537	2,947,753	1,381,407	2,954,537	3,034,105	4,500,176	1,487,248
	INVENTARIO PROMEDIO SEMANAL DEL MES	1,188,722	1,684,100	2,041,041	2,396,276	2,426,428	3,202,976	3,209,348	3,231,969	2,471,100	2,825,287
	PROMEDIO DE SALIDAS SEMANALES DEL MES	195,771	153,945	217,366	442,134	589,551	276,281	492,423	758,526	1,125,044	743,624
<b>DISTRIBUCION</b>	VALOR DE LOS MATERIALES DISTRIBUIDOS	391,542	769,725	869,465	1,768,537	2,947,753	1,381,407	2,954,537	3,034,105	4,500,176	1,487,248

INDICADORES DE DESEMPEÑO		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10
<b>CALIDAD</b>											
<b>COMPRAS</b>	Porcentaje de ordenes concretadas sin retraso	100.0%	34.0%	39.3%	47.2%	37.8%	26.0%	21.0%	37.6%	16.8%	76.0%
	Porcentaje de ordenes concretadas con retraso	0.0%	66.0%	60.7%	52.8%	62.2%	74.0%	79.0%	62.4%	83.2%	24.0%
<b>PRODUCTIVIDAD</b>											
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Valor de materiales movidos / horas laborales	510	1,002	1,132	1,842	3,071	1,439	3,078	3,161	4,688	1,549
	Costo de almacenamiento / numero de operaciones	830	217	147	192	105	290	152	107	175	113
<b>INVENTARIOS</b>	Valor de los materiales en movimiento / Costos actuales de alm	56	46	30	41	52	8	15	27	35	10
	Valor de material movido (semanal) / Valor de los materiales en	16.5%	9.1%	10.6%	18.5%	24.3%	8.6%	15.3%	23.5%	45.5%	26.3%
	Valor de material movido / Valor de los materiales en inventario	32.9%	45.7%	42.6%	73.8%	121.5%	43.1%	92.1%	93.9%	182.1%	52.6%
<b>DISTRIBUCION</b>	Valor de la mercancia distribuida / Costos de distribución	14	51	36	43	49	25	44	66	59	46
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo logistico por operación de salida	1,336	339	286	353	260	887	552	296	393	438

Figura 53. Datos operativos y métricas de desempeño desarrollo Estado de México 1. (Elaboración Propia)

**DESCRIPCION OPERATIVA Y METRICA DE DESEMPEÑO**  
**DESARROLLO DE VIVIENDA:** **ESTADO DE MEXICO 2**

DESCRIPCION OPERATIVA		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>COMPRAS / TRANSPORTE</b>	REQUISICIONES TOTALES ATENDIDAS	18	4	8	7	78	20	35	41	53	75	39	24	30	11	20
	ORDENES ATENDIDAS CON RETRASO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	1	0	0	0	0
	TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION	4	1	1	1	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	3
	TIEMPO PROMEDIO DE SUMINISTROS ATRASADOS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	12	0	0	0	0
	MAXIMOS DE ENTRGA POR MES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	12	0	0	0	0
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 1 (OE)	111	66	203	271	308	189	255	289	210	210	150	107	103	137	154
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 2 (E)		5	156	209	235	173	347	325	389	435	199	208	134	167	175
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 3 (I)							58	94	172	164	115	148	111	60	69
	TOTAL DE ORDENES DE SALIDA ATENDIDAS	111	71	359	480	543	362	660	708	771	809	464	461	348	364	398
	HORAS-HOMBRE LABORADAS	768	768	768	768	768	768	768	1,152	1,152	1,152	1,152	960	960	960	960
<b>INVENTARIOS</b>	VALOR DEL MATERIAL SUMINISTRADO MENSUAL	586,297	138,075	494,995	1,111,805	1,599,473	693,996	1,737,881	1,556,879	1,838,831	1,335,123	1,380,543	1,359,803	564,637	1,018,092	996,773
	INVENTARIO PROMEDIO SEMANAL DEL MES	423,522	335,767	748,404	1,280,014	1,516,744	1,624,066	1,410,081	1,683,768	1,758,142	1,796,875	1,686,742	1,324,216	1,130,697	1,531,277	1,592,533
	PROMEDIO DE SALIDAS SEMANALES DEL MES	146,574	34,519	123,749	222,321	399,868	173,499	347,576	389,220	367,766	333,781	345,136	229,634	188,212	254,523	249,193
<b>DISTRIBUCION</b>	VALOR DE LOS MATERIALES DISTRIBUIDOS	586,297	138,075	494,995	1,111,805	1,599,473	693,996	1,737,881	1,556,879	1,838,831	1,335,123	1,380,543	1,359,803	564,637	1,018,092	996,773

INDICADORES DE DESEMPEÑO		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>CALIDAD</b>																
<b>COMPRAS</b>	Porcentaje de ordenes concretadas sin retraso	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	74.7%	97.4%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
	Porcentaje de ordenes concretadas con retraso	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	25.3%	2.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<b>PRODUCTIVIDAD</b>																
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Valor de materiales movidos / horas laborales	763	180	645	1,447	2,083	904	2,263	1,351	1,596	1,159	1,198	1,418	588	1,061	1,038
	Costo de almacenamiento / numero de operaciones	294	462	99	80	68	95	51	57	60	56	109	93	105	101	93
<b>INVENTARIOS</b>	Valor de los materiales en movimiento / Costos actuales de almacenamiento	237	31	56	68	64	20	41	30	29	18	10	9	3	6	5
	Valor de material movido (semanal) / Valor de los materiales en movimiento	34.6%	10.3%	16.5%	17.4%	26.4%	10.7%	24.6%	23.1%	20.9%	18.6%	20.5%	17.1%	16.6%	16.6%	15.6%
	Valor de material movido / Valor de los materiales en inventario	138.4%	41.1%	66.1%	86.8%	105.5%	42.7%	123.2%	92.5%	104.6%	74.3%	81.8%	102.7%	49.9%	66.5%	62.6%
<b>DISTRIBUCION</b>	Valor de la mercancia distribuida / Costos de distribución	25	6	21	47	68	30	75	53	61	44	45	61	26	47	46
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo logistico por operación de salida	525	851	186	163	157	255	151	173	180	184	482	480	648	662	646

Figura 54. Datos operativos y métricas de desempeño desarrollo Estado de México 2. (Elaboración propia)

**DESCRIPCION OPERATIVA Y METRICA DE DESEMPEÑO**

DESARROLLO DE VIVIENDA:

**MICHOACAN 1**

DESCRIPC	RATIVA	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
CO TRAI	REQUISICIONES TOTALES ATENDIDAS										80	98	38	67	242	42
	ORDENES ATENDIDAS CON RETRASO										35	62	1	39	193	6
	TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION										9	10	5	14	14	11
	TIEMPO PROMEDIO DE SUMINISTROS ATRASADOS										18	22	10	24	15	11
	MAXIMOS DE ENTRGA POR MES										30	113	10	57	33	19
ALMAC M	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 1 (OE)	0	1	1	64	67	82	19	8	19	8	45	14	23	82	79
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 2 (E)	2	97	159	100	103	186	28	65	203	344	495	154	417	564	716
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 3 (I)	0	0	0	0	0	0	0	0	56	81	110	32	14	156	198
	TOTAL DE ORDENES DE SALIDA ATENDIDAS	2	98	160	164	170	268	47	73	278	433	650	200	454	802	993
	HORAS-HOMBRE LABORADAS	384	384	384	384	384	384	384	576	960	960	960	960	960	960	960
INVI S	VALOR DEL MATERIAL SUMINISTRADO MENSUAL	1,391	161,231	252,362	202,846	470,194	157,571	36,411	345,441	1,283,147	1,348,618	1,639,484	336,503	716,727	1,583,625	1,154,305
	INVENTARIO PROMEDIO SEMANAL DEL MES	430,466	1,088,286	1,458,494	1,332,741	1,318,789	1,123,303	1,114,435	1,776,663	2,842,941	2,573,065	2,781,643	2,449,969	2,563,549	2,997,841	
	PROMEDIO DE SALIDAS SEMANALES DEL MES	695	40,306	63,090	40,569	117,548	39,393	7,282	89,360	320,787	269,724	409,871	67,301	179,182	395,806	384,768
DIS IN	VALOR DE LOS MATERIALES DISTRIBUIDOS	1,391	161,231	252,362	202,846	470,194	157,571	36,411	345,441	1,283,147	1,348,618	1,639,484	336,503	716,727	1,583,625	1,154,305
INDICAD	DESEMPEÑO	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
C	Porcentaje de ordenes concretadas sin retraso										56.3%	38.7%	97.4%	41.8%	20.2%	65.7%
	Porcentaje de ordenes concretadas con retraso										43.8%	63.3%	2.6%	58.2%	79.8%	14.3%
ALMA I	Valor de materiales movidos / horas laborales	4	420	657	528	1,224	410	95	600	1,337	1,405	1,708	351	747	1,650	1,202
	Costo de almacenamiento / numero de operaciones	17,487	360	326	320	311	198	1,139	777	408	202	184	527	208	225	64
INVI S	Valor de los materiales en movimiento / Costos actuales de alm	1	18	15	8	14	4	1	6	18	15	6	1	3	6	4
	Valor de material movido (semanal) / Valor de los materiales en	0.2%	3.7%	4.3%	3.0%	8.9%	3.5%	0.7%	4.9%	11.3%	10.5%	14.7%	2.7%	7.3%	15.4%	12.8%
	Valor de material movido / Valor de los materiales en inventario	0.3%	14.8%	17.3%	15.2%	35.7%	14.0%	3.3%	19.4%	45.1%	52.4%	58.9%	13.7%	29.3%	61.8%	38.5%
DIS ON	Valor de la mercancia distribuida / Costos de distribución	0.3	35	20	16	38	9	2	19	37	26	42	7	19	24	51
	Costo logístico por operación de salida	21,015	497	512	549	577	409	2,477	1,797	795	523	681	2,344	791	624	372

Figura 55. Datos operativos y métricas de desempeño desarrollo Michoacán. (Elab. Propia)

Pautas para la gestión logística de suministros en las empresas de construcción de viviendas en serie

Figura 56. Datos operativos y métricas de desempeño desarrollo Jalisco 1. (Elab. Propia)

### DESCRIPCION OPERATIVA Y METRICA DE DESEMPEÑO

DESARROLLO DE VIVIENDA:

JALISCO 1

DESCRIPCION OPERATIVA		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
COMPRAS / TRANSPORTE	REQUISICIONES TOTALES ATENDIDAS	0	0	0	0	17	214	62	152	14	90	93	23	45	103	14
	ORDENES ATENDIDAS CON RETRASO	0	0	0	0	17	214	62	152	11	87	77	17	45	82	12
	TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION	0	0	0	0	99	136	29	25	16	23	20	24	16	13	10
	TIEMPO PROMEDIO DE SUMINISTROS ATRASADOS	0	0	0	0	99	136	29	25	20	23	23	32	16	16	11
	MAXIMOS DE ENTRGA POR MES	0	0	0	0	267	262	166	93	41	145	130	42	50	39	14
ALMACENAMIENTO- MANEJO	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 1 (OE)							6	110	184	381	215	231	153	239	311
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 2 (E)								175	123	225	184	231	159	211	186
	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES ALMACEN 3 (I)										79	70	44	58	83	
	TOTAL DE ORDENES DE SALIDA ATENDIDAS	0	0	0	0	0	0	6	294	307	606	478	532	356	508	580
	HORAS-HOMBRE LABORADAS	0	0	0	0	384	384	384	576	768	768	960	1,152	768	676	768
INVENTARIOS	VALOR DEL MATERIAL SUMINISTRADO MENSUAL	0	0	0	0	4,002	1	5,358	298,137	539,348	948,795	1,146,918	1,916,645	9,567,947	946,591	752,555
	INVENTARIO PROMEDIO SEMANAL DEL MES	0	0	0	0	5,360	46,663	137,957	871,162	1,337,155	1,494,115	2,181,379	1,993,146	8,958,972	2,294,050	2,471,815
	PROMEDIO DE SALIDAS SEMANALES DEL MES	0	0	0	0	1,001	0	1,072	99,379	134,637	189,759	286,730	319,441	2,391,987	315,530	150,511
DISTRIBUCION	VALOR DE LOS MATERIALES DISTRIBUIDOS	0	0	0	0	4,002	1	5,358	298,137	539,348	948,795	1,146,918	1,916,645	9,567,947	946,591	752,555

INDICADORES DE DESEMPEÑO		MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
CALIDAD																
COMPRAS	Porcentaje de órdenes concretadas sin retraso	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	21.4%	3.3%	17.2%	26.1%	0.0%	20.4%	14.3%
	Porcentaje de órdenes concretadas con retraso	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	78.6%	96.7%	82.8%	73.9%	100.0%	79.6%	85.7%
PRODUCTIVIDAD																
ALMACENAMIENTO- MANEJO	Valor de materiales movidos / horas laborales					10	0	14	518	702	1,235	1,195	1,864	1,246	1,643	980
	Costo de almacenamiento / numero de operaciones					-	-	5,048	134	171	65	86	103	97	63	61
INVENTARIOS	Valor de los materiales en movimiento / Costos actuales de almacenamiento					128	0	5	48	39	42	19	24	56	5	3
	Valor de material movido (semanal) / Valor de los materiales en inventario					18.7%	0.0%	0.8%	11.4%	10.1%	12.7%	13.1%	16.0%	26.7%	13.8%	6.1%
	Valor de material movido / Valor de los materiales en inventario					74.7%	0.0%	3.9%	34.2%	40.3%	63.5%	52.6%	96.2%	106.8%	41.3%	30.4%
DISTRIBUCION	Valor de la mercancía distribuida / Costos de distribución					1	0	1	7	12	20	23	72	441	46	32
COSTO TOTAL	Costo logístico por operación de salida	0	0	0	0	0	0	6,862	300	361	181	318	305	636	483	477

Figura 57. Datos operativos y métricas de desempeño desarrollo Jalisco 2. (Elab. Propria)

DESCRIPCION OPERATIVA Y DESARROLLO DE VIVIENDA:	
<b>DESCRIPCION OPERATIVA</b>	
<b>COMPRAS / TRANSPORTE</b>	REQUISICIONES TOTALES ATENDIDAS ORDENES ATENDIDAS CON RETRASO TIEMPO PROMEDIO DE ATENCION TIEMPO PROMEDIO DE SUMINISTRACION MAXIMOS DE ENTRGA POR MES
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	NUMERO DE SALIDAS MENSUALES NUMERO DE SALIDAS MENSUALES CON RETRASO NUMERO DE SALIDAS MENSUALES CON ERROR TOTAL DE ORDENES DE SALIDA / HORAS-HOMBRE LABORADAS
<b>INVENTARIOS</b>	VALOR DEL MATERIAL SUMINISTRADO INVENTARIO PROMEDIO SEMANAL PROMEDIO DE SALIDAS SEMANAL
<b>DISTRIBUCION</b>	VALOR DE LOS MATERIALES DISTRIBUIDOS
<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO</b>	
<b>COMPRAS</b>	Porcentaje de ordenes concretadas a tiempo Porcentaje de ordenes concretadas sin errores
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	Valor de materiales movidos / horas hombre Costo de almacenamiento / numero de salidas
<b>INVENTARIOS</b>	Valor de los materiales en movimiento Valor de material movido (semanal) / Valor de inventario
<b>DISTRIBUCION</b>	Valor de la mercancia distribuida / Costo logístico
<b>COSTO TOTAL</b>	Costo logístico por operación de desarrollo

**AREA DE DESEMPEÑO  
JALISCO 2**

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12	MES 13	MES 14	MES 15
<b>COMPRAS</b>	0	1	2	9	93	130	123	91	3	22	32	11	0	8	4
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	14	6	9	5	1	34	0	351	188	150	187	212			
<b>INVENTARIOS</b>	7,802	7,434	22,730	23,811	83,974	552,519	541,685	383,691	1,252,451	859,796	1,252,300	577,016	434,461	116,140	144,713
<b>DISTRIBUCION</b>	7,802	7,434	22,730	23,811	83,974	552,519	541,685	383,691	1,252,451	859,796	1,252,300	577,016	434,461	116,140	144,713
<b>INDICADORES DE DESEMPEÑO</b>															
<b>COMPRAS</b>	0.0%	100.0%	50.0%	0.0%	98.9%	7.7%	14.6%	24.2%	0.0%	22.7%	25.0%	18.2%	0.0%	12.5%	0.0%
<b>ALMACENAMIENTO-MANEJO</b>	20	19	59	62	146	959	564	200	815	560	815	501	568	151	188
<b>INVENTARIOS</b>	4	2	4	3	7	32	21	10	26	14	9	4	2	1	1
<b>DISTRIBUCION</b>	1	1	3	3	5	31	26	12	42	29	42	25	23	6	8
<b>COSTO TOTAL</b>	3,285	5,662	3,155	11,134	95,339	1,993	321	132	467	612	684	738	0	0	

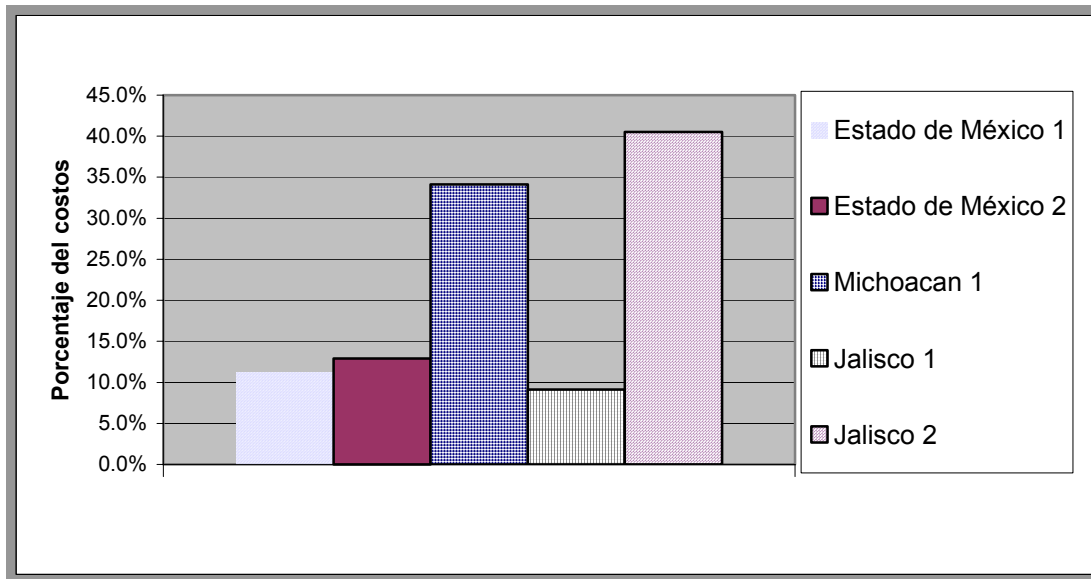


Figura 58. Costos logísticos totales obtenidos por el ABC para cinco desarrollos de la empresa, calculados como un porcentaje del valor del material. (Elab. Propia)

Una vez obtenidos los costos ABC, se pueden sumar para obtener el costo logístico total. Se calculó el costo logístico para los seis desarrollos y se grafico en la figura 58. Obsérvese que los costos logísticos totales que se calcularon para el desarrollo Jalisco 2 representan poco más del 40% del valor del material. Esto es, una vez comprado el material a un costo, la empresa agrega un 40% más de costo logístico para llevarlo a los trenes de producción. Si existe un proveedor capaz de absorber todas las operaciones logísticas en el desarrollo y ofrecer el producto a un precio inferior a este costo, es conveniente realizar el outsourcing, debido a las ventajas que esto presenta.

Por ejemplo, si la empresa de construcción de vivienda adquiere un mueble de baño a un costo de \$622 pesos, y existe un proveedor capaz de suministrarlo en el tren de producción con un nivel de servicio requerido y flexible (diariamente, libre de daños, etc) a un costo 38% más alto ( o sea \$858.36 pesos), la empresa de construcción de vivienda puede optar por contratar al proveedor para suministrar dicho desarrollo.

Se observa además que el menor costo logístico lo registra el desarrollo Jalisco 1, por lo que el hecho que el desarrollo no este en el área metropolitana de la ciudad de México, no es un obstáculo para obtener costos logísticos bajos.

Además, el costo logístico total es un parámetro inmediato para determinar que los desarrollos, Morelia 1 y Jalisco 2, están realizando sus operaciones logísticas de manera inadecuada o que dadas las condiciones de dichos desarrollos, las operaciones logísticas son costosas.

Al revisar la composición de los costos logísticos calculados para la empresa mediante ABC para los seis desarrollos, se construyó la gráfica mostrada en la figura 59. En ella, se distingue que los costos generados por el almacenamiento representan el mayor porcentaje de costo en los primeros meses de obra, mientras que a medida que transcurre el tiempo, el costo de los inventarios adquiere mayor peso.



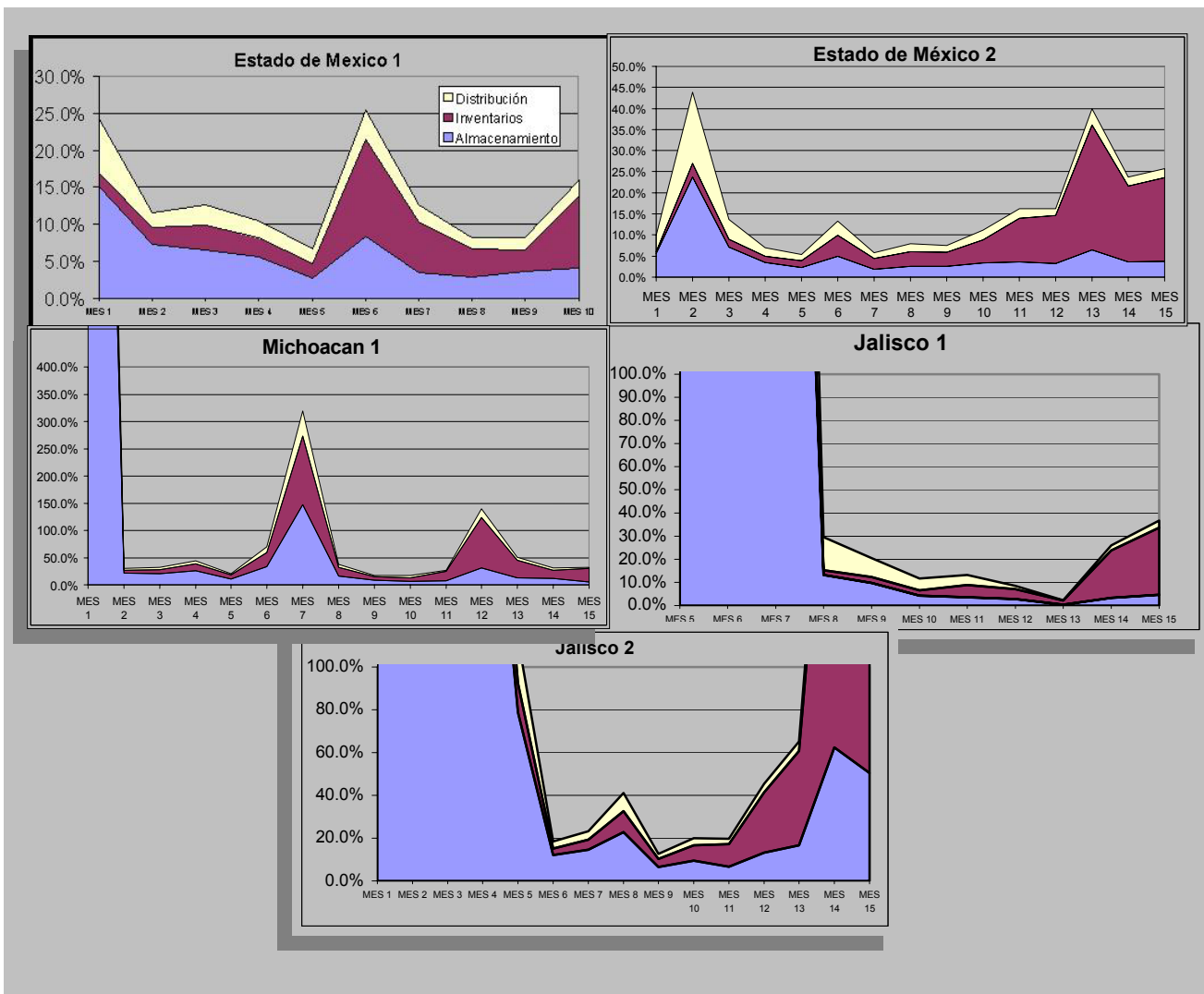


Figura 59. Composición de los costos logísticos totales, según las actividades de almacenamiento, inventarios y distribución para cinco desarrollos de la empresa. (Elab. Propia)

Lo anterior se entiende en la medida que al principio de la obra, el volumen de material que se emplea en los desarrollos es muy bajo, lo cual genera que los costos de almacenamiento sean muy altos con relación al volumen. De igual manera, conforme transcurre la obra, al no existir un control del inventario, el almacén se llena de materiales que no se requieren o que ya son obsoletos, y los costos financieros del exceso de inventario incrementan los costos del inventario.

Es evidente que durante el inicio de la obra no es beneficioso en costo, gastar infraestructura, equipo y personal para un almacén, dado que los volúmenes de obra no justifican el costo. La empresa no ha visualizado lo anterior y por ello, los costos logísticos se disparan al inicio de la obra como el caso del desarrollo Michoacán 1. En el caso del desarrollo Jalisco 2, es evidente que mantener un almacén en ese desarrollo no es beneficioso para la empresa.

De manera general, los costos de distribución del material desde los almacenes locales hacia los trenes de producción se mantiene constante y representa el menor porcentaje de los tres costos calculados, sin embargo, algunas variaciones de este costo pueden reflejar la falta de productividad del personal y los equipos de distribución. Para los desarrollos Estado de México 1, Estado de México 2 y Jalisco 1, el costo de distribución en promedio es cercano al 2%, mientras que en Michoacán 1 y Jalisco 2 es mayor al 4%.

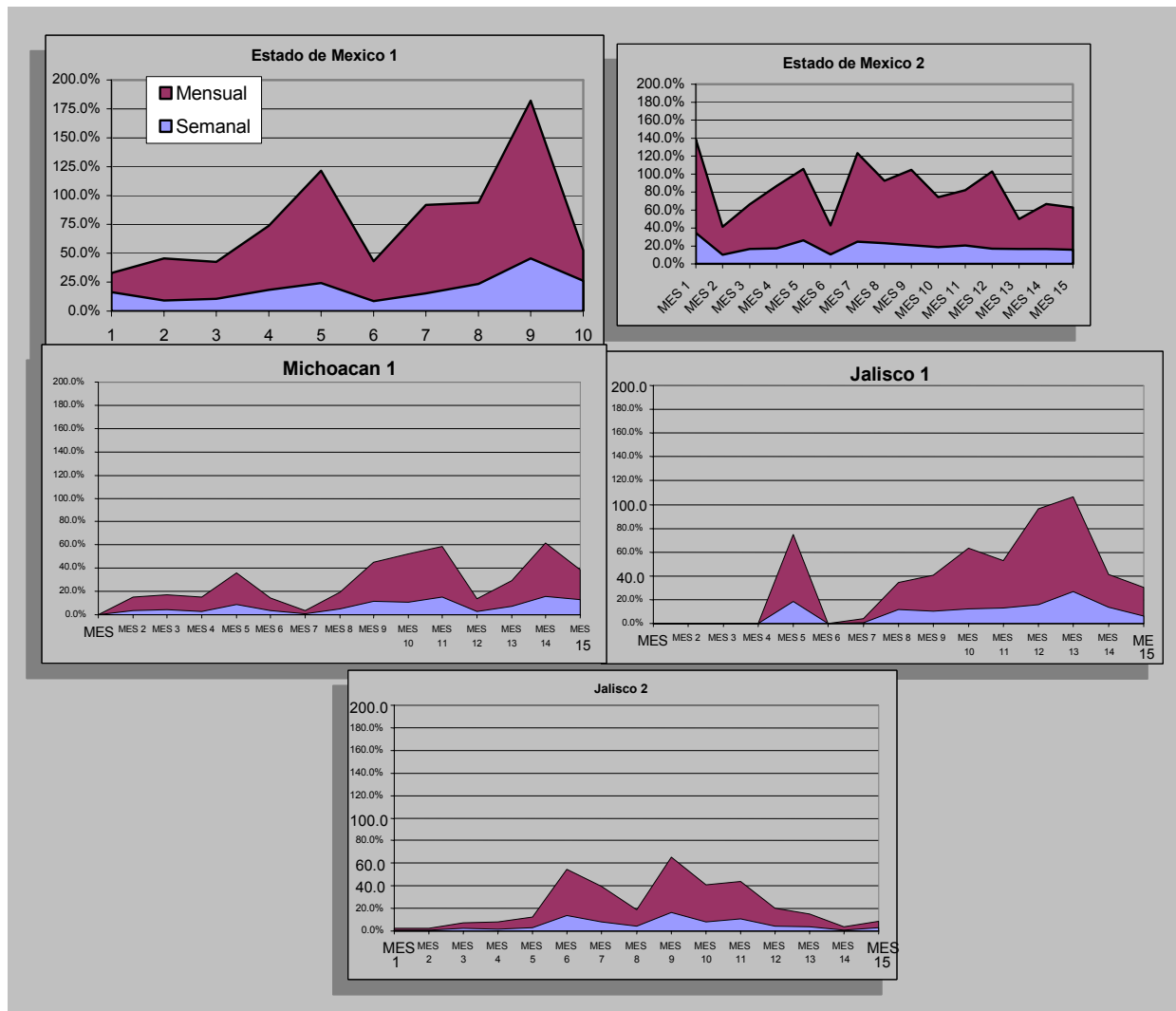


Figura 60. Porcentaje de utilización del inventario total disponible históricamente durante 15 meses, para los cinco desarrollos estudiados. (Elab. Propia)

A partir de los indicadores de desempeño calculados para medir la productividad de los inventarios (figura 57), y utilizando el indicador de *Valor de material movido/materiales en inventario*, se construyó la grafica de la figura 60. En ella, se puede observar el nivel de inventarios sumamente alto que mantienen en general todos los almacenes, pero particularmente Michoacán 1 y Jalisco 2. Durante una semana promedio, en los desarrollos solamente se utiliza entre el 6% y el 20% de todo el material que contiene el almacén, al final del mes se ha utilizado entre el 23 y 82% del material inventariado durante el mes en promedio. Para algunos desarrollos es evidente que “vaciar” el almacén (rotar todo el inventario, al menos en valor), tomará hasta seis meses. El peor de los casos, en el desarrollo Jalisco 2, solo

se emplean el 5.4% del material del almacén en promedio semanal y se llegan a utilizar el 22.7% del inventario del almacén en un mes.

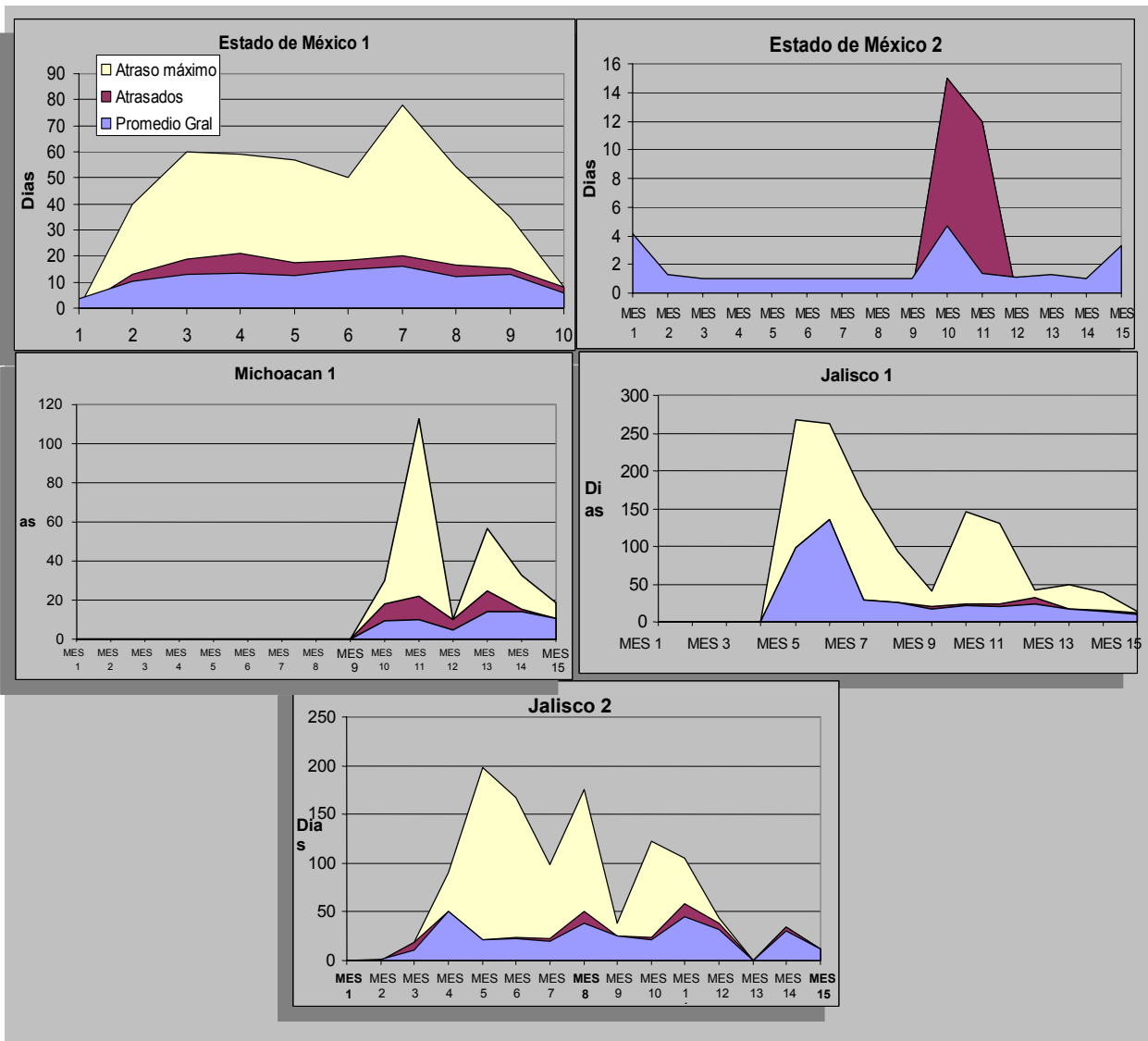


Figura 61. Tiempos de entrega de los materiales en días, desde que es realizada la requisición hasta que es completada (Elab. Propia).

En cuanto a la calidad del servicio, y considerando un tiempo de 7 días como un nivel de servicio oportuno, a partir de las métricas de desempeño de calidad del área de compras calculadas en las tablas 53 a 57, se construyó la grafica mostrada en la figura 6. En ella, se puede observar que el área de compras solo abasteció de manera oportuna al desarrollo del Estado de México 2. El resto de desarrollos presentan un nivel de abastecimiento con retrasos excesivos, en el caso de Jalisco 2, el tiempo promedio de los suministros atrasados es igual al tiempo promedio de los suministros generales, lo que implica que prácticamente todos los suministros están atrasados. En la gráfica se pueden observar los tiempos promedio de abastecimiento los cuales llegan a ser superiores a cien días corrientes. En Jalisco 2, el porcentaje de suministros que llega fuera del tiempo o con atrasos, es del 100% para diferentes meses. Por lo que el comprador encargado de los

suministros de este desarrollo no esta realizando su trabajo correctamente. En las gráficas se hace evidente que las obras que no están en la zona metropolitana de la ciudad de México, reciben el material con tiempos de atraso superiores a las obras metropolitanas.

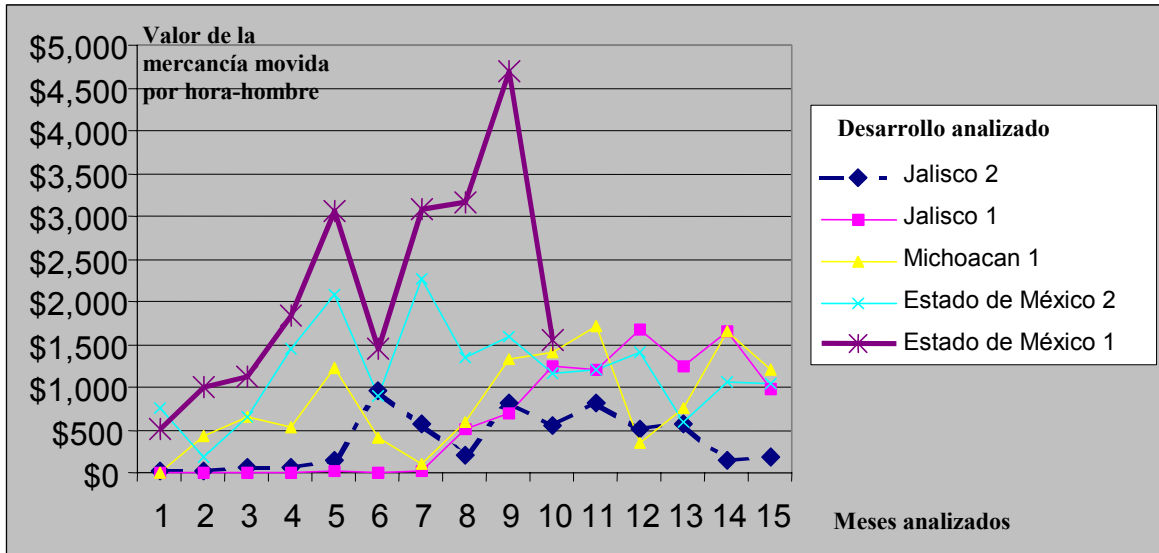


Figura 62. Productividad del personal que labora en almacenes. (Elab. Propia)

Utilizando el indicador de desempeño calculado para evaluar la productividad de la mano de obra utilizada en la función de almacenamiento, se pueden comparar las productividades de la mano de obra entre los desarrollos. Usando dichos indicadores se construyó la gráfica de la figura 62. En ella, se aprecia que por cada hora-hombre laborada en los almacenes, se realizan movimientos de material con un valor económico dado. En el desarrollo Jalisco 2, en cada hora hombre se mueve apenas material con valor inferior a \$1000 pesos, mientras que en el desarrollo Estado de México 1, se llegan a mover hasta \$4500 pesos de material por hora hombre trabajada en el almacén.

Estos indicadores sirven para reconocer que las plantillas de trabajo de los desarrollos Jalisco 2, Michoacán 1 y Jalisco 1, son excesivas dado el volumen de operaciones que se generan en sus respectivos almacenes. Esta última es una de las varias razones por las que estos desarrollos tienen costos logísticos altos y el indicador de desempeño nos ayuda a visualizarlo.

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Se puede concluir, que aplicando el concepto de logística, se pudieron generar pautas para que las empresas de construcción de viviendas en serie gestionen integralmente sus suministros de materiales. Las pautas incluyen directrices para gestionar los procesos de planeación de la demanda, compras, almacenamiento y manejo, control de inventarios, transporte y distribución de los materiales, así como directrices para establecer un sistema de costos y un sistema de métricas de desempeño.

Al presentar esta investigación a los directivos de la empresa del estudio de caso, reconocieron que el documento serviría dentro de su empresa para la formación de personal. Por lo que se realizó otra presentación del presente documento a los principales actores involucrados en la gestión de suministros en el Centro de Capacitación de la empresa.

Al finalizar dichas presentaciones, el personal de la empresa pudo conocer pautas de gestión de suministros de materiales distintas a las que ellos actualmente emplean, los cuales reconocieron las dificultades que han tenido en el manejo de los suministros y reconocieron que es necesario cambiar los procesos actuales de gestión. Por lo que las pautas sirven de referencia para la formación de personal. Con todo lo anterior se pudo cumplir con el objetivo general de esta investigación.

Al realizar la presente investigación, se pudo identificar en la gestión logística el medio capaz de brindar beneficios a las empresas de construcción de viviendas mediante la gestión integrada de sus actividades de suministros de materiales. Dichos beneficios implican: evitar las rupturas de stock evitando los incrementos de costos indirectos, clarificar los costos de los materiales y su manejo, reducir las pérdidas de materiales, evaluar correctamente los resultados del personal y de los procesos, entre otros beneficios.

Al mismo tiempo se pudieron identificar los problemas que este tipo de empresas enfrentan en su cadena de suministros, entre los que destacan: inversiones no cuantificadas en infraestructura, costos elevados por la innovación, gran capital apalancado en inventarios necesidad de alta durabilidad de los productos, movimiento de una gran variedad de insumos, complejidad de gestión derivada de área de operaciones muy extensa que cubre toda la republica mexicana, falta de visión integral en la obra, compras basadas únicamente en costos, complejidad para planear sus requerimientos, desperdicios y mermas excesivas, entre otros.

Usando el concepto logística y se pudieron identificar y documentar las prácticas que realiza una empresa de construcción de vivienda en cuanto al flujo de insumos y de información, por lo que ahora tenemos la idea de como realiza este tipo de empresas sus flujos. Entre las practicas identificadas están: que la empresa no realiza planeación de requerimientos, que los procesos de compras se basan más en costo que en cualquier otro criterio, que se construyen almacenes centrales y almacenes locales, que existe transporte de materiales tanto a los almacenes centrales por parte del proveedor como de los almacenes centrales a los almacenes locales por parte de la empresa y que además existe una distribución física de los materiales desde los almacenes locales hacia los trenes de producción.

A través del concepto de eficiencia logística y utilizando herramientas como los indicadores de desempeño y el sistema de costos ABC, se pudo examinar y analizar la efectividad

operativa de las prácticas de la empresa de construcción de vivienda en cuanto a sus suministros. En dicho análisis se concluyó que la empresa gasta una cantidad equivalente hasta el 40% del valor del material en gestionar sus suministros, con lo cual, se le agrega ese mismo porcentaje de costo a los materiales. Simultáneamente, el análisis permitió visualizar que el nivel de servicio y respuesta en la entrega de materiales varía dependiendo la localización de los desarrollos y que los tiempos de respuesta pueden llegar a ser mayores de 250 días. Adicionalmente se pudo determinar que los almacenes permanecen generalmente saturados de material que no se emplea con rotaciones tan bajas como el 5.4% de material rotado en un mes.

Las empresas de construcción de vivienda pueden utilizar el concepto de costo total para clarificar sus decisiones y realizarlas de manera integral.

Uno de los problemas de las empresas de construcción de vivienda respecto a sus flujos de materiales es la temporalidad de sus instalaciones como son los almacenes. Debido a esto, las empresas deciden muchas veces no invertir en construir una infraestructura adecuada creyendo que así disminuyen el costo de sus aprovisionamientos, sin darse cuenta que los costos de aprovisionamientos incluyen costos como los de inventarios, daños y pérdidas de materiales, entre otros. ABC permite, como un sistema de costos, visualizar los elementos de costos y aplicarlos directamente sobre sus generadores, lo cual permite tener elementos de decisión respecto a la infraestructura temporal.

Las métricas de desempeño, tanto de calidad como de productividad, permiten a la empresa de construcción de vivienda tener datos para la toma de decisiones referentes al empleo de sus recursos como son equipos, personal, infraestructura y flujos de capital e información.

Una de las principales contribuciones de esta investigación radica en concentrar conceptos de gestión de la industria de la manufactura para ser aplicados a la industria de la construcción de vivienda en serie.

La logística aplicada a la industria de la construcción de vivienda, al integrar los procesos de suministros de materiales, permite mejorar la eficiencia en la producción de las viviendas e incrementar la variedad de los productos ofrecidos por esta. De esta manera, la logística contribuye directamente y de manera positiva sobre uno de los factores importantes de crecimiento y competitividad de las empresas de construcción de vivienda: la eficiencia en la producción.

Así mismo, al aplicar el concepto de costo total, la empresa de construcción visualiza de manera sistémica los costos asociados a los suministros de materiales y le permite reducir sus costos. La reducción de costos se ve reflejada directamente en el aumento de flujo de efectivo, y la capitalización de las empresas por la reducción del apalancamiento de capitales en inventarios. De esta manera, la investigación brinda a la empresa de construcción herramientas para el aumento de la rentabilidad.

Dado que la construcción de vivienda es una industria que evoluciona de una actividad artesanal a una actividad industrial, el empleo del concepto logística, implica necesariamente una industrialización de la construcción. Así, en la construcción de viviendas de manera tradicional y artesanal, con bajos volúmenes de producción y ausente de prototipos, resulta difícil y de poco impacto la gestión logística de suministros.

Dado que el sitio de producción de viviendas no es una fábrica fija, sino que va cambiando de posición, la planeación deficiente de otras actividades anteriores o posteriores a la producción de las viviendas, afectan de manera sistémica al proceso. Aspectos de legalización de la propiedad de los terrenos, licencias de construcción, autorización de impactos significativos, mal diseño de ingeniería de suelos, estructural o arquitectónico e incluso una mala elección en cuanto a un componente o material, falta de estrategias de venta o estrategias de escrituración de las viviendas, opacan y pueden inutilizar al mejor proceso de producción de viviendas.

La gestión logística de aprovisionamientos de materiales para la construcción de viviendas, es un tema que requiere de perfeccionamiento y estudio, con el objeto de llevar los análisis a niveles de productos o insumos.

El sistema ABC de costos aplicado a las actividades logísticas puede ser llevado a un análisis por tareas o bien por actividades volcadas a cada familia de insumos, lo que permitiría a la industria de la construcción de viviendas tener mayores elementos de costos al conocer el componente de costo logístico de cada actividad de cada producto.

Dado que el factor humano (mano de obra y personal de supervisión), constituye un recurso para la realización de viviendas que no del cual no se puede establecer un stock, parece útil el estudio acerca de la gestión y aprovisionamiento de este tipo de recursos, estudio que quedo fuera de esta investigación y permite la generación de nuevas líneas de investigación

La gestión de materiales para la construcción, desde el punto de vista de un distribuidor comercial, o de un prestador de servicios logísticos de aprovisionamientos de materiales para la construcción, es de interés, tanto para las empresas distribuidoras, como para las empresas productoras de insumos para la construcción, a quienes un estudio sobre este tema permitiría la obtención de estrategias para desarrollar su negocio, facilitando el llevar sus productos a la presencia de los constructores.

## Referencias Bibliográficas

Acevedo Suárez. (2001). "Modelo de Referencia para la Logística de las Empresas en Cuba" Laboratorio de Logística y Gestión de la Producción. Facultad de Ingeniería Industrial ISPJAE, Cuba.

AIDICO, Instituto Tecnológico de la Construcción (2004). "Dossier del 1er Congreso Nacional de análisis de coyuntura de la construcción", Valencia, España.

Agapiu; Clausen; Flanagan; Norman y Notman (1998). "The role of logistics in materials flow control process". Construction management and economics, vol. 16, pag. 131-137.

Agapiu; Flanagan; Norman y Notman (1998). "The changing role of builders merchants in the construction supply chain". Construction management and economics, vol. 16, pag. 351-361.

Antun Callaba, Juan Pablo. (1994) "Logística: Una visión Sistémica", Series del Instituto de Ingeniería D-39, UNAM, Mayo 1994.

Arkio. (2004). Entrevista realizada al personal del Centro Nacional de Distribución Cuautitlán de Arkio, en diciembre del 2004. [www.arkio.com.mx](http://www.arkio.com.mx)

Ball, Michael (2003). "Markets and the Structure of the Housebuilding Industry: An International Perspective". Urban Studies, Vol. 40, No. 5-6, pag. 897-916, 2003.

Ballard, Rick. (1998) "Construction industry sets to make major savings from logistics guide". The logistics business ltd, [www.thelogisticsbusiness.com](http://www.thelogisticsbusiness.com)

Barlow; Childerhouse; Gann; Hong-Minh; Naim y Ozaki, (2003). "Choice and delivery in housebuilding: lessons from Japan for UK housebuilders". Building Research & Information, vol. 31 No 2, pag. 134-145.

Byrne, P. y Markhan, W. (1991). "Improving quality and productivity in the logistics process", preparado por A.T. Kearney, Inc. Council of Logistics Management.

Bowersox, D. y Closs, D. (1996) "Logistical Management, the integrated supply chain process". Ed. Mc Graw Hill.

Corbett, Charles J; Blackburn; Wassenhove (1999) "Partnership to improve supply chains". Sloan Management Review, Summer 1999, pag. 71-82.



Chase; Jacobs; Aquilano (1998) “Operations Management for competitive advantage”. Ed. Mc Graw Hill, Décima edición.

Chiang, Yat-Hung; Tang Bo-Sin y Leung, Wing-Yu (2001) “Market structure of the construction industry in Hong Kong”, Construction Management and Economics, vol. 19, pag. 675–687.

Del Rio Gonzalez (1999) “Costos III”. Ediciones Contables, Administrativas y fiscales, S.A. de C.V., México, pp. 138.

Fellows, Richard F. (1993) “Competitive advantage in construction: Comment”, Construction Management and Economics, Vol. 11, pag. 71-72.

Fitzsimmons, James y Fitzsimmons , Mona. (2004) “Service management : operations, strategy and information technology”, Ed. Mc Graw Hill-Irwing, cuarta edición.

Gann, David M. (1996) “Construction as a manufacturing process? Similarities and differences between industrialized housing and car production in Japan”, Construction Management and Economics, vol. 14, pag. 437-450.

Geo (2003). Casas Geo, Informe Anual 2003.

Geo (2003) “On track to get our premium back”. Presentación en la Conferencia de Construcción y de cemento de México, Santander Central Hispano, Mayo de 2004.

Hogar (2003). Consorcio Hogar, S.A. Estado de resultados dictaminados al 31 de Diciembre de 2003.

Homex (2004). Desarrolladora Homex, S.A. Estado de resultados del segundo trimestre de 2004.

Hooper, Alan y Nicol, Chris (2000). “Design practice and volume production in speculative housebuilding”. Construction Management and Economics, vol. 18, pag. 265-310.

Langford, D.A; El-tigani, H. Y Marosszeky, M. (2000). “Does quality assurance deliver higher productivity?”. Construction Management and Economics, vol. 18, pag. 775-782.

Lambert, Douglas y Stock, James (1993). “Strategic logistics management”. Ed. Irwing, Tercera edición.

NHBC (2004). “National Housebuilding Council Annual Review 2004” , Gran Bretaña.

Naim, Mohamed y Barlow, James. (2003). "An innovative supply chain for customized housing". Construction management and economics, vol. 21, pag. 593-602.

Nicol, Chris y Hooper, Alan (1999). "Contemporary Change and the Housebuilding Industry: Concentration and Standardisation in Production" Housing Studies, Vol. 14, No. 1, pag. 57-76.

Mahdjoubi, L. y Yang, J. L. (2001). "An intelligent materials routing system on complex system on complex construction sites". Logistics Information Management, vol. 14, pag. 337.

Ojeda Toche, Lilia (2002). "Metodología para la evaluación y reconocimiento de las mejores prácticas logísticas". Tesis doctor en Ingeniería, UNAM, Facultad de ingeniería. México.

Proverbs, D.G y Holt, G.D.(1999). "Logistics of materials handling methods in high rise in-situ construction". International journal of physical distribution and logistics management, Vol. 29 No. 10, pag. 656-675.

Rosas Peña, Ana María (2004). "Los limites de la recuperación". Suplemento. Periódico la Jornada, México. 15 de noviembre de 2004.

Sare (2003). "Resultados comparativos de los ejercicios 2003 y 2002"

Schonsleben, P. (2000). "Varing concepts of planning and control in enterprise logistics". Production planning and control, vol. 11, No. 1, pag. 1-6.

Sekisui (2003). Sekisui Chemical Co., LTD Annual Report 2003.

Skibniewski, Miroslaw y Molinski, Jerzy (1989). "Modelling of building production activities for multifacility projects". Construction and economics, vol. 7, pag. 357-365.

OPS (1999). Organización Panamericana de la Salud. "Manejo logístico de suministros de emergencia". Fundación para el Manejo de los Suministros Humanitarios (FUNDESUMA), Costa Rica.

Tompkinson, Paul. (1979). "A model of house-builders supply behavior". Applied Economics, vol. 11, pag. 195-210.

Voordijk, Hans (1999). "Logistical restructuring of supply chains of building materials and road freight traffic growth". International Journal of logistics: research and applications, vol. 2, No. 3, pag. 285-304.

Voordijk, Hans (2000). "The changing logistical system of the building materials supply chain". International Journal of Operations & Production Management, Vol. 20 No. 7, pag. 823-841.

Wegelius-Lehtonen, Tutu (2001). "Performance measurement in construction logistics". International journal of production economics, vol. 69, pag. 107-116.

Wong, Eric y Norman, George. (1997). "Economic evaluation of materials planning systems for construction". Construction management and economics, vol. 15, pag. 39-47.