



Facultad de Ingeniería

Escuela de Construcción Civil

**Evaluación de la administración de materiales en PYMES
de construcción en la región de Valparaíso, mediante el
mapeo de flujo de la cadena de valor.**

Por

Camila Soto Ravanal

**Tesis para optar al grado de Licenciado en Ciencias de la
Construcción y al Título de Ingeniero Constructor**

Profesor guía: Alberto Moya

*Si clamares a la inteligencia,
Y a la prudencia dieres tu voz;*

*Si como a la plata la buscares,
Y la escudriñares como a tesoros,*

*Entonces entenderás el temor de Jehová,
Y hallarás el conocimiento de Dios.*

*Porque Jehová da la sabiduría,
Y de su boca viene el conocimiento y la inteligencia.*

*El provee de sana sabiduría a los rectos;
Es escudo a los que caminan rectamente.*

*Es el que guarda las veredas del juicio,
Y preserva el camino de sus santos.*

*Entonces entenderás justicia, juicio
Y equidad, y todo buen camino.*

*Cuando la sabiduría entrare en tu corazón,
Y la ciencia fuere grata a tu alma,*

*La discreción te guardará;
Te preservará la inteligencia*

Agradecimientos

Primeramente agradecer a Dios, porque sin El nada de lo que hoy soy hubiese sido posible, por la sabiduría, paciencia y fortaleza que me ha sido entregada por medio de él. Por sustentarme no sólo en lo económico sino también en lo emocional y espiritual. Agradecida estoy por todas sus bondades.

Agradecer a mis padres; a mi padre, por todo el conocimiento entregado, por el esfuerzo que hizo hasta último momento para que yo pudiera salir adelante. Sé que Dios te tiene en Su Gloria, se hace difícil terminar esta etapa de mi vida en donde comenzamos juntos y hoy, no estás. Te siento cerca, siempre conmigo, incluso al momento de escribir estas palabras (corrigiendo mi ortografía y gramática). Juntos hasta el fin, te lo prometí y aquí estoy ad portas de titularme, gracias haber sido mi papá, te amo. A mi madre, mi apoyo incondicional y fortaleza, la mujer que me ayudo a salir adelante este último año (compañeras siempre), a la mujer que me consoló cuando me eche un ramo (varios), la que me impulsó a ser cada día mejor y más de lo que ayer fui. La vida no es justa si la vemos desde nuestra justicia, pero Dios es fiel, y hoy sigues conmigo. Gracias mamá, por tu calor y amor entregado hasta el día de hoy. Te amo. A mis hermanos; Lucía y David, la vida nos unió más cuando nos separó de nuestro padre, se esforzaron el doble para que yo terminará de estudiar, me animaron y motivaron a seguir. Sin importar lo que pase, puedo confiar en ustedes y ustedes en mí. Los quiero, los amo.

Agradecer a mi familia en general por todo el apoyo que me brindaron, a mis amigos y amigos de universidad por motivarme y distraerme cuando me sentía superada. A mis amigas Camila, Kotte, Ruth, Daniella y Susana, mis pilares. Las adoro.

A mi iglesia querida, a mis hermanos EDC de viña, sus oraciones me han traído hasta este momento.

A los profesores, a mi profesor guía, profe Moya, desde el primer día me brindó su apoyo.

A la Empe, la universidad no es la misma sin ti.

Y a todos aquellos que a lo largo de mi vida universitaria me apoyaron y animaron con sus palabras y oraciones incondicionales.

Yo mismo no pretendo haberlo ya alcanzado; pero una cosa hago: olvidando ciertamente lo que queda atrás, y extendiéndome a lo que está delante, prosigo a la meta, al premio del supremo llamamiento de Dios en Cristo Jesús.

Agradecida de corazón.

Índice

Resumen	8
ABSTRACT	8
INTRODUCCION	9
1.1 Planteamiento del problema	10
1.2 Objetivos	13
1.2.1-Objetivos generales	13
1.2.2-Objetivos específicos	13
1.3 Alcances y limitaciones.....	13
1.4 Justificación e importancia.....	14
1.5 Metodología de la investigación.....	15
CAPITULO II: PROCESOS ADMINISTRATIVOS	18
2.1 - ADMINISTRACION DE MATERIALES	18
2.2- PROCESOS ADMINISTRATIVOS	18
2.2.1- LA PLANEACIÓN	19
2.2.2- LA COTIZACIÓN	19
2.2.3 EL PEDIDO.....	19
2.2.4 LA RECEPCION	20
2.2.5 EL ALMACENAMIENTO	21
2.2.6 EL RESURTIDO	21
2.2.7 EL PAGO.....	22
2.2.8 EL CONTROL.....	23
2.3 OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACION DE MATERIALES	23
2.4 CLASIFICACION DE MATERIALES PARA UNA OBRA.....	24
2.5 PROGRAMACION Y CONTROL DE INVENTARIOS	24
2.6- ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES	26
CAPITULO III: GESTIÓN PRODUCTIVA Y EFICIENTE	29

3.1	Lean Construction.....	29
3.2	Conceptos Básicos Lean	30
3.2.1	Diagrama de flujo.....	30
3.2.2	Actividad que agrega valor.....	30
3.2.3	Actividad que no agrega valor.....	30
3.3	Herramientas Lean	31
3.4	MAPEO DE FLUJO DE LA CADENA DE VALOR.....	32
3.4.1	Definición.....	32
3.4.2	Objetivo	32
3.4.3	Sistema de Valor.....	32
CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACION.....		34
4.1-	Elaboración del instrumento:	34
4.1.1-	Cuestionario:	34
4.2-	Recolección de la información de campo:	35
4.3-	Metodología para la elaboración del mapeo de flujo de la cadena de valor.....	35
4.1	Identificación de pérdidas y tiempos muertos	37
5.1	Presentación de resultados	38
5.1.1	Proceso de Planificación.....	38
5.1.2	Proceso de abastecimiento.....	39
5.1.3	Proceso de Recepción de material	41
5.1.4	Proceso de salida y distribución de material	43
5.1.5	Proceso de administración de materiales.....	46
CAPITULO VI: PROPUESTAS DE MEJORAS		49
6.1.1	Proceso de planificación.....	49
6.1.2	Proceso de cotización	50
6.1.3	Proceso de compras.....	50
6.1.4	Proceso de almacenamiento	51
6.1.5	Uso y Control.....	55
CAPITULO VIII: CONCLUSIONES		62
BIBLIOGRAFIA.....		63
Anexo A.....		65
Cuestionario		66

Anexo B.....	72
Anexo C.....	98
Tabla de contingencia N°1.....	99
Tabla de contingencia N°2.....	101
Tabla de contingencia N°3.....	102
Tabla de contingencia N°4.....	103
Tabla de contingencia N°5.....	105
Tabla de contingencia N°6.....	106
Tabla de contingencia N°7.....	107
Tabla de contingencia N°8.....	108

Índice de figuras

Figura n° 1: Naturaleza de tiempos que no agregan valor.....	10
Figura n°2: Causas de tiempos que no agregan valor	11
Figura n°3: Esquema metodología de la investigación.....	15
Figura n°4: Esquema procesos administrativos.....	18
Figura n°5: Esquema que representa el tiempo que transcurre entre la requisición y la	21
Figura n°6: Producción tradicional v/s Lean Production.....	30
Figura n°7: Herramientas Lean	31
Figura n°8: Esquema metodología del mapeo del flujo de la cadena de valor.....	36
Figura n°9: Proceso de Planificación	38
Figura n°10: Proceso de abastecimiento.....	40
Figura n°11: Proceso de Recepción de materiales.....	42
Figura n°12: Proceso de salida y distribución de material.....	44
Figura n°13: Proceso de administración de materiales	47
Figura n°14: Estado de orden de compra	52
Figura n°15: Autorización de salidas de almacén.....	52
Figura n°16: Salida de almacén	53
Figura n°17: Salida de almacén	54
Figura n°18: Consumo teórico de materiales.....	55
Figura n°19: Consumo real de materiales	56
Figura n°20: Ejemplo de análisis de costos por ítem.....	56
Figura n°21: Ejemplo de análisis de órdenes de compra.	57
Figura n°22: Ejemplo de análisis de material comprado vs material gastado.....	58
Figura n°23: Ejemplo de lista de chequeo de control de materiales.	61

Resumen

TITULO: EVALUACION DE LA ADMINISTRACION DE MATERIALES EN PYMES DE CONSTRUCCION EN LA REGION DE VALPARAISO, MEDIANTE EL MAPEO DE FLUJO DE LA CADENA DE VALOR.

AUTOR: Camila Soto Ravanal

La administración de los materiales incluye los procesos de planeación, negociación, pedido, recepción, almacenamiento, uso, resurtido, pago y control. Esta diversidad de procesos, la gran variedad de materiales, la información que se genera y la participación de empresas ajenas a la constructora, hace que la administración de materiales sea compleja, por lo que es importante comprender el fenómeno y contar con procedimientos sistematizados. La presente investigación tiene como propósito generar una guía los materiales dentro de la obra, desde el momento de su adquisición hasta su correcta utilización dentro del proceso constructivo, y así, analizar y determinar los puntos críticos en su trayectoria.

Palabras claves: Construcción, materiales, administración.

ABSTRACT

TITLE: ASSESSMENT OF THE ADMINISTRATION BUILDING MATERIALS SMEs VALPARAISO IN THE REGION THROUGH THE FLOW MAPPING THE VALUE CHAIN.

The materials management includes the processes of planning, negotiation, ordering, receiving, storage, use, refill, payment and control. This variety of processes, the wide variety of materials, information generated and the participation of companies outside the construction, makes materials management is complex, so it is important to understand the phenomenon and have systematic procedures. This research aims to control the materials within the work, from the time of acquisition to correct use in the construction process, and thus, analyze and determine the critical points in his career.

Keywords: construction, materials, administration.

INTRODUCCION

Toda obra de construcción es un proyecto sin importar su magnitud y como todo proyecto requiere ser administrada eficientemente con el fin de culminarla con éxito.

Se considera que un proyecto es exitoso si se ejecuta en las fechas planeadas, dentro del presupuesto calculado inicialmente, con las ganancias estimadas, obteniendo la satisfacción plena del cliente. La práctica ha demostrado que la base para asegurar estos lineamientos radica en la buena administración del proyecto desde su concepción hasta su construcción y posterior finalización.

Se entiende por Administración: la ciencia social, técnica y arte que se ocupa de la planificación, organización, dirección y control de los recursos (humanos, financieros, materiales, tecnológicos, el conocimiento, etc.) de la organización, con el fin de obtener el máximo beneficio posible. (LEFCOVICH, 2004)

Teniendo en cuenta que los materiales constituyen uno de los recursos más significativos en los procesos constructivos, nace la necesidad de evaluar la administración de materiales en la Región de Valparaíso, para luego poder controlar el flujo correcto de materiales dentro de la obra desde el proceso de adquisición hasta su correcta utilización y aprovechamiento.

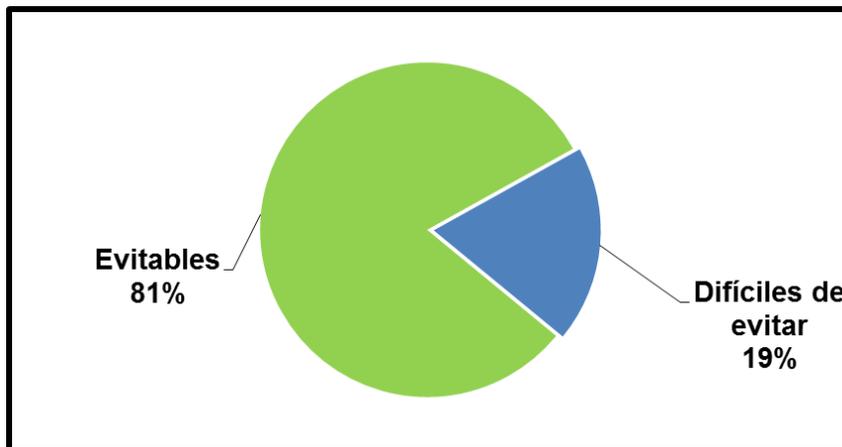
CAPITULO I: ANTECEDENTES GENERALES

1.1 Planteamiento del problema

Un sistema productivo, como el de la construcción, se caracteriza por la transformación de insumos y recursos en productos deseados. En la construcción, los principales recursos o entradas que se invierten a este sistema productivo son los materiales, la mano de obra y la maquinaria y equipos.

La productividad ha sido estudiada por sectores industriales, especialmente en épocas en que la competencia obliga altos niveles de desempeño empresarial. En Chile el servicio CALIBRE de la Corporación de Desarrollo Tecnológico de Cámara Chile de la Construcción (CDT) en el año 2006, a través de un estudio del servicio de productividad, estableció cifras que indican que la productividad en la construcción ofrece una enorme oportunidad de mejoramiento. Más del 80% de las pérdidas de tiempo se producen por problemas que se pueden reducir o eliminar a través de acciones de gestión de los profesionales de obra.¹

Figura n° 1: Naturaleza de tiempos que no agregan valor

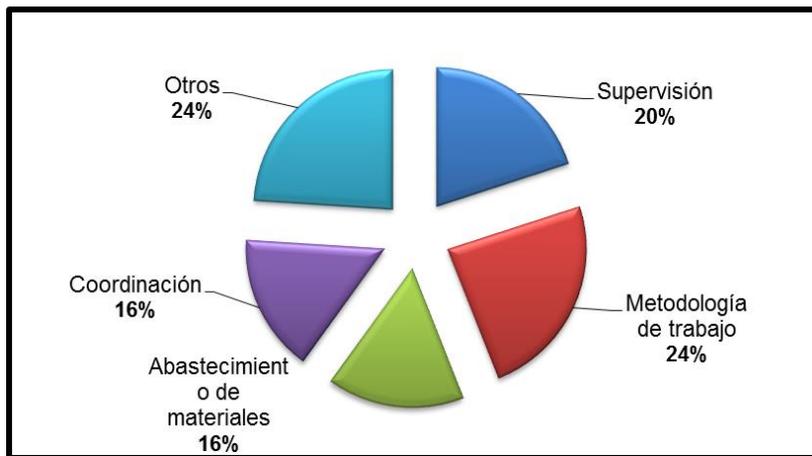


FUENTE SERVICIO CALIBRE 2006

La mayoría de las pérdidas se producen por causas específicas, ejemplo: en los proyectos de edificación en altura destacan las pérdidas derivadas de la metodología de trabajo; la insuficiente supervisión y control; **los problemas de abastecimiento de materiales**, y la incorrecta

coordinación de actividades. En el siguiente gráfico proporcionado por el mismo estudio del servicio CALIBRE, se puede ilustrar lo descrito anteriormente.¹

Figura n°2: Causas de tiempos que no agregan valor



FUENTE: SERVICIO CALIBRE 2006

La administración de materiales en un proyecto de construcción, es un proceso permanente a lo largo de todas las etapas de un proyecto de construcción. El grado de éxito de cualquier proyecto es en gran medida dependiente del aprovisionamiento de equipos, materiales y todos los elementos necesarios que cumplan con la calidad especificada para la obra. Un manejo y control apropiado de los materiales y su disponibilidad para la ejecución de los trabajos.

Uno de los principales problemas que existen en la industria de la construcción, es que se utilizan muchos tipos de recursos, y además éstos son usados en grandes cantidades; de ahí que sea una necesidad que las empresas dedicadas a la construcción cuenten con sistemas cuyo objetivo sea administrar adecuadamente los recursos utilizados.²

En la industria de la construcción, las pérdidas en la productividad dependen de tres grandes variables: Mano de obra, Diseños y administración. La mano de obra es responsable del 10% al 15% de pérdidas, los diseños contribuyen negativamente con 20% a 25% y la administración corresponde de 50% a 55%.³ Como se puede observar, la administración quien es responsable de la logística y de la gestión de la cadena de suministros, contribuye negativamente con más de la mitad de las pérdidas de productividad en los proyectos de construcción.

En la industria de la construcción una gran parte de los costos totales de una obra son los materiales los cuales requieren una adecuada gestión y resulta de vital importancia contar con una

estrategia efectiva en cada uno de los procesos que involucra la administración de materiales; planeación, adquisición, manejo de los mismos, control y uso de ellos.

El costo de tener materiales en el lugar y en el tiempo oportuno para su utilización comprende:

- 1) Precio de fabricante o distribuidor, condiciones "normales".
- 2) Descuento por cantidad o monto de la compra.
- 3) Descuentos por pronto pago, o recargos por pago demorado.
- 4) Costos de fletes y manejo hasta el sitio de almacenaje en la obra.
- 5) Costos de control de calidad.
- 6) Costos de movimientos y manejo en la obra.
- 7) Costo de almacenaje (espacio y control).
- 8) Costos de seguros contra daño o pérdida.
- 9) Intereses sobre el monto de los inventarios.
- 10) Costos de deterioro, pérdidas y mermas.
- 11) Costos de obsolescencia.
- 12) Disposición de los sobrantes y desperdicios.

El costo de no tener oportunamente en la obra los materiales necesarios incluye:

- 13) Gastos adicionales por compras, transportes y manejos especiales.
- 14) Mayores precios de adquisición de cantidades pequeñas, en condiciones de emergencia.
- 15) Costos de interrupción y demoras en los procesos constructivos.
- 16) Multas por demora en la terminación de la obra y posible pérdida de clientes.

La administración de compras e inventarios trata de establecer un equilibrio óptimo entre estos factores de costo de los materiales.

Desde el punto de vista del análisis de precios unitarios de obra, los factores 1) al 4) y el 6) antes mencionados, se consideran dentro del costo directo de los materiales; el factor 10) se considera como un porcentaje del consumo teórico; y los demás factores se consideran como costos indirectos⁴.

1.2 Objetivos

1.2.1-Objetivos generales

- Evaluar la administración de materiales en obras de vivienda en la Quinta Región, realizadas por PYMES, utilizando el mapeo del flujo de la cadena de valor y generar una guía de mejoras.

1.2.2-Objetivos específicos

- Identificar los procesos involucrados en la administración de materiales
- Señalar en qué proceso administrativo las empresas de la Quinta Región presentan más deficiencias.
- Proponer mejoras en los procesos administrativos.

1.3 Alcances y limitaciones

Este estudio se centrará en obras de construcción cuyas empresas sean pertenecientes a las categorías de PYMES, definidas según la SOFOFA como:

TIPO DE EMPRESA	TRAMOS DE VENTAS EN UF
Pequeña	5000,1 – 10000 UF
Mediana	25000,1 – 50000 UF
Mediana	50000,1 – 100000 UF
Grande	100000,1 – 200000 UF

De acuerdo a lo presentado en la tabla anterior, la clasificación de las empresas en estudio es la siguiente:

Nombre empresa	Ventas en UF	Tipo de empresa
Empresa 1	105000 UF	Grande
Empresa 2	50000 UF	Mediana
Empresa 3	51000 UF	Mediana
Empresa 4	26000 UF	Mediana
Empresa 5	6500 UF	Pequeña

Durante 5 meses se estudiaron los procesos que involucran a la administración de materiales en PYMES dedicadas a obras de vivienda familiar.

1.4 Justificación e importancia

Dado el crecimiento del mercado inmobiliario y las necesidades de los consumidores, se han generado instancias para que la clase media opte por el sueño de la casa propia, a través de subsidios que financian propiedades de hasta 2000 UF, si a esto le sumamos los créditos otorgados por los bancos que pueden llegar a cubrir el resto de lo que el subsidio no cubre, es posible para un determinado sector de la población acceder a una vivienda propia.

Hoy en día, la Quinta Región se ha consolidado como un gran polo de inversión, generando un desarrollo inmobiliario hacia las provincias interiores, tales como: Quilpué, Villa Alemana, Limache, Olmué, Quillota, La Cruz.

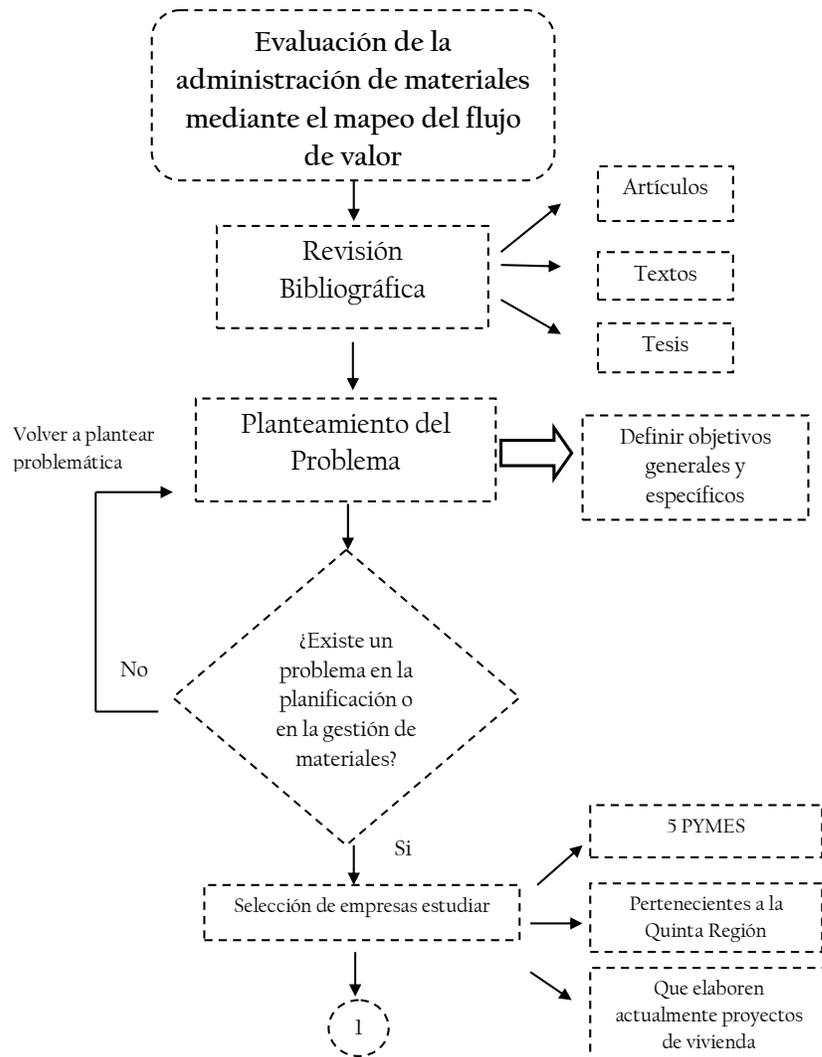
Dada la importancia que ha adquirido la región en construcción de viviendas familiares y debido al carácter repetitivo de las unidades habitacionales, se aprovechan las características particulares de administración de materiales que se presentan en los proyectos de construcción de vivienda.

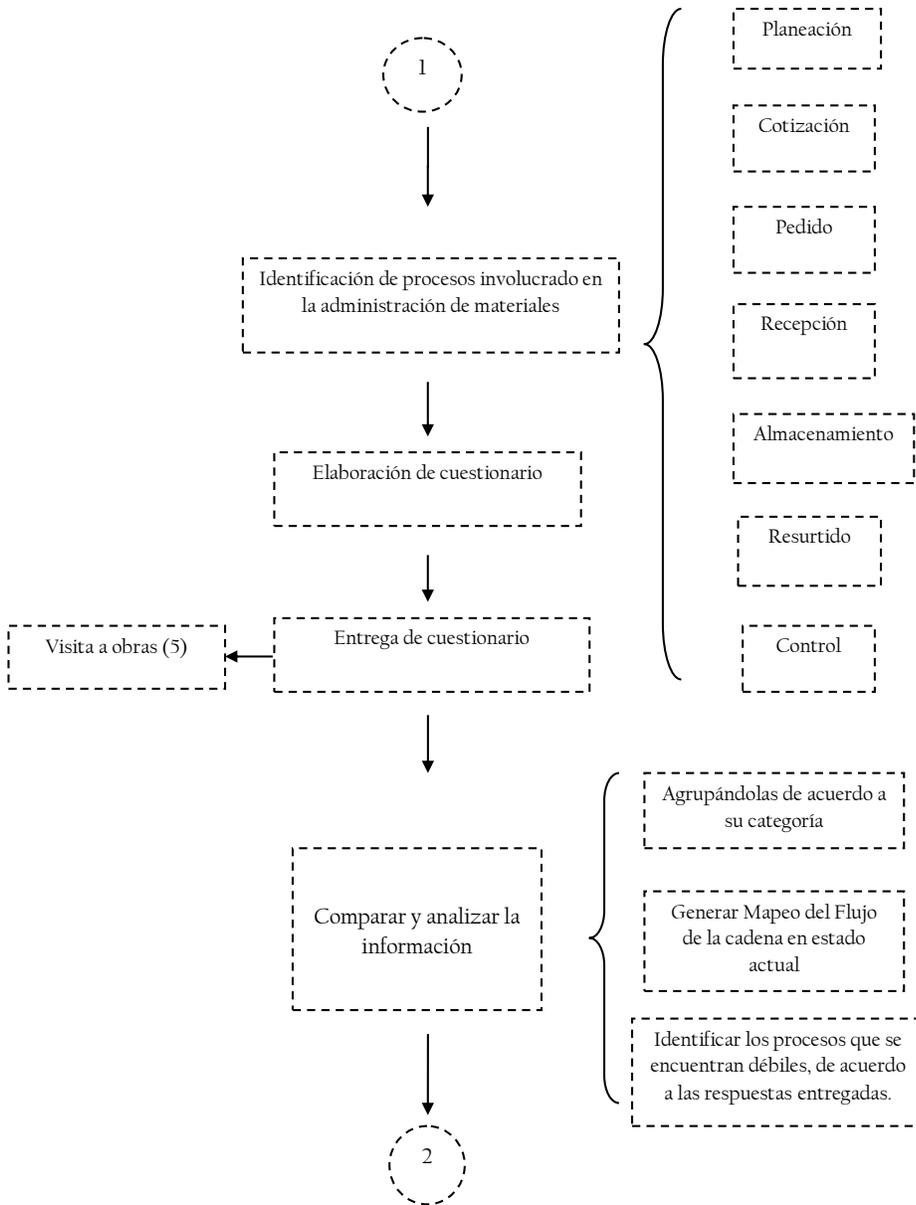
Por lo tanto, conociendo la importancia de lo que es la construcción de vivienda en la región y que los materiales constituyen uno de los recursos más importantes, y por ende el motor de cualquier proyecto. Es de vital importancia evaluar este tipo de recursos con el fin de llevar a cabo un proyecto exitoso. Ayudando así, a la pequeña y mediana empresa chilena a consolidarse de forma competitiva frente a otras empresas extranjeras.

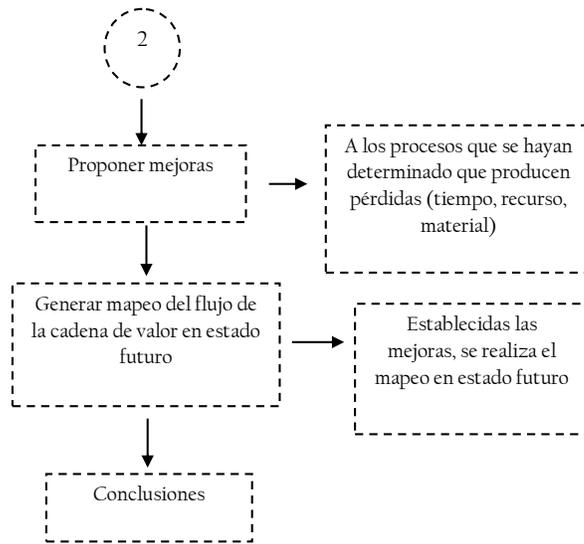
1.5 Metodología de la investigación

Para el desarrollo de esta investigación se estudiaron 5 empresas, el esquema utilizado fue el siguiente:

Figura n°3: Esquema metodología de la investigación







ELABORACIÓN PROPIA

CAPITULO II: PROCESOS ADMINISTRATIVOS

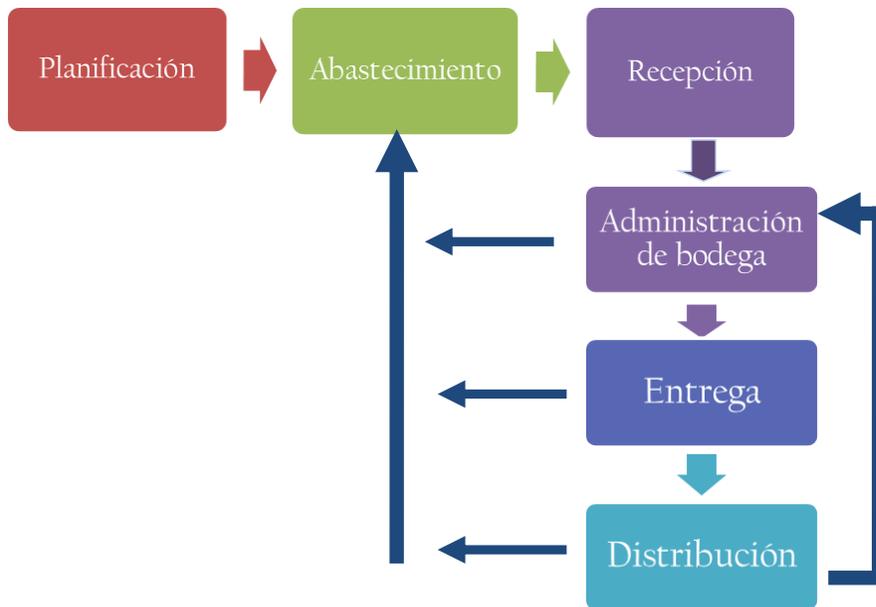
2.1 - ADMINISTRACION DE MATERIALES

La administración de materiales es un sistema que permite conocer de manera exacta, el lugar en donde se encuentran los materiales y la cantidad que hay en existencia, para determinar el momento en que se necesita comprar más.

2.2- PROCESOS ADMINISTRATIVOS

El siguiente esquema se utilizó como base para la investigación de la logística interna en obras de construcción, llevado a cabo en trece obras de construcción ubicadas en la Región Metropolitana⁵.

Figura n°4: Esquema procesos administrativos



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La ilustración anterior nos muestra que el abastecimiento se alimenta de información proveniente de los procesos de administración de bodega, entrega y distribución.

2.2.1- LA PLANEACIÓN

La planeación inicia con la identificación de cada uno de los materiales que son necesarios para la construcción del proyecto, así como la cuantificación de la cantidad necesaria de cada uno, incluyendo las mermas o desperdicios.

Es muy importante distribuir los recursos de los conceptos de costo del presupuesto de obra en las actividades del programa. La definición de los conceptos de costo del presupuesto en el esquema de precios unitarios difiere en muchas ocasiones de la definición de las actividades del programa; sin embargo la misma cantidad y costo de los materiales del presupuesto tienen que ser distribuidos entre las actividades⁶.

Al realizar un programa de necesidades se tienen las fechas en que se debe recibir los materiales en el sitio de construcción para su utilización; no es factible recibir materiales todos los días, por lo que se consideran solicitudes por lotes de materiales que deben estar en obra al inicio de un período específico.

Tener la cantidad y el costo unitario de cada recurso de cada actividad será la información básica para presupuesto de control de cada cuenta.

Una vez definida la forma de administrar y controlar los insumos, se debe diseñar la logística para la distribución de materiales en el sitio de construcción, en función de las características físicas del terreno y la forma de ejecución de los trabajos. Mediante este diseño se define la ubicación y la capacidad de bodega de la obra.

2.2.2- LA COTIZACIÓN

Aquí se consideran los factores concernientes a la formalización de los acuerdos con los proveedores de materiales de construcción. Se envían solicitudes de cotizaciones a empresas previamente seleccionadas. Luego se analizan las cotizaciones recibidas por parte de los proveedores. El resultado de este análisis determinará a los proveedores más confiables⁶.

Considerando que existan más proveedores de un producto en la zona se deben elegir las mejores opciones comerciales y discutir con ellos las condiciones de compra, tales como: precio, tiempo de entrega, créditos, términos contractuales y garantías que regirán los suministros de la construcción.

2.2.3 EL PEDIDO

La administración de materiales se inicia con el pedido, el cual tiene como evento inicial la solicitud que hace el área de producción de una cantidad de uno o varios materiales; esta solicitud se denomina usualmente requisición. Las requisiciones tienen como patrón de tiempo el programa de adquisiciones previamente elaborado⁷.

Cuando el área administrativa recibe una solicitud de material, el encargado de compras revisa que la cantidad del material que ya se ha comprado (en caso de no ser la primera solicitud), más la solicitada, no rebase el presupuesto. El encargado de compras elabora una solicitud dirigida al proveedor determinado, denominada orden de compra. Esto se realiza siempre y cuando no rebase la cantidad del presupuesto.

Para un mayor nivel de información, la requisición puede especificar a qué parte de la obra será destinado el material, en este caso el área administrativa podrá comparar las cantidades acumuladas del material que han sido compradas para ser utilizadas en cada parte específica de la obra, con las que fueron planeadas para cada parte.

Desde el momento en que el área de producción elabora la requisición hasta que la orden de compra es entregada al proveedor transcurre un tiempo t_1 , el cual es una variable aleatoria que depende totalmente de la eficiencia de la empresa constructora. Y desde el momento en que el proveedor recibe la orden de compra hasta que el material es entregado en la obra transcurre un tiempo t_2 , el cual es una variable también aleatoria, que depende principalmente de la eficiencia del proveedor, pero a la vez de la interacción entre la empresa constructora y el proveedor.

El tiempo t que transcurre entre la requisición hasta que el material está disponible en la obra para su consumo se denomina tiempo de demora ⁶ y puede representarse por medio de:

Fórmula n°1:

$$T = t_1 + t_2$$

Existen materiales que son más difíciles de acceder, en estos casos la empresa constructora podría no contar con la información necesaria para emitir la orden de compra. De ahí que se debe agregar al tiempo de demora un tiempo t_3 , para hacer la búsqueda de la información que la empresa constructora no tiene disponible. Para pedidos futuros del mismo material t_3 es nulo.

Para materiales cuya oferta sea inestable, es conveniente estimar t_2 de una manera conservadora, tomando en cuenta la incertidumbre en el plazo de entrega. En el caso en que los materiales se entreguen con un tiempo de demora menor al estimado, se producirá un mayor nivel en el inventario del material a la fecha de recepción.

Uno de los puntos más importantes para tener los materiales en la obra en el momento oportuno reside en estimar el tiempo de demora para cada uno de los materiales. Para determinar cuándo se debe hacer la solicitud de material se parte del dato que se tiene disponible que es la fecha en la cual se inicia la utilización del mismo.

2.2.4 LA RECEPCION

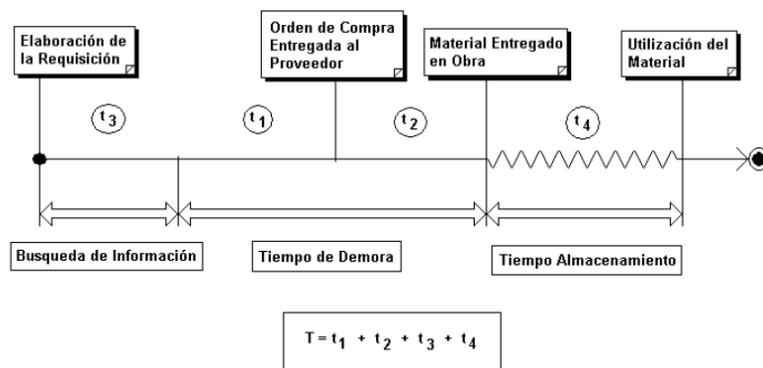
Una vez que el proveedor sitúa el material en la obra, el empleado de la empresa constructora responsable del bodegaje procede a verificar sus especificaciones, su integridad y cantidad. En caso de que el material corresponda con lo que fue solicitado en la orden de compra, el responsable del almacén elabora un documento que genera un movimiento denominado entrada; con este procedimiento el nivel del inventario queda actualizado.

Cuando el material que el proveedor pretende entregar no cumple con lo especificado o bien no ha llegado en buen estado a la obra, el responsable del bodegaje debe rechazarlo y notificar de este caso anómalo al área de compras y a quien lo solicitó, con esto la empresa constructora debe reenviar el material en menor tiempo posible y resolver el problema.

En este caso el tiempo de demora que se haya estimado sea insuficiente para contener dos ciclos de pedido, por lo que para algunos materiales es deseable considerar un tiempo adicional t_4 que

considere un lapso en el cual el material permanezca almacenado en obra antes de ser utilizado, a manera de amortiguar el sistema. Generalmente el tiempo T que transcurre entre la requisición de material y su utilización puede representarse de la siguiente manera:

Figura n°5: Esquema que representa el tiempo que transcurre entre la requisición y la utilización del material



FUENTE: SOLÍS CARCAÑO, R. ET AL. / INGENIERÍA 13-3 (2009) 61-71

2.2.5 EL ALMACENAMIENTO

Dependiendo de los diferentes tipos de materiales, éstos podrían requerir de ser almacenados en un espacio cerrado y resguardado (como un almacén), o bien en espacios abiertos estratégicamente seleccionados para minimizar los traslados dentro de la obra.

Cuando el material se almacena en un espacio abierto, en el momento en que se recibe y se elabora la entrada a bodega, se elabora también su salida de bodega, y es cargado a la partida correspondiente. Cuando se recibe el material se coloca físicamente en el lugar más conveniente tratando de minimizar sus acarreos, pero evitando obstruir otras áreas.

2.2.6 EL RESURTIDO

El caso más simple para la administración de los materiales es hacer un único pedido de cada material, almacenarlo y utilizarlo de acuerdo al programa correspondiente. Lo anterior hace mínimos los costos de hacer la requisición, turnarla, revisarla y autorizarla: hacer la orden de compra, revisarla, autorizarla y hacerla llegar al proveedor; y revisar el material, recibirlo, hacer la entrada a bodega, y actualizar el inventario. Según Nahmías (1999), a la suma de todos los costos correspondientes a los procesos mencionados se le denomina el costo total del pedido. También, hacer un único pedido de un material podría llevar a una economía a escala y a minimizar el riesgo de no contar con el material en el momento oportuno⁷.

Por otro lado, hacer un único pedido podría hacer mayores los costos de resguardo, desperdicio, daño, robo, etc.; así como también hacer mayor el costo de oportunidad del capital de la empresa constructora. A la suma de los costos anteriores se le denomina el costo del inventario.

En la industria de la construcción los costos de inventario no se perciben de manera clara, o bien se consideran menos importantes que los costos asociados al riesgo de no tener el material en el momento oportuno; esta última ocasiona a su vez otros costos asociados a la demora en la ejecución de la obra; tales como: recurso humano desocupado, incremento de los costos indirectos, sanciones contractuales, etc.

Existen dos factores que imponen restricciones físicas para cantidad de material a comprar por pedido, el lapso que transcurre entre pedidos consecutivos y el número de pedidos que se hacen del mismo material durante la obra. El primero es el espacio físico que se tiene para almacenar un material; en este caso, la cantidad que se puede comprar con un pedido (C) está restringida por la capacidad de almacenamiento (A) que para este material se tenga en la obra y por el nivel esperado del inventario (N_1) al día de recibir el pedido, ejemplo: $C \leq A - N_1$.

El segundo factor es el tiempo de caducidad del material (T_c) o tiempo máximo durante el cual el material se conserva sin que se dañe o descomponga. El número de pedidos (N) que se pueden hacer del mismo material tiene un límite inferior que está restringido por T_c , y además depende del tiempo de utilización total (T_u) del material en la obra. $N \geq T_u / T_c$

La liquidez (L) de la empresa constructora en el momento que se tenga que pagar el material suele ser determinante en la mayoría de las decisiones que toma una empresa, a diferencia de los otros factores es factible solucionarlo mediante una acción financiera. En este caso la cantidad de material se puede comprar en un pedido (C) está restringida por la L disponible para este material, y además es dependiente del precio unitario del material (P). $C \geq L/P$

En el consumo de materiales se pueden identificar tres tipos de comportamientos: utilización continua durante un único lapso relativamente corto, utilización continua durante un lapso relativamente largo y utilización discontinua que genera varios lapsos de consumo.

Para el primer caso se debe buscar hacer un único pedido para minimizar el costo de pedido, la compra se deberá hacer con un tamaño de lote que satisfaga a todas las restricciones, a partir de tamaño determinar cuántos pedidos⁶.

Al tener un consumo continuo durante un lapso largo, lo más probable es que se tengan que hacer varios pedidos. El tamaño del lote debe buscar el punto de equilibrio entre los costos del pedido del inventario y del riesgo asociado a no tener el material en el momento oportuno.

2.2.7 EL PAGO

Cuando un proveedor recibe una orden de compra y la surte, emite una o varias notas de emisión que amparan las diferentes entregas. Posteriormente elabora y entrega a la empresa constructora un documento con valor contable y fiscal donde se registra la cantidad y el valor del material que está vendiendo (factura). Cuando la empresa constructora recepciona la factura y es considerada como un comprobante de que la empresa constructora se compromete a pagar el material comprado.

2.2.8 EL CONTROL

El control consiste en el establecimiento de sistemas que permitan comparar lo ejecutado con lo planeado, detectar errores, desviaciones, así como las causas y posibles soluciones, todo lo cual permite decidir oportunamente las acciones correctivas para mejorar o conservar el buen desempeño del proyecto⁸. En el caso de los materiales se trata de controlar eficientemente su adquisición, empleo y pago, para así prevenir y corregir durante la ejecución: sobrepagos, mermas, desperdicios, entregas fuera de especificación o calidad deficiente, comprar erróneas, robos, etc.; incluso puede servir para retroalimentar la estimación de cantidades y costos de los materiales para la planeación de futuros proyectos.

No se deben comprometer los fondos para la ejecución de la obra en la compra de materiales sin un debido análisis técnico de los materiales y las cantidades requeridas. Esta labor corresponde a profesionales o empresas capacitadas, que lejos de ser un gasto más, evitarán la compra de materiales que no se necesitan o que no cumplen con las especificaciones. En este aspecto el ahorro es muy significativo en costo final de la obra.

Planificar con anterioridad para evitar pérdidas causadas por las interrupciones en la obra debido a la falta de existencias.

2.3 OBJETIVOS DE LA ADMINISTRACION DE MATERIALES

- Los departamentos de operación que realizan las compras en forma centralizada no deben comprometer los fondos de la empresa en la compra de materiales, sin la debida autorización para hacerlo.
- No deben aceptarse los materiales que no hayan sido pedidos o que no están de acuerdo con las especificaciones.
- Los materiales no deben aceptarse a menos que se haya llegado a un acuerdo con el vendedor en caso de que se haya recibido materiales dañados o en cantidades inferiores a las solicitadas.
- Debe tenerse la seguridad de que los materiales se han recibido y que se han cargado los precios adecuados en todos los gastos incurridos.
- Debe haber un control físico adecuado sobre el almacenamiento de las existencias.
- Se debe ejercer un adecuado control de costos sobre las cantidades de materiales y suministros utilizados por el personal de operación.
- Debe haber un equilibrio adecuado entre la inversión en pesos en inventarios y los costos incurridos en la adquisición, utilización y almacenamiento de materiales así como de las pérdidas causadas por las interrupciones en la producción o las ventas pérdidas debido a la falta de existencias.

2.4 CLASIFICACION DE MATERIALES PARA UNA OBRA

Los materiales que se consumen en la obra caen en dos categorías: los destinados a la obra que se construye y los destinados a la planta de construcción.

a) Los materiales destinados a la obra están determinados, en cuanto a cantidades y tiempos de utilización, por el programa de construcción y pueden ser de tres clases:

a.1) Materiales de uso común en varias obras, tales como: cemento, acero de refuerzo, madera, etc.

a.2) Materiales o equipo de catálogo, disponibles en el comercio, pero que se usarán exclusivamente en la obra de que se trata.

a.3) Materiales o equipos fabricados especialmente para la obra, bajo especificaciones propias del proyecto.

La compra de los materiales de la primera clase debe programarse a nivel empresa, para el conjunto de obras en que se vayan a usar, logrando así mayor flexibilidad en el abastecimiento y mejores condiciones de compra. La adquisición de los materiales de los dos últimos grupos citados debe hacerse en función del programa de obra; los pertenecientes al último grupo deben incluirse como "actividades" en el programa de la obra, para tener mejor control sobre su abastecimiento⁹.

2.5 PROGRAMACION Y CONTROL DE INVENTARIOS

Los materiales se guardan y se controlan por medio de almacenes, para lograr el equilibrio entre el costo de tenerlos y el costo de no tenerlos en el momento en que se requieran. Sirven para establecer un control interno para evitar la falta y el extravío de materiales en la obra. Nos ayudan también en la determinación de los costos reales de los conceptos de trabajo y para reducir los desperdicios.

El costo de mantener un artículo en existencia en almacén puede expresarse como un porcentaje del costo de adquisición de ese artículo. Ese costo anual puede variar entre 5% y 35%.

Por otra parte, cada vez que se coloca una orden de compra a un proveedor se incurre en un costo por concepto de preparación de la requisición y de la orden de compra, el trámite de dichos documentos, manejo de los pedidos, entrada en almacén, expeditación y trámite de pago. Por datos estadísticos se puede establecer el costo implicando en cada orden de compra.

El costo total anual del inventario (Ct) es la suma del costo anual de mantener los artículos en existencia (Ce) más el costo anual de la colocación de pedidos (Cp). Este último costo es menor mientras más grandes sean los pedidos, y por lo tanto se necesita un número menor de pedidos.

El costo anual de existencia de artículos en almacén es mayor mientras más grandes sean los pedidos, porque van a ser mayores las existencias promedio.

Existe un tamaño de pedidos óptimo que se llama pedido económico (Pe) que corresponde al valor mínimo del costo total anual del inventario⁴.

Un buen control de inventarios requiere de una clara comprensión para que no se conviertan en un factor de pérdida para la empresa.

Los inventarios se constituyen en un factor de seguridad ante problemas en el abastecimiento de materiales. Los problemas principales y que por lo general se presentan con los inventarios, se producen como resultado de acciones como:

- Hacer pedidos demasiado grandes
- Materiales que llegan a la obra y son innecesarios durante un largo periodo de tiempo
- Cambios en la programación de obra

Adicionalmente, mediante una administración eficiente, se pueden minimizar algunos costos relevantes a los inventarios:

- Inventarios excesivos que mantienen capital inmovilizado y demandan espacio extra de almacenamiento
- Frecuentes pedidos de pequeñas cantidades que implican un aumento en los costos administrativos
- Realizar pedidos atrasados que resultan en falta del material necesario para ejecutar una parte del trabajo
- Realizar pedidos con demasiada anticipación lo que resulta en la acumulación innecesaria de materiales.

Por lo general, los problemas más recurrentes de los sistemas de inventario de la construcción se presentan en el reabastecimiento puesto que esta actividad se lleva a cabo basada en las necesidades inmediatas, sin gran planeación y coordinación. Tampoco se planifica con precisión la cantidad de materiales a pedir, lo cual, depende en gran parte en la capacidad de entrega del proveedor más que de las necesidades reales indicadas en la programación de obra. Por esta razón, la anticipación de los pedidos depende de la experiencia que se ha tenido con cada proveedor.¹¹

Otro gran costo asociado al inventario, aparte de los de capital, almacenamiento, seguros, movilización, es el costo asociado a la no disponibilidad del material.

Este es un costo extra que resulta cuando un material no se encuentra disponible. Entre los costos negativos que inciden sobre la productividad de los proyectos de construcción se encuentran la pérdida de productividad de la mano de obra y equipos, interrupción de los trabajos generando como consecuencia un aumento de los gastos generales totales y la adquisición de materiales con sobreprecio, gastos de transporte de urgencia, entre otros.

Una administración eficiente de los inventarios de materiales implica contar con un nivel de inventario apropiado mediante:

- Adquisición de la cantidad precisa
- Adquirir en el momento adecuado
- Mantener un equilibrio entre la inversión total en inventarios con los niveles esperados de uso

Para el control de inventarios existen una gran variedad de técnicas cuantitativas que permiten optimizar el control de inventarios en términos económicos. Sin embargo, como se mencionó, la industria de la construcción tiene diferencias grandes con otras industrias lo que la hace más compleja; los proyectos de construcción utilizan muchos materiales distintos, con demandas variables, con restricciones de espacio, entre otras complejidades, y por ende, este tipo de modelos teóricos se ven restringidos en la práctica. Por esta razón, existen modelos heurísticos que ayudados por un computador, entregan resultados eficientes para la administración de los inventarios en la construcción.¹²

2.6- ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES

Los materiales de una obra deben ser correctamente almacenados y protegidos para evitar los daños, pérdidas y robos. Es muy normal que por las causas mencionadas, se produzcan pérdidas de materiales lo que afecta significativamente la productividad de una obra. Según Serpell (2002), debido al deficiente almacenamiento de los materiales, se producen pérdidas de materiales que alcanzan de un 10% a 20% del total de los materiales adquiridos.

Por esta razón, se considera un elemento esencial lograr un buen almacenamiento y protección de los materiales. Una manera de lograr esto es el diseño y planificación de la distribución de los materiales en centros de acopio, bodegas y áreas temporales dentro de la obra.

Para el diseño y planificación (layout) de los materiales, tanto en obra como en los almacenes, bodegas y centros de acopio, se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones clave:

1. Determinar los materiales necesarios para el proyecto:

Primero, se debe determinar la naturaleza de los materiales a ser almacenados puesto que dependiendo cada tipo de material requiere condiciones diferentes de almacenamiento. Por esta razón, se debe primero determinar los tipos de materiales existentes para poder establecer la distribución y almacenamiento de los mismos.

2. Formas de almacenamiento:

El almacenamiento de materiales requiere de las operaciones siguientes:

- Envío de materiales a obra
- Descarga
- Ordenamiento
- Provisión de condiciones de protección y pérdidas
- Cualquier movimiento asociado a los materiales

En general, se usan tres tipos de almacenamiento de materiales:

a) Áreas de almacenamiento temporal: Aquellas áreas cercanas a los puestos de trabajo y temporales donde se busca minimizar distancias. Si se planifican bien los materiales requeridos, estos pueden ser almacenados alrededor del puesto de trabajo tan pronto lleguen a la obra

b) Áreas de acopio de materiales: Áreas reservadas para almacenamiento externo de materiales de grandes dimensiones que no son tan afectados por las condiciones climáticas adversas. Por lo general, se seleccionan áreas de acopio por restricciones en los espacios disponibles, disponibilidad de materiales, tamaño del proyecto entre otras.

c) Bodegas: Pueden haber dos posibilidades: Bodegas para dar un servicio a los requerimientos del programa de construcción y bodegas que proveen ciertas condiciones ambientales a ciertos tipos de materiales.

3. Cantidad a almacenar y tamaño de la instalación:

Cuando se determina el tipo de materiales y la forma de almacenamiento de los mismos, entonces se puede proceder a determinar la cantidad de material a almacenar y por consiguiente, se puede establecer el tamaño requerido de las instalaciones.

Al usar los conceptos de la teoría de control de inventarios y la herramienta de clasificación de materiales, es posible calcular las cantidades necesarias en inventario para tener una ejecución de los trabajos libre de tropiezos. El tamaño de las instalaciones se encuentra afectado, entre otras, por los siguientes factores:

- Tamaño y tipo de proyecto
- Programación de obra
- Disponibilidad de materiales en el mercado
- Distancia de los proveedores
- Tamaño y facilidad de movilización de los materiales almacenados
- Inventario de seguridad
- Programas de adquisiciones

Al considerar todos estos aspectos, se diseña el tamaño de la instalación, que se puede representar mediante el siguiente esquema:

Fórmula n°2:

$$At = Au + Aa$$

At = área total necesaria para el almacenamiento

Au = área real para almacenamiento

Aa = área adicional para acceso, manipulación y otras actividades necesarias asociadas con los materiales.

Se define como factor de utilización a la relación:

Fórmula n°3:

$$K = Au / At$$

Factor que debe maximizarse en lo posible.

4. Calidad de las instalaciones

La calidad es una determinación clave. Involucra costo, durabilidad y funcionalidad, y se basa en los siguientes factores:

- Tipo y duración del proyecto
- Clima
- Disponibilidad del material
- Reutilización de la instalación
- Protección de los materiales

5. Cercanía relativa

Se refiere a la ubicación de las instalaciones con relación a los puestos de trabajo y a la facilidad para recibir los materiales que llegan a la obra

6. Consideraciones varias:

- Planificación: el diseño de las instalaciones y su distribución debe ser flexible para poder manejar variaciones en la programación de obra
- Seguridad: importante ante robos

Siguiendo este esquema básico y tomando en cuenta cada uno de los factores enunciados, es posible diseñar una distribución eficiente de las instalaciones de almacenamiento de materiales en una obra, lo cual contribuye significativamente a la productividad de la ejecución del proyecto.

CAPITULO III: GESTIÓN PRODUCTIVA Y EFICIENTE

3.1 Lean Construction

La construcción como actividad productiva presenta numerosos factores que afectan su rentabilidad o beneficio final esperado. De acuerdo a Koskela (1993), el exceso en consumo de materiales en la obra es de aproximadamente 10%. En cuanto a los procesos de flujo de trabajo, la proporción media del tiempo de trabajo utilizado en actividades de valor añadido se estima en 36% (Oglesby, 1989). En los últimos años han surgido propuestas concretas para optimizar de forma drástica la práctica constructiva, se ha experimentado y se han obtenido datos favorables frente a nuevas técnicas de administración.

El desafío de lean production fue lograr ganancias de productividad que no usaran los recursos de las economías de escala y la estandarización. La estructuración del proceso de trabajo implicó: el principio de costo mínimo o “fabrica mínima”, que aduce a la reducción de stocks, materiales, equipos, espacios y trabajadores y se complementa con el principio de “fabrica flexible” sustentada en la flexibilidad del trabajo en la asignación de las operaciones de fabricación para lograr un flujo continuo y pronta atención a la demanda (Porter, 2005).

El nuevo modelo denominado Lean construction (construcción sin pérdidas), propuesto por LauriKoskela (1992), analiza los principios y las aplicaciones del JIT (justo a tiempo) y TQM (control total de la calidad) en la industria de la construcción, intentando identificar las bases que él define como “la nueva filosofía de producción”, conocida como lean production. Lean construction introduce principios que cambian el marco conceptual de la administración del mejoramiento de la productividad y enfoca todos los esfuerzos a la estabilidad del flujo de trabajo. Mediante el enfoque Lean construction se han desarrollado diversas herramientas tendientes a reducir las pérdidas a través del proceso productivo. Una de estas herramientas de planificación y control fue diseñada por Ballard y Howell. El sistema denominado el último planificador (LastPlannerSystem) presenta cambios fundamentales en la manera como los proyectos son planificados y controlados. El método incluye la definición de unidades de producción y el control del flujo de actividades, mediante asignaciones de trabajo. Adicionalmente facilita la obtención del origen de los problemas y la toma oportuna de decisiones relacionada con los ajustes necesarios en las operaciones para tomar acciones a tiempo, lo cual incrementa la productividad.

La filosofía Lean construcción es una sumatoria de principios y técnicas de administración. Según Melles (1994), los instrumentos más importantes de este paradigma, y que son la base de éste, son: grupos de tareas multifuncionales, ingeniería concurrente, kaizen o mejora continua, entrega justo a tiempo, relaciones a largo plazo con proveedores, orientación al cliente, información comunicación y estructura de procesos.

Por lo tanto, lo que diferencia a la construcción Lean de la convencional, es su enfoque en las pérdidas y como reducirlas. Según el brasileño Claudio Piquín (1993), el cual determino que alrededor de un 30% del costo total de una obra eran perdidas, tanto así que si fuera una construcción de cuatro torres, la cuarta torre podría salir del desperdicio de las otras tres.

Figura n°6: Producción tradicional v/s Lean Production

	Producción Tradicional	Lean Production
Objeto	Afecta a productos y servicios	Afecta a todas las actividades de la empresa
Metodología	Detectar y corregir	Compromiso de todos los miembros de la empresa
Conceptualización de la producción	La producción consiste de conversiones (Actividades). Todas las actividades añaden valor al producto	La producción consiste de conversiones y flujos; hay actividades que agregan valor y actividades que no agregan valor al producto
Control	Costo de las actividades	Dirigidos hacia el costo, tiempo y valor de los flujos
Mejoramiento	Implementación de nueva tecnología	Reducción de las tareas de flujo y aumento de la eficiencia del proceso con mejoras continuas y tecnología

FUENTE: REVISTA CERTIFICACIÓN, 2001.

3.2 Conceptos Básicos Lean

3.2.1 Diagrama de flujo

Un diagrama de flujo es un modelo a escala, preparado en un plano de dos dimensiones, que muestra la ubicación de las actividades, materiales y movimiento de trabajadores y equipos alrededor del lugar de trabajo. En el diagrama se presentan varios movimientos y actividades de trabajadores y máquinas.

3.2.2 Actividad que agrega valor

La actividad que agrega valor es la actividad que convierte un material y/o la información hacia los requerimientos del cliente. En otras palabras, es la actividad que el cliente reconoce en un proyecto como ejecutado.

3.2.3 Actividad que no agrega valor

Son aquellas actividades que consumen recursos, tiempo y espacio, produciendo un costo, ya sea directo o indirecto, no agrega valor ni avance a un proyecto. (Rother y Shook, 1998) adoptaron una perspectiva de cadena de valor, lo cual significa trabajar en el gran conjunto, no sólo en los procesos individuales.

3.3 Herramientas Lean

Para un entendimiento óptimo de Lean Construction, es necesario entender cuáles son las funciones de cada una de las herramientas que forman parte del mismo. Estas existen, como forma de simplificar la aplicación de Lean Construction en los procesos de administración y gestión de una obra. Según distintos autores (Picchi, 1993; Womack, 1996; Fromseeingtodoing, 1999; Bertelsen, 2001) las herramientas no son más, que la aplicación de los principios teóricos a la práctica profesional.

Figura n°7: Herramientas Lean

VSM (ValueStreamMapping)	Es una herramienta de representación visual que ayuda a ver y entender el flujo de material e información de cómo se hace un producto o servicio
5s	Proceso de 5 pasos con el fin de incrementar la eficiencia mediante clasificar, ordenar, limpiar y estandarizar las estaciones de trabajo.
Trabajo Estandarizado	Proceso por el cual se analizan los tiempos requeridos para realizar un ciclo de trabajo para llevar un control óptimo del mismo
Mantenimiento productivo total (TPM)	Metodología que elimina averías y fallos en los equipos o maquinaria obteniendo mejoras rápidas y continuas
Error Proofing	Proceso de mejora por el cual se previenen defectos específicos que puedan ocurrir
Set Up Reduction	Método para analizar y reducir el tiempo de cambio de actividad. Existen actividades desempeñadas mientras la maquina está detenida (INTERNAS) y las realizadas mientras la maquina está produciendo (EXTERNAS)
Flujo Continuo	Sistema de manufactura en el cual los procesos de producción posteriores halan a los anteriores
PullSystem (Kanban)	Sistema por el cual se busca: estandarizar inventarios, controlar la producción y el manejo de materiales, eliminar la sobreproducción, minimizar la cantidad de productos en proceso e identificar los "cuellos de botella"

FUENTE: SUSTAINABLE DEVELOPMENT, COLOMBIA 2011

3.4 MAPEO DE FLUJO DE LA CADENA DE VALOR

El ValueStreamMapping (VSM), o “Mapa de flujo de Valor”, sirve como herramienta en los procesos productivos con la finalidad de la eliminación de desperdicios que no agrega valor a un producto o servicio¹³.

3.4.1 Definición

La cadena de valor es una herramienta de análisis que permite ver hacia adentro de la empresa, con la finalidad de encontrar ventajas competitivas en cada una de las actividades que ésta realiza.

Con esta herramienta, se analiza a una empresa en sus actividades estratégicas relevantes para comprender el comportamiento de los costos y las principales diferencias existentes y potenciales respecto a otras. Una empresa obtiene la ventaja competitiva, desempeñando esas actividades, a un costo menor o mejor que sus competidores.

3.4.2 Objetivo

El objetivo principal es optimizar el proceso productivo, reducir costos y aprovechar los recursos existentes. Para ello se identifican actividades que otorguen alguna ventaja comparativa o competitiva, las cuales se encuentran inmersas en un sistema de valor descrito a continuación.

3.4.3 Sistema de Valor

La cadena de valor de una empresa forma parte de un campo mayor de actividades llamado sistema de valor, donde además de la organización, interviene la cadena de valor de los proveedores, del canal y de los compradores.

Es principalmente usado en ambientes Lean para identificar oportunidades de mejora con liderazgo de tiempo a través de la cadena de valor. Por tal motivo, es necesario entender primeramente estos dos conceptos para tener una visión general de la herramienta del VSM.

Según Raúl Martínez en su estudio Administración del Flujo de Valor en Procesos Administrativos (2008), para administrar un flujo de valor y llegar a la elaboración de un VSM se requiere hacer una secuencia de 6 etapas que consisten en:

1. Identificar los flujos de valor
2. Mapear el estado actual
3. Medir el flujo del valor
4. Identificar oportunidades de mejora
5. Mapear el estado futuro
6. Elaborar un plan de implementación.

El mapeo de flujo de la cadena de valor tiene como objetivo eliminar o reducir al máximo las siete actividades que no agregan valor:

- **Sobreproducción:** Es producir más que la cantidad que realmente se necesita o más pronto de lo que se necesita. Es el exceso de producción, lo cual es producto entre otros factores de una mala programación, control de la producción o una errónea idea de maximizar la producción.
- **El Esperar:** Tiempo muerto que se produce cuando dos variables independientes del proceso no están completamente sincronizadas.
- **Transporte:** Pérdidas por excesos en el transporte interno, relacionados con inadecuadas ubicaciones del equipo y maquinaria del proceso. Disminución de productividad por exceso de manipulación y una sobre utilización de mano de obra, transportes y energía, como así también de espacios para los traslados internos.
- **Procesamiento:** Esfuerzo que no agrega nada al criterio de valor del cliente, mejoras que son invisibles y sin valor al cliente o al trabajo que pueden combinarse con otro proceso. Encarecimientos innecesarios por no escuchar la voz del cliente y no minimizar lo que agrega valor pero no es necesario.
- **Inventario:** Cualquier suministro que excede los requerimientos del proceso para producir bienes o servicios. Aplicable a insumos, repuestos, productos en proceso e inventario de productos terminados. Normalmente ocurren los sobre inventarios por querer asegurarse de insumos de materias primas.
- **Defectos:** La necesidad de reconstruir partes en proceso o productos terminados, reciclar o destruir productos que no reúnen las condiciones óptimas de calidad. Creando pérdidas ocasionadas por gastos de garantías, reparaciones y sobre todo por pérdida de clientes y ventas creándose una mala imagen.

- **Movimiento:** Cualquier movimiento de gente en aspecto ergonómico o de máquinas que no contribuyen al valor agregado o ubicación errónea. Ello no sólo motiva una menor producción por unidad de tiempo, sino que además provoca cansancio, fatigas musculares o frustraciones que originan bajos niveles de productividad.

CAPITULO IV: DESARROLLO DE LA INVESTIGACION

El estudio será de tipo exploratorio, el fin de este tipo de estudios es obtener información suficiente que permita obtener un conocimiento más amplio respecto al problema que existe en la administración de materiales, que es la pérdida de material, atrasos por falta de ellos, robos, etc. con esta información se busca realizar un mapeo de flujo del estado actual, identificar las falencias que existen en las actividades que provocan atrasos y, proponer mejoras realizando un mapeo de flujo del estado futuro.

Para ello se llevará a cabo un estudio de **caso** múltiple, en donde se usarán 5 casos de PYMES, las cuales representan a las empresas que han generado un incremento en sector inmobiliario de las provincias del interior de Quinta Región, construyendo viviendas que oscilan entre los 900 y 1200 UF.

Comentado [A1]: ¿CASO?

4.1- Elaboración del instrumento:

La elaboración de un cuestionario que contempla preguntas bases que sirvan para comparar a nivel general las obras estudiadas, con el fin de conocer la práctica de la administración de materiales y la problemática que impacta a las empresas constructoras de la quinta región.

Al obtener información de campo se busca establecer el flujo de información necesario para ejercer la planeación y el control efectivos de los recursos materiales.

4.1.1- Cuestionario:

La justificación de usar un cuestionario como herramienta de ayuda para la realización de esta investigación se basa en que con él se puede obtener de manera sistemática y ordenada, la información acerca de las empresas en estudio.

Para elaborar este cuestionario se tomaron las siguientes consideraciones:

Fomulación de objetivos: reconocer los flujos de información de temas relevantes tales como: la planificación de las compras, la recepción, inspección y almacenaje del material.

Comentado [A2]: DESTCAR ESTOS EN NEGRITA

Determinación de los procesos que se quiere obtener información para fundamentar la investigación: - Selección de proveedores, - Recepción de materiales, - Sistemas de información, - Control de materiales.

Comentado [A3]: ID

Planificación del cuestionario: especificar el tipo de pregunta, determinar que el tiempo empleado en responderlo sea el adecuado para que el entrevistado vuelva a sus labores, determinar el orden en que se formulan los ítems.

Comentado [A4]: ID + "¿DISEÑO DEL...?"

Cada pregunta fue planificada pensando en responder el objetivo que es conocer en qué proceso administrativo existen deficiencias para proponer una mejora.

4.2- Recolección de la información de campo:

Durante las visitas a las obras estudiadas, se busca complementar lo aportado por el cuestionario, teniendo en cuenta la particularidad y las diferencias de cada obra, por lo que esta información se hace solamente en terreno, observando y preguntando de acuerdo a lo que se presente en cada obra, con esto se busca tener mayor información de cada obra al momento de evaluarlas.

Como se ha expuesto anteriormente el almacenamiento de materiales requiere de operaciones esenciales para diseñar una distribución eficiente de las instalaciones de almacenamiento en obra, contribuyendo así, a la productividad de la ejecución del proyecto.

Un punto importante que busca al realizar visitas a la obras, es contrastar la información que se entrega en el cuestionario, con lo que se ve en la realidad. Tomando en cuenta aspectos importantes señalados con anterioridad en el marco teórico, como lo son las áreas de almacenamiento y acopio de material, observar la calidad de las instalaciones, la cercanía que existe con relación a los puestos de trabajo y la facilidad para recibir los materiales que llegan a la obra

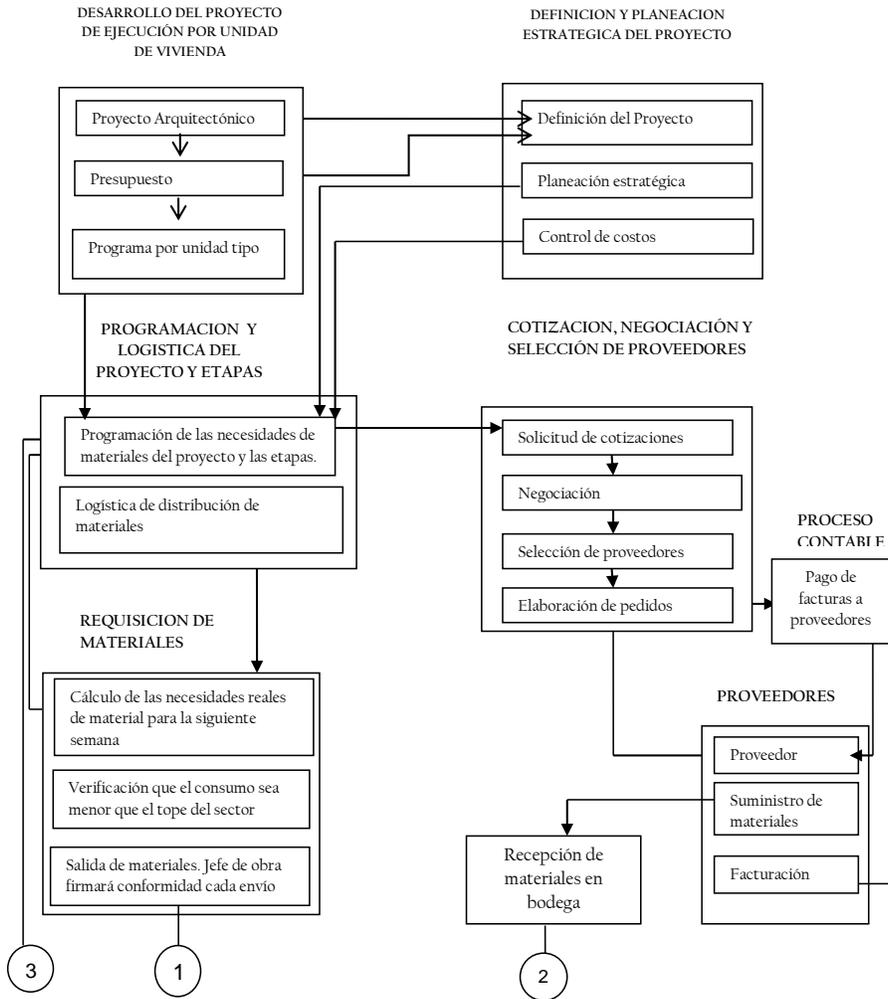
4.3- Metodología para la elaboración del mapeo de flujo de la cadena de valor

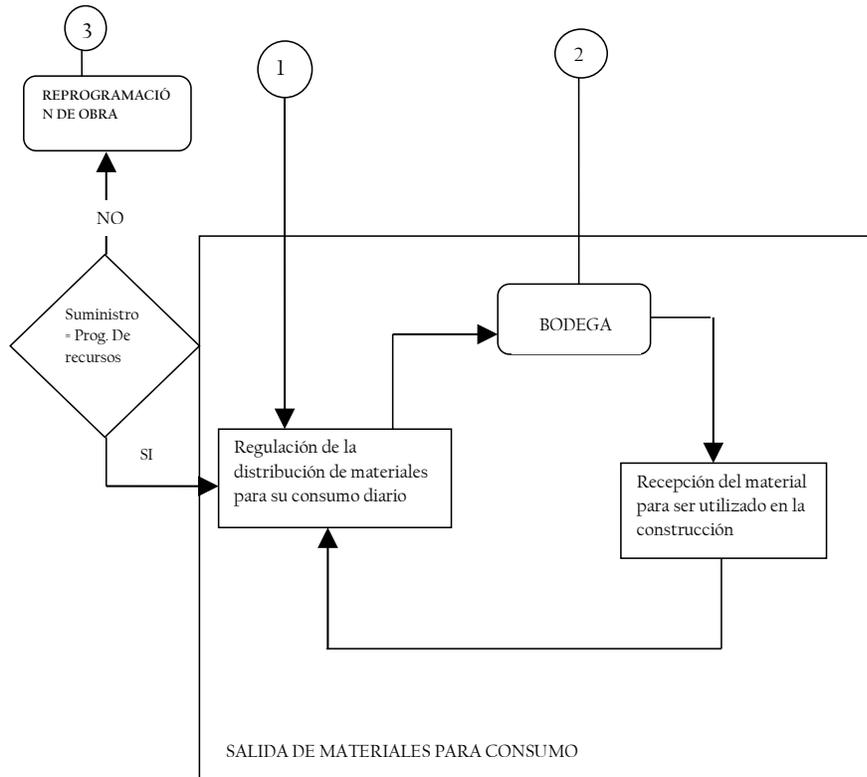
Para la realización del mapeo del flujo de la cadena de valor de los procesos involucrados en la administración de materiales se debe considerar:

1. Identificar los procesos de adquisición de materiales

Figura n°8: Esquema metodología del mapeo del flujo de la cadena de valor

Comentado [A5]: REVISAR LA DIAGRAMACION DEL TEXTO. ESTO NO PUEDE OCURRIR





FUENTE: SOLÍS CARCAÑO, R. ET AL. (2009). LA ADMINISTRACIÓN DE LOS MATERIALES EN LA CONSTRUCCIÓN. REVISTA ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE YUCATÁN.

2. Observar en terreno los procesos administrativos, identificando los flujos de información
3. Determinar las actividades que conforman el proceso y las actividades que no agrega valor.
4. Obtención del mapeo en estado actual.

4.1 Identificación de pérdidas y tiempos muertos

Con los datos obtenidos asistiendo a terreno y con la información facilitada por las empresas en estudio se analizarán los procesos de la administración de materiales, demoras por falta de material, pérdidas por falta de coordinación y/o programación como también por tiempos muertos. Inmediatamente después de identificarlos se analizará de qué parte de los procesos administrativos provienen estos desperdicios y se propondrán las soluciones que estos requieran.

CAPITULO V: DIAGNOSTICO DEL MAPEO DEL FLUJO DE LA CADENA DE VALOR EN ESTADO ACTUAL

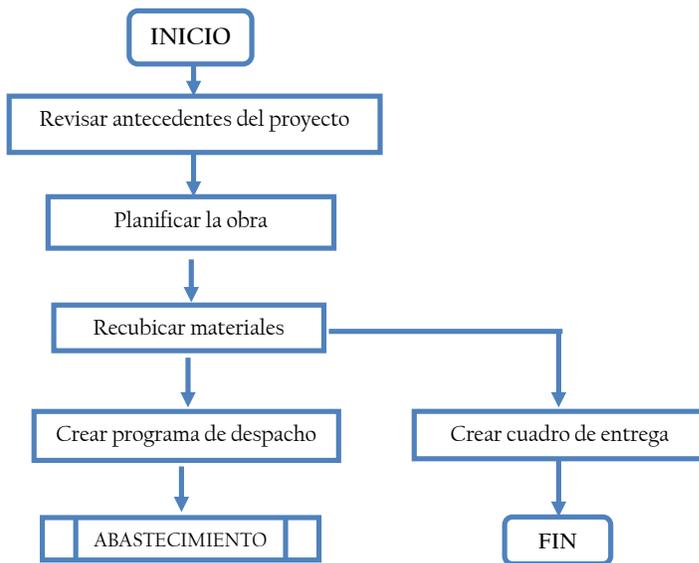
5.1 Presentación de resultados

El análisis de resultados se desarrolló en primera instancia en torno a una revisión bibliográfica teniendo en cuenta que en materia de estudio las fuentes de información son muy pocas, se documentó el proceso del flujo de los materiales de construcción en sus diferentes etapas a partir de los resultados obtenidos por medio del cuestionario que se encuentra en el Anexo A.

5.1.1 Proceso de Planificación

El proceso de planificación es clave en la administración de materiales desde el inicio del proyecto de construcción. De acuerdo a las respuestas entregadas y lo observado en terreno, las actividades que componen este proceso son las siguientes:

Figura n°9: Proceso de Planificación



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La revisión de los antecedentes es una actividad clave al inicio del proyecto, realizar un estudio de planos, especificaciones técnicas, aclaraciones, entre otros, permite prever con mayor exactitud las actividades que componen la obra, los recursos que se requieren y las fechas aproximadas en que estos se deben encontrar disponibles en obra.

Luego, se desarrolla la programación de obra, donde se obtiene una carta Gantt detallada de las actividades, la cual se ajusta en algunos casos (según la información entregada en las visitas a terreno) en las reuniones semanales de planificación.

Una vez programada la obra, se definen las fechas aproximadas de ejecución para cada actividad. Se inicia la cubicación de materiales incidentes. En todos los casos de PYMES en estudio, las cubicaciones realizadas en la etapa de estudio solo son utilizadas a modo de referencia.

Al conocer la cantidad de material requerido y la fecha aproximada de ejecución es posible elaborar un programa de compras y despacho. En la mayoría de los casos esta actividad no se realizaba formalmente, ya que, las compras obedecían a la programación de obra y a la experiencia.

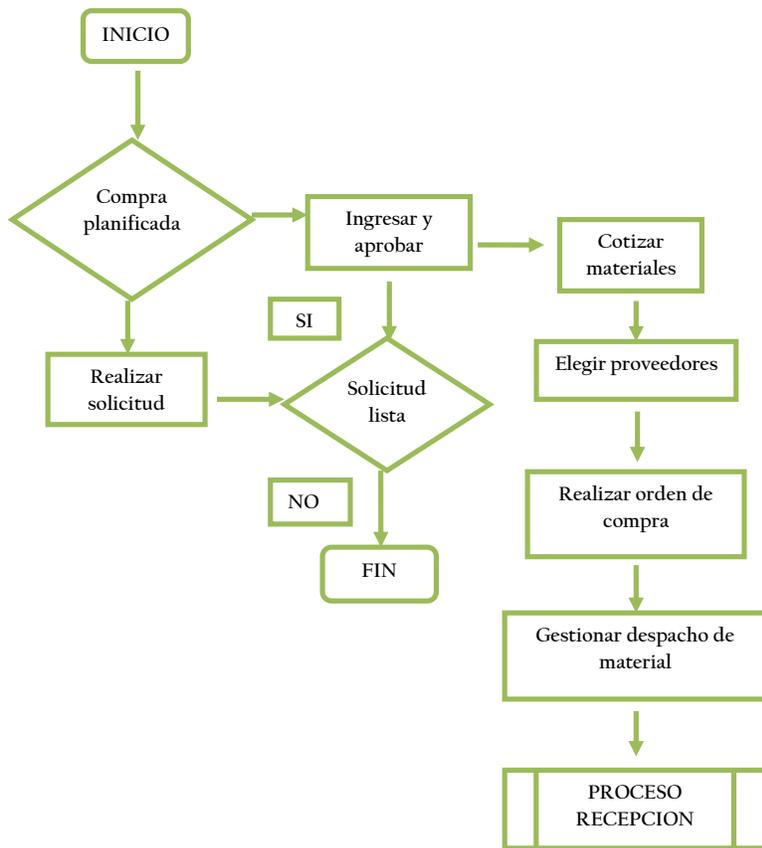
En las empresas pequeñas, los recursos no son los mismos en comparación a las otras dos categorías que le siguen, por lo tanto, poseer un departamento de compras que elabore un programa de ello, es algo más cercano a las empresas medianas y grandes. Las empresas pequeñas se bastan de la experiencia y de los pocos recursos que tienen, por lo tanto seguir la programación de obra “al pie de la letra” es fundamental, para lograr un sistema adecuado de materiales.

5.1.2 Proceso de abastecimiento

Luego del proceso de planificación, se inicia el abastecimiento de recursos, este proceso comprende la adquisición de materiales y la gestión de despacho a la obra. Para realizar el mapeo de este proceso, se tomó en cuenta la realidad de cada una de las empresas en estudio, con lo estudiado se ha podido observar que este proceso depende del tipo de administración de obra.

El 80% de las empresas en estudio tienen por servicio de compras un servicio establecido en obras, y controlado por la oficina central. Solo una de las empresas mantiene un servicio centralizado. El siguiente esquema muestra las principales actividades que participan en este proceso.

Figura n°10: Proceso de abastecimiento



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

En el caso de la empresa con sistema centralizado. La solicitud es aprobada por oficina central, para luego proceder a las etapas de cotización y negociación con proveedores por un departamento de adquisiciones, que recibe las solicitudes de las obras de la empresa.

Generalmente es un Gerente u otra persona con un alto cargo, quien selecciona al proveedor. Determinado el proveedor se envía la orden de compra a la obra, y bodega es quien coordina el despacho.

Si se toma el caso de una empresas que no cuenta con un sistema centralizado (se hace referencia a esto, porque la mayoría de las empresas en estudio presenta casos intermedios entre la situación descrita con anterioridad y esta), este tipo de empresa delega la responsabilidad de las cotizaciones en el jefe de bodega, quien realiza las comparaciones entre proveedores, y posteriormente las entrega al administrador de la obra para que sea él, quien elija al proveedor

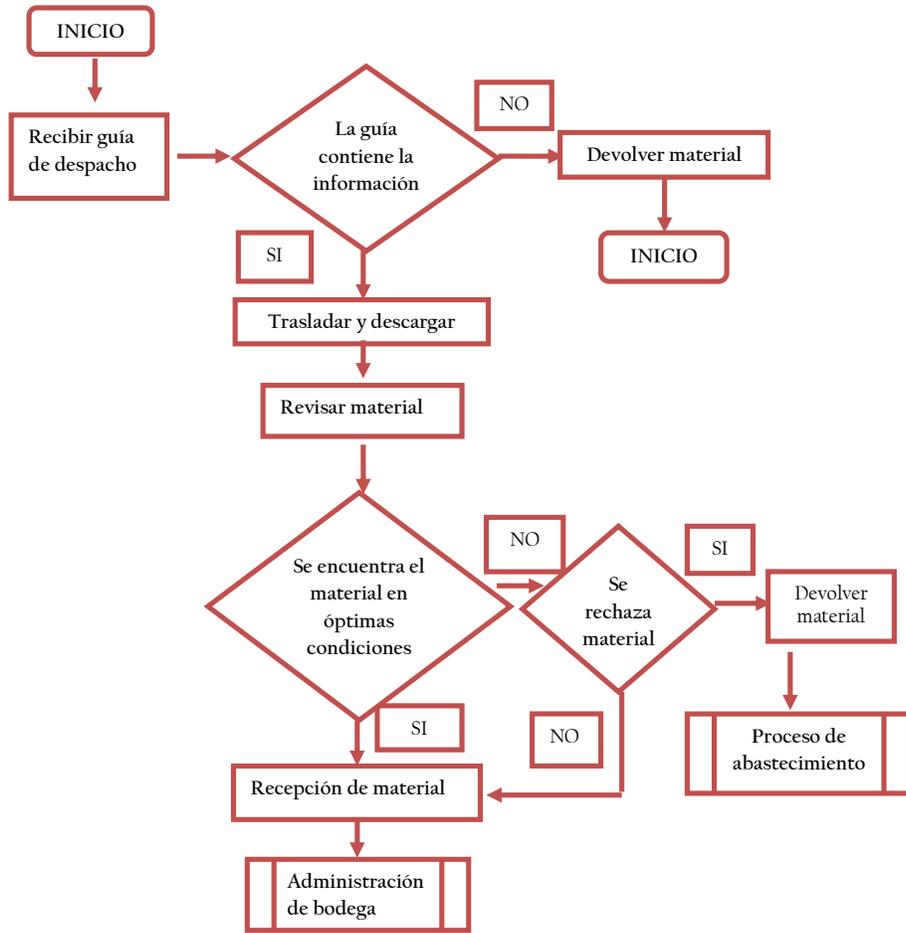
El 80% de las empresas en estudio presenta un caso intermedio, tomando las ventajas de ambos sistemas descritos anteriormente. Toman la independencia de realizar estas actividades dentro de la obra, lo cual agiliza el proceso de compras. Pero es la oficina central la que se encarga de controlar y aprobar las decisiones tomadas en obra.

En cuanto al despacho de material en obra, es bodega junto con su personal, quienes son los responsables de coordinar la llegada de material dentro del plazo indicado.

5.1.3 Proceso de Recepción de material

Una vez que el proveedor despacha el material a obra, se hace inicio al proceso de recepción. Generalmente, la recepción es realizada por el jefe de bodega, quien se encarga de controlar el material despachado y ubicarlo en las condiciones adecuadas, que éste requiera.

Figura n°11: Proceso de Recepción de materiales



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

De acuerdo, a la información entregada por las empresas, se puede observar que la primera actividad una vez que llega el proveedor, es revisar que la guía corresponda a la obra, y además, que ésta contenga la información correcta, comparando siempre, con la orden de compra respectiva. Ante algún problema se deberá informar al administrador de obra para que él de la instrucción de devolver el material.

Después de revisar los documentos, se procede a la revisión física del material, y tal como se señala en las respuestas entregadas, el responsable de la recepción de materiales debe verificar a la llegada de éste el estado general de los materiales, realizar un control cuantitativo e inspeccionar técnicamente el material, comprobando la calidad de éste.

En caso de no cumplir con los requisitos, el material es devuelto al proveedor, quien deberá reponerlo, de no ser así, se busca un nuevo proveedor para abastecer del material requerido.

El material una vez recepcionado, se ingresa al sistema con el cual cuenta la empresa, quedando disponible para su uso.

5.1.4 Proceso de salida y distribución de material

Estos procesos consisten en trasladar los recursos requeridos en terreno, desde la bodega hasta el frente de trabajo.

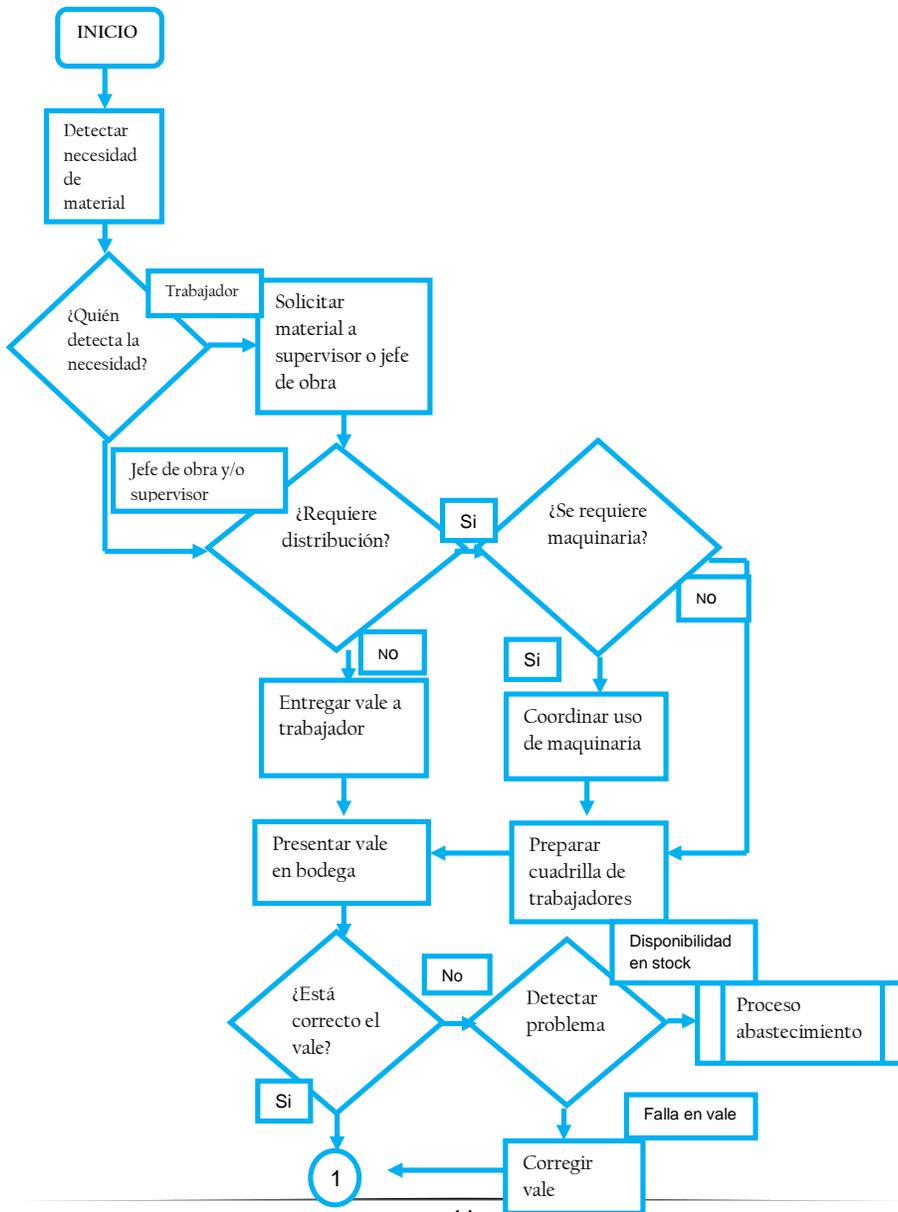
Es uno de los procesos que requiere una evidente mejora, dado que es desarrollado en terreno, por lo que, generalmente la información se encuentra desordenada, incompleta o es inexistente.

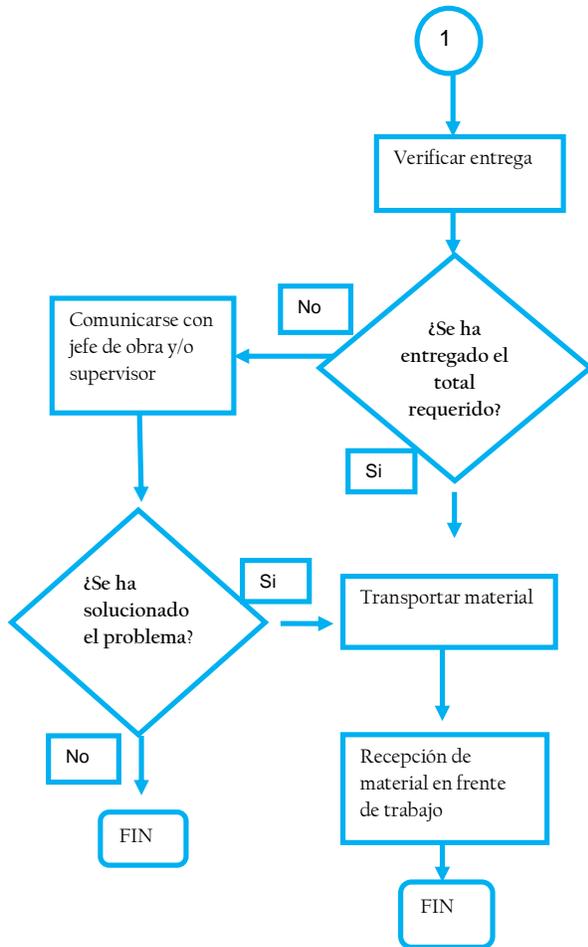
De esta forma, cuando un trabajador necesita un determinado recurso deberá solicitar un VALE por material al supervisor y/o jefe de obra. De acuerdo a lo visto en terreno, de las 5 empresas, tres de ellas contemplan en terreno supervisores y capataz, a parte del jefe de obra (entre ellas dos empresas medianas y una grande). Las otras dos de ellas solo contemplan un jefe de obra.

Quien reciba el vale, deberá decidir si la solicitud es válida, comprobando que lo pedido sea coherente con la faena del trabajador solicitante. Para validar el vale, deberá ser firmado por el responsable de emitir el vale.

Con el siguiente esquema se pretende dar a conocer las principales actividades de estos procesos.

Figura n°12: Proceso de salida y distribución de material





FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El vale contiene información básica, la cual debe ser firmada por quien resulte responsable de la emisión de los vales (jefe de obra y/o supervisor), en el vale se indica quien retira, la descripción clara del material requerido y el destino que tendrá el material requerido.

El trabajador es quien presenta el vale en bodega, en donde revisa que éste cumpla con los requisitos mencionados anteriormente. Si el vale no cumple, se anula y debe ser creado otro. Para que el vale sea válido debe ser claro (sin borrones), legible, sin cortes y debe existir stock disponible.

En cuanto al traslado, éste se efectúa de acuerdo a las características del material y el funcionamiento de obra. Cuando se trata de materiales livianos, herramientas o equipos fáciles de trasladar, el trabajador solicitante realiza el traslado.

Si el Jefe de obra y/o Supervisor consideran que se requiere apoyo en el transporte de un recurso entregará el vale a quien estime como jefe de cuadrilla, para que éste coordine el uso de maquinaria y organice a la cuadrilla.

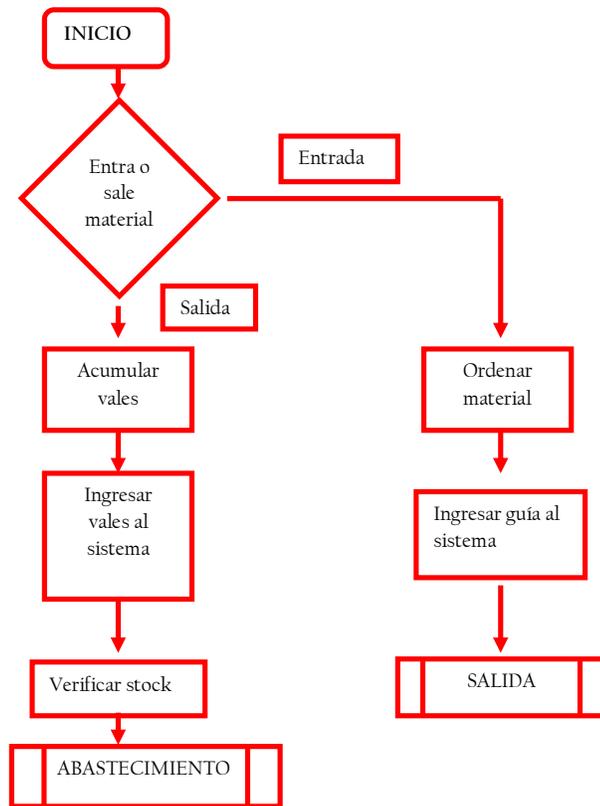
Al llegar al frente de trabajo se hace una revisión visual del material, sin ningún tipo de registro.

5.1.5 Proceso de administración de materiales

Este proceso abarca todas las actividades relacionadas con la administración de materiales. Aquí se deben controlar todos los recursos que se encuentren en obra y, por otro lado, realizar las gestiones relacionadas con ellos.

Las actividades que conforman parte de la gestión de recursos de bodega, se clasifican según la Entrada y Salida de recursos de bodega, y si corresponde a materiales, herramientas o equipos.

Figura n°13: Proceso de administración de materiales



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Este proceso consiste en organizar la información diaria acerca del flujo de materiales al interior de la obra.

La información sobre los recursos de entrada que aparecen en la Guía de Despacho y Orden de Compra, es ingresada al sistema utilizado por cada empresa o a la planilla correspondiente, para ayudar a mantener un control de inventario.

En cuanto al control de inventario, según lo respondido en las encuestas, solo dos empresas cuentan con un sistema de inventarios formal, una empresa cuenta con un sistema informal, y las dos restantes hacen el esfuerzo por implantarlo. Se destaca que la única empresa que mantiene un control de inventarios formal, y además contempla verificación de inventario físico de manera esporádica, es la empresa catalogada como “grande”, y las empresas que hacen el esfuerzo por implantarlo son la pequeña y mediana empresa. Por lo tanto, sin un control de inventario formal es difícil detectar los problemas relacionados con el stock de recursos. Lo cual constituye un punto importante a mejorar.

Con este último proceso se finaliza la cadena de abastecimiento que desarrollan las empresas constructoras de la Quinta Región actualmente.

Se pueden realizar mejoras en todos los procesos, partiendo desde la planificación hasta el excesivo consumo de tiempo por la digitalización de vales en el sistema empleado.

CAPITULO VI: PROPUESTAS DE MEJORAS

Finalizadas las visitas a obra y desarrolladas las encuestas. Los resultados obtenidos han dejado en evidencia que las empresas estudiadas, tienen muchas oportunidades de mejorar su logística de abastecimiento.

Para esto, se ha elaborado un mapeo del flujo de la cadena de valor en estado futuro de la administración de materiales, incorporando las propuestas de mejora en el flujo actual de la administración de materiales. Este diagrama mejorado permite optimizar el proceso logístico al interior de la obra.

6.1.1 Proceso de planificación

Propuestas de mejora:

Distribuir los recursos de presupuesto de obra en las actividades de la programación para lo cual se puede hacer de tecnologías en caso de tener los recursos, sino de una sencilla hoja electrónica que integre los recursos presupuestados con el tiempo programado; paralelo a esta programación debe hacerse un cronograma de suministros de materiales, con el fin de saber las fechas en las que se requieren los materiales en el sitio para su utilización. Con estas dos programaciones se generará la base para el control de recursos, por lo tanto es necesario que exista un **flujo de información entre las partes interesadas como lo son gerencia, coordinación de obra y el departamento de obras en caso de existir**, pues es importante tener en cuenta la comunicación para lograr una administración eficiente.

Una vez definida la forma para el control de los recursos, se debe proceder a la **planeación de la distribución y disposición de los recursos en el sitio**, lo cual se relaciona directamente con las condiciones topográficas; considerando el transporte para llegar a los sitios de recepción de material, climatológicas del sitio, forma de ejecución de las actividades y la disponibilidad de almacenamiento.

Eliminar defectos. Dentro de la planificación de obra existe un punto que se decide en base a la experiencia, éste es la definición lay-out de bodegas. Según lo observado en terreno y las respuestas entregadas, es necesario realizar mejoras aplicadas a la logística y estrategias en la ubicación de bodega. Considerando algunos factores:

- a) Fácil acceso para camiones de proveedores (como consecuencia una descarga eficiente)
- b) Considerar el uso de maquinaria para la distribución de aquellos materiales que lo requieran.
- c) Entregar visibilidad a las bodegas para evitar robos durante la jornada.
- d) Ubicar los acopios fuera de Bodega en un lugar que permitan ser controlados.

Para aquellos materiales más delicados, se debe planificar en obra las condiciones de acopio para ellos, informando al Jefe de Bodega y su personal acerca de dónde serán ubicados, respetando siempre la decisión tomada, para que no existan problemas con el proveedor y el material no sufra deterioro.

6.1.2 Proceso de cotización

Propuestas de mejoras:

Teniendo una programación de compras, es posible llevar a cabo el proceso de cotizaciones. La forma propuesta para realizar este proceso es el siguiente:

1. Solicitar cotizaciones a diferentes proveedores.
2. Analizar las cotizaciones realizadas, a través de la elaboración de un cuadro comparativo, a fin de elegir la mejor opción comercial con base en las condiciones de compra tales como precio, tiempo de entrega, crédito, garantías.
3. Determinar la propuesta ideal, y con base en ella negociar con los proveedores las condiciones más favorables.

Para esto se propone usar la ayuda de una tabla o formato elaborado.

6.1.3 Proceso de compras

Propuestas de mejoras:

Para lograr las mejoras requeridas en este proceso se debe buscar el equilibrio entre el costo del pedido, el inventario y la tasa de consumo.

El punto de partida es la solicitud de material que realiza el área de producción al área administrativa, y tiene como base el cronograma de suministros de materiales; **el área administrativa (compras) se encarga de verificar la cantidad de material solicitado vs los pedidos hechos anteriormente del mismo tipo y el presupuesto de control establecido en la fase de planeación a fin de no sobrepasar el rubro proyectado para cada capítulo o actividad.** Una vez realizada la anterior verificación, se procede a la investigación de materiales, que comprende la inteligencia de mercado o recopilación, clasificación y análisis de los diferentes tipos de material, la demanda, el precio, el análisis de los productos ofrecidos por los diferentes proveedores de acuerdo a las requisiciones fijadas por el programa de producción, la capacidad financiera de los mismos y las condiciones de pago, las garantías ofrecidas.

Una vez seleccionado el proveedor, el área de compras emitirá una orden de compra, la cual debe estar debidamente soportada, para mayor control se recomienda apoyarse de un software especializado en control de costos, y así controlar que el material que llega a la obra sea el que se pidió y sin variaciones en el precio pactado por el proveedor.

Cuando suceda que las cantidades de material sobrepasan las planeadas, quien realiza la solicitud debe justificar este incremento de material con la proyección de mayores cantidades de obra o con la rectificación de las cantidades de obra en caso de que las cuantificaciones iniciales presenten inconsistencias. Otro caso que puede presentarse, es el de solicitar un material que no se encuentra en el listado dentro de la lista base, para lo que también debe haber una justificación de soporte.

Para conocer cuándo se debe hacer la solicitud de un material, se debe generar un **cronograma de solicitud de materiales**. Tomando como base la fecha en la cual se inicia la utilización del material, el tiempo de consecución del mismo por parte del proveedor y sus diferentes factores influyentes y la capacidad máxima de almacenaje dentro de la obra.

6.1.4 Proceso de almacenamiento

Propuestas de mejoras:

La fase de compra se encuentra relacionada con la fase de almacenamiento, ya que la adquisición de los recursos depende directamente de las condiciones de almacenamiento existentes. Es importante **limitar el acceso al almacén solo al personal de ésta área**.

Generalmente las pérdidas que se producen en esta etapa obedecen a deterioros, roturas, hurtos o desorganización. Estas pérdidas pueden minimizarse aplicando procedimientos eficientes tales como el **etiquetado de cantidad y ubicación de cada artículo en el almacén, división del almacén en subsecciones y ubicación de los artículos dependiendo de sus características (frecuencia de uso, costo, tamaño, entre otros)**.

Otra práctica recomendada es la realización de recuentos periódicos a fin de efectuar un control administrativo que permita tomar decisiones acertadas para alcanzar los objetivos de la empresa.

Mantener registro de todos los movimientos de material que se realicen a fin de facilitar la localización inmediata de los artículos.

Al momento que el material llega a la obra se debe proceder a verificar sus especificaciones, precio, integridad y cantidad, de acuerdo con la orden de compra y posteriormente a realizar la respectiva entrada de almacén. Cuando el material que llega a la obra no cumple con las especificaciones de la orden de compra, el responsable del almacén informará al área de compras y **el área de producción quienes realizarán el seguimiento del material faltante para su consecución en el menor tiempo posible**.

En la mayoría de los casos dentro del precio de venta del material no se encuentra incluido el descargue, por lo que se debe prever este aspecto y contar con los recursos necesarios para el descargue y traslado al sitio de almacenamiento.

Una vez se haya recibido el material en la obra se debe llevar el control del estado de la orden de compra. Una forma de llevarlo es la siguiente:

Figura n°14: Estado de orden de compra

ESTADO DE ORDEN DE COMPRA

PROVEEDOR: XXXXXXXXX ORDEN DE COMPRA N° XX
FECHA: XXXXXXXXX

MATERIAL	UNIDAD	PEDIDO	RECIBIDO	PENDIENTE
Cemento	saco	3000	700	2100
Acero	kg.	11520	7500	4020
Ladrillo	unidad	6000	6000	0
Alambre negro	kg.	750	500	250

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Si se tiene software de costos se genera un reporte del estado de órdenes de compra. Para la salida de material, se sugiere hacer una programación periódica de salidas de almacén con base en la programación de obra para de esta manera controlar el material que se le entregará a cada frente de trabajo, sirviendo esta información como base para saber con anticipación el consumo de material de cada actividad.

Figura n°15: Autorización de salidas de almacén

PROGRAMACION SEMANAL DE SALIDAS DE MATERIALES

OBRA: XXXXXXXXXX
FECHA: XXXXXXXXXX SEMANA DE MES xx A xx DE AÑO
ACTIVIDAD: XXXXXXXXXX CANTIDAD: XXXXXXXXXX
SOLICITA: MAESTRO/JORNAL XXXXX AUTORIZA: XXXXXXXXXX

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD
Arena	m3	5,04
Cemento	saco	63
Alambre negro	kg.	150

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

En base a la programación de salidas de almacén, se requiere llevar el control del material entregado a diario, para tal efecto se sugiere llevar un registro de dicha salida.

Figura n°16: Salida de almacén

SALIDAS DE MATERIAL

OBRA: XXXXXXX

ENTREGADO A: XXXXXXX

ACTIVIDAD: XXXXXXX

SEMANA DE **MES XX A XX DE AÑO**

CANTIDAD: XX

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD APROBADA	MATERIAL ENTREGADO				
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
Arena	m3	5,04	0	1,68	0	1,68	1,68
Cemento	saco	63	0	21	0	21	21
Volcanita	unidad	4	2	0	0	2	0
RECIBE			FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA	FIRMA

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Herramientas Lean como el Kardex son de mucha importancia puesto que el Kardex es el historial de cada material permitiendo así dejar la trazabilidad de cada material utilizado en obra.

Figura n°17: Salida de almacén

KARDEX

OBRA: XXX		MATERIAL: CEMENTO		UNIDAD: SACOS
FECHA	PROVEEDOR	ENTRADA	SALIDA	SALDO
JULIO 1 DE 2014	XXXXXXXXXX	700	0	700
JULIO 2 DE 2014	XXXXXXXXXX	0	50	650
JULIO 3 DE 2014	XXXXXXXXXX	0	98	552
JULIO 4 DE 2014	XXXXXXXXXX	0	123	429
JULIO 5 DE 2014	XXXXXXXXXX	0	10	419
JULIO 6 DE 2014	YYYYYYYYY	100	0	519
JULIO 7 DE 2014	YYYYYYYYY	0	23	496
JULIO 8 DE 2014	YYYYYYYYY	0	34	462
JULIO 9 DE 2014	YYYYYYYYY	0	15	447
JULIO 10 DE 2014	YYYYYYYYY	0	89	358

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Es necesario hacer inventario de materiales periódicamente, se recomienda hacerlo cada mes o a más tardar cada dos meses dependiendo del tamaño del proyecto. De esta manera se pueden detectar robos de materiales y tomar correctivos a tiempo, también saber que material realmente tenemos, para poder programar compras de los períodos siguientes y no comprar de más, o en su defecto detener la obra por falta de materiales.

Si se tiene un software de control de costos la tarea es más fácil, ya que el software reporta a la fecha que material se tiene, su costo, que material ha entrado en el periodo, que material ha salido en el periodo; de esta forma solo se tiene que comparar lo que se debe tener en el almacén con lo que realmente hay y de este modo saber si falta material o todo se encuentra en regla.

6.1.5. Uso y Control

El proceso recomendado para el control de costos es el siguiente:

- Elaboración presupuesto con base a análisis de precios unitarios.
- Elaboración de presupuesto de obra, es el mismo presupuesto anterior en el cual n se tiene en cuenta los costos indirectos.
- Se genera un listado de materiales y recursos necesarios para la realización del proyecto, si se tiene un software de control de costos él lo generará.
- Se utiliza como herramienta de control de pago de la mano de obra; es decir con base en los estados de pago de los subcontratos se sabe cuánto es el avance de cada actividad y de acuerdo a esto se analizará cada apu ejecutado comparándolo con el apu presupuestado.

Analizar los precios unitarios de obra se refiere al análisis de la información recopilada por formatos o software especializados, realizada con base en la comparación de los costos de materiales usados en obra con los costos de los materiales presupuestados para cada actividad.

Figura n°18: Consumo teórico de materiales

Consumo teórico de materiales

Obra: XXXX

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNI	VALOR TOTAL
Cemento	sacos	140	\$ 45.000	\$ 6.300.000
Arena	m3	11,2	\$ 7.000	\$ 78.400
				\$ 6.378.400

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Figura n°19: Consumo real de materiales

Consumo real de materiales

Obra: XXX

MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNI	VALOR TOTAL
Cemento	sacos	145	\$ 45.000	\$ 6.525.000
Arena	m3	11,3	\$ 7.000	\$ 79.100
				\$ 6.604.100

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Al realizar cuadros como los anteriores, es posible efectuar un análisis del costo unitario comparando el unitario teórico o presupuestado vs el unitario ejecutado.

Cabe mencionar que las herramientas informáticas solo nos brindan la información, pero **el análisis de los resultados compete de un profesional, quien hace uso de estos elementos, procesa, examina la información y plantea soluciones.**

Figura n°20: Ejemplo de análisis de costos por ítem.

ANÁLISIS DE SOBRECOSTOS DE PRECIOS UNITARIOS							
OBRA XXXXXX							
ITEM	UNIDAD	CANTIDAD EJECUTADA	VALOR UNITARIO PRESUPUESTADO	VALOR UNITARIO EJECUTADO	SOBRECOSTO	% SOBRECOSTO	ANÁLISIS DE CAUSA
Hormigón fundaciones	m3	20	\$ 276.795	\$ 279.402	\$ 2.607	0,94%	N.A
Hormigón vigas	m3	10	\$ 277.870	\$ 321.305	\$ 43.435	15.63%	No se ha hecho control de los materiales entregados

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Seguido del análisis viene la acción correctiva, que podría ser la siguiente: hacer seguimiento a la autorización de entrega de materiales para no despechar más material del que debe entregarse para cada actividad, se autoriza la entrega de mayor cantidad solo con un desperdicio del 3%; si se excede este límite el material debe ser autorizado por el director de obra, justificando cada caso uno a uno. Si no se justifica el desperdicio ese material será descontado al subcontrato por no hacer buen uso del material entregado por la empresa.

Es importante que el proceso no quede solo en el análisis sino que se planteen soluciones correctivas.

Otro punto importante es hacer un comparativo de las órdenes de compra aprobadas con el material que está presupuestado. El material presupuestado se obtiene del presupuesto elaborado ya sea de forma manual o con la ayuda de cualquier software de control de costos. Con base en la comparación se analiza si la planificación de compra de materiales se está haciendo de manera correcta, evitando así comprar más material del necesario, o comprar una cantidad insuficiente teniendo que negociar la compra de pequeñas cantidades faltantes con lo que esto significa: pagar acarreos, precios mayores, retraso en obra y sobrecosto por mano de obra inactiva.

Figura n°21: Ejemplo de análisis de órdenes de compra.

Análisis de órdenes de compras				
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD PRESUPUESTO	CANTIDAD COMPRADA	DIFERENCIA
Cemento	saco	8976	9000	24
Arena	m3	500	550	50
Acero	kg	12890	10000	-2890
Alambre negro	kg	700	1000	300

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Del ejemplo anterior se observa la mala planificación en la compra de acero, causando sobrecosto por el pago de acarreos de material, además se ha comprado un 42% más de alambre lo que puede conducir a un margen de desperdicio.

Tomando la información de material gastado de acuerdo a los cuadros anteriores, se realiza la comparación con la cantidad de material comprado y de este modo encontramos las pérdidas de material que se ha presentado en el almacén de la obra ya sea por robos o deterioro de materiales

ocasionados por malos hábitos de almacenamiento, manipulación de los materiales o mala planificación de compras en productos de poca vida útil tales como cementos, yeso u otras causas.

Figura n°22: Ejemplo de análisis de material comprado vs material gastado

ANALISIS DE MATERIAL COMPRADO VS MATERIAL GASTADO					
MATERIAL	UNIDAD	CANTIDAD COMPRADA	CANTIDAD GASTADA X ITEM	DIFERENCIA	CAUSA
Cemento	sacos	9000	8970	30	Se rompieron unos sacos de cemento durante el traslado y otros se endurecieron por malas condiciones de almacenamiento
Arena	m3	550	545	5	Desperdicio de material
Acero	kg	10000	9980	20	
Alambre negro	kg	1000	750	250	Se pidió más alambre del que se necesitaba

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

Comentado [A6]: EN TODOS ESTOS CASOS SÓLO BASTA CON DECIR "ELABORACION PROPIA"

Lo principal en un control es la información y el nivel de rendimientos deseados, para así encontrar la desviación, en nuestro caso el desperdicio de material y plantear soluciones para eliminar o disminuir al mínimo esos desperdicios y sus causas; como hemos visto en el transcurso de esta investigación el control no se queda solamente en señalar sino también en plantear soluciones y acciones de mejora y correctivas.

El control consiste en analizar los resultados obtenidos con lo programado inicialmente y analizar las causas. Un control de materiales debe tener como mínimo lo siguiente:

- Todo lo que esté presupuestado tiene que ser objeto de control
- Toda desviación entre lo presupuestado y lo ejecutado se debe analizar ya que, esta desviación puede ser causada por un presupuesto mal elaborado, por una mala ejecución de obra, mala manipulación de los materiales, robos o la combinación de varias de ella.
- Toda desviación tiene que tener un responsable.

- Para todas las variaciones se deben plantear medidas correctivas.

Los puntos críticos a revisar en el caso de los materiales son los siguientes:

- Los análisis de precios unitarios deben estar bien elaborados, con los rendimientos reales, lo cual nos permite hacer un control real y más detallado de cada actividad presupuestada y ejecutada.
- Debe haber una metodología definida para el control de materiales.
- Revisar que los planos y especificaciones técnicas estén completos, que sean los definitivos y que tengas un muy buen nivel de precisión.
- Revisar el procedimiento de compras, debe existir una programación de compras, la cual debe estar amarrada a la programación de obra, tiene que haber un responsable por la programación, por los pedidos, y por la compra como tal. El procedimiento de compras es importante ya que al existir un control sobre este se puede garantizar que los materiales estén a tiempo en la obra, que se compre el material necesario es decir que no se compre de más, y en el caso de materiales perecederos que no estén almacenados hasta que se deterioren.
- Revisar las condiciones de almacenamiento, ya que al no poseer un lugar adecuado de almacenamiento nos predisponemos a las pérdidas de material ya sea por robo o porque el material se deteriora.
- Revisar las entradas de almacén, que correspondan al material que llegó a la obra, sustentando con la orden de compra, las remisiones y facturas que envíe el proveedor.
- Revisar la programación de salida de almacén, ya que es poco recomendable autorizar la entrega de materiales para la obra al momento que se va a utilizar, por tal motivo lo mejor es programar la autorización de salida de materiales periódicamente, puede ser semanal, cabe mencionar que la programación de salida de material se debe hacer por separado por cada actividad y tiene que corresponder con la programación de obra a ejecutar.
- Revisar las salidas de almacén; el material entregado en obra no puede ser mayor al autorizado, además no se puede entregar material que no esté autorizado por el profesional residente, director de obra o la persona encargada de este procedimiento.
- Hacer un comparativo por actividad o ítem entre consumo teórico con lo gastado en obra; esto es muy sencillo si se tiene un software de control de costos, pero si no se tiene esta herramienta se recomienda hacerlo de la siguiente manera:

- ✚ Con las actas de pago de mano de obra cancelada a los subcontratistas se obtiene la cantidad de obra ejecutada.
 - ✚ Hacer un cuadro de cantidad de obra ejecutada con el cual se calcula el consumo teórico, con los rendimientos del presupuesto, cabe recordar que estos rendimientos ya están revisados y avalados, es decir, son muy aproximados a la realidad.
 - ✚ Hacer un cuadro de cantidad de obra ejecutada con el cual se calcula el consumo real de materiales, este se saca de totalizar las salidas de almacén para cada actividad; de allí la importancia de hacer las salidas especificando la actividad en la cual se consume el material.
 - ✚ Comparar los dos cuadros y hallar la variación.
 - ✚ Si hay variación, identificar la causa.
 - ✚ Identificar el responsable.
 - ✚ Dar una propuesta de mejora que permita eliminar las variaciones.
-
- Comparar la cantidad de material comprado con la cantidad de material consumido en obra; esto es importante para identificar si hay robos, si el material está deteriorado, y analizar las causas responsables y dar una solución al problema.
 - Hacer un informe periódico en el cual se evidencie el estado de la obra el de los materiales, consumidos y en inventario.
 - Hacer una lista de chequeo que nos colabore y nos permita dejar una trazabilidad del proceso de control de materiales.

A continuación se propone un modelo de lista de chequeo.

Figura n°23: Ejemplo de lista de chequeo de control de materiales.

Lista de chequeo de control de materiales				
Obra	Fecha			
Actividad	SI	NO	Observación	
Planos completos y definitivos				
Especificaciones técnicas definitivas y completas				
Programación de obra definitiva				
Revisión de apu				
Programación de compras				
Ordenes de compra				
Entradas de almacén				
Facturas				
Remisiones				
Revisión de órdenes de compra				
Revisión de entradas de almacén				
Autorización semanal de salidas de almacén por ítem				
Salidas de almacén por ítem				
Revisión de obra ejecutada				
Consumo teórico material				
Consumo real material				
Comparativo entre material programado y material comprado				
Comparativo entre material gastado y material comprado				
Informe periódico				
Análisis de causas				
Acciones correctivas				
Reviso				

ELABORACIÓN PROPIA DEL AUTOR

CAPITULO VIII: CONCLUSIONES

La eficiencia en la administración de materiales está influenciada por la manera en que se coordinan las diferentes áreas operativas de la empresa, independiente del tamaño que ésta tenga, las cuales son responsables de programar, solicitar, gestionar, recibir, resguardar y utilizar el material.

Dado que el universo estudiado corresponde solo a 5 PYMES, los resultados obtenidos en esta investigación pueden o no, reflejar la realidad de las más de 70 mil PYMES pertenecientes a la Quinta Región. Es por ello, que esta investigación se convirtió en un caso de estudio múltiple generando una guía de mejora para estas 5 PYMES estudiadas.

Esta investigación finaliza cumpliendo sus objetivos iniciales, a través de la literatura y la creación de un cuestionario, se ha podido identificar los procesos involucrados en la administración de materiales.

Al obtener los resultados de los cuestionarios entregados, se puede señalar que si bien existen deficiencias en lo que respecta a la administración de materiales éstas no son mayores, según la información proporcionada por las PYMES estudiadas donde se requiere mejorar más las prácticas de administración de materiales es en los procesos de control de inventarios y almacenamiento de materiales.

Solo el 20% de las PYMES estudiadas contempla un control formal de inventarios, generando en un 60% en pocas ocasiones interrupciones en los trabajos por falta de material, lo cual no es una cifra exagerada, tampoco es nula. Lo cual deja en evidencia que herramientas como por ejemplo: iconstruye o cualquier plataforma que ayude a generar un listado de material controlando la salida y entrada de material, faltan implementar en estas PYMES.

Comentado [A7]: DESTACAR, SE TRATA DE UN NOMBRE PROPIO

Se debe mantener un control y seguimiento de todos los insumos de la obra. Sabiendo que material realmente tenemos, podemos programar compras de los períodos siguientes y así no comprar de más o en casos más extremos detener faenas por falta de material.

El 40% de las PYMES estudiadas no realiza ningún cálculo para el área real para almacenamiento de material, además la misma cifra indica que las PYMES estudiadas no tienen un diseño de planificación de la distribución en bodega de los materiales, generando en su mayoría pérdidas de materiales por robos, apilamiento deficiente, daños por condiciones adversas, etc. Si se considerará un control de inventario cada mes se podrían detectar los robos de materiales y así tomar correctivos a tiempo.

La planificación y la gestión se complementan y mientras gestionemos lo planificado nuestros objetivos deberían estar definidos y cumplirse. Cuando la gestión y planificación están definidas por la herramienta CONTROL, se pueden cumplir los objetivos fijados, manteniendo un control periódico y con una metodología definida.

Dentro de esta investigación se proponen una serie de mejoras, donde la pequeña y mediana empresa puede optar a ellas, con ayuda de ellas podrán gestionar con éxito cualquier proyecto.

Por medio de esta tesis se pueden explorar o abrir nuevas investigaciones en materias que aquí no se realizaron; ver la eficacia real de esta guía al incorporar las mejoras en los procesos administrativos en alguna de las PYMES estudiadas o en alguna otra que el futuro investigador encuentre apropiada, generar un manual de capacitación para bodegueros, investigar las pérdidas monetarias (costos) que las fallas encontradas en esta investigación generan a las PYMES y compararlas con las prácticas usadas por empresas grandes versus las prácticas de una PYME, y encontrar las diferencias en costo que éstas generan.

BIBLIOGRAFIA

- (1) CARO, Andrés. Mejoras Productivas. Revista Bit. (54)46:, Mayo 2007
- (2) Serpell, A. y Alarcón, L. (2003). Planificación y Control de Proyectos, Tercera Edición, Ediciones Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile.
- (3) Arce.S (2009). Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuestas de mejoras.
- (4) Autor desconocido. Administración de materiales: capítulo 19. [en línea]
< http://www.ingenieria.unam.mx/~dcaveros/aec_capitulo19.pdf> [Visita: jueves 16 de mayo, 2013]
- (5) CDT: Corporación del Desarrollo Tecnológico. Manual para la optimización logística. Guía de resultados para la optimización de la logística interna en obras de construcción. 2007. <http://www.cdt.cl/cdt/uploads/guia_resultados_optimizacion_logistica_interna.pdf> [consulta: 09 Agosto 2013]
- (6) Solís Carcaño, R. et al. (2009). La administración de los materiales en la construcción. Revista académica de la Facultad de Ingeniería Universidad Autónoma de Yucatán.
- (7) Nahamias, S. (1999). Análisis de la Producción y las Operaciones, Primera Edición Compañía Editora Continental, México, D.F.
- (8) Isidore, L J and Back, W.E (2002). Multiple Simulation Analysis Probabilistic Cost and Schedule Integration. Journal of Construction Engineering Management (Reston), Vol. 128, 2002, No.3, pp.211-219.
- (9) Autor desconocido. La administración de los materiales de construcción de un fraccionamiento de clase media en San Miguel de Allende. [en línea]
<http://issuu.com/pp-diablo/docs/proyecto_iv> [consulta: 09 Agosto 2013]
- (10) Herrandiz, S. (2009). Aplicación del Lean Thinking a la Construcción. Universidad Politécnica de Cataluña.
- (11) SERPELL B., Alfredo. Administración de operaciones de construcción. 2ª ed. México, D.F.: Alfaomega Grupo Editor, 2002. Pág. 245.
- (12) ARCE Manrique, Santiago. Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuestas de mejoras. Tesis (Administrador de empresa). Bogotá, Colombia. Universidad Javeriana, Facultad de Ciencias Económicas y administrativas. 2009. Pág. 80.
- (13) B.O.M. Consulting group, (2008) "Valuestreammapping (VSM) mapeo de la cadena de valor", [en línea]
<<http://www.bomconsulting.net/es/presentaciones/Value%20Stream%20Mapping%20VSM.html>> [consulta : 05 Agosto 2013]

Anexo A
Cuestionario

Cuestionario

Fecha de realización: _____

Nombres y apellidos del entrevistado: _____

Nombre de la empresa: _____

Sector de la empresa: _____

Marcar con una X la opción correspondiente a su respuesta en la columna izquierda de las respuestas

1. En la fase temprana o etapa de definición de los proyectos de construcción, las especificaciones y cantidades de materiales e insumos para las obras es definida por:

A	Gerente general de la empresa
B	Gerente general y arquitectos
C	Gerente general, arquitectos y director de obra
D	Gerente general, arquitectos, director de obra e ingenieros

Procesos de selección de proveedores

2. ¿Cuál es el número de proveedores?

A	Entre 1 y 10
B	Entre 11 y 20
C	Entre 21 y 50
D	Más de 50

3. De ese número de proveedores, ¿cuál es el número de proveedores certificados por la ISO 9000?

A	Entre 1 y 10
B	Entre 11 y 20
C	Entre 21 y 50
D	Más de 50

4. ¿cuenta la empresa con un proceso de selección de proveedores certificados?

A	Si
B	No

5. La investigación y elección de un proveedor de materiales para la obra se hace en base a:

A	No existe un proceso para la elección de proveedores
B	Existe un proceso para la elección de proveedores
C	Existe un proceso para la elección de proveedores e incluye visita a las instalaciones
D	Existe un proceso para la elección de proveedores e incluye visita a las instalaciones y certificación
E	Existe una evolución inicial, con criterios y requisitos específicos, estudio previo y una reevaluación para evaluar desempeño de ser contratado

6. La empresa, además de la importancia del valor monetario de las compras, usa otros criterios para la elección de los proveedores tales como:

A	Precio/calidad
B	Precio, calidad + capacidad técnica del proveedor
C	Precio / calidad + capacidad técnica + garantías
D	Precio / calidad + a capacidad técnica + garantías y situación financiera del proveedor
E	Todas las anteriores + experiencia en el mercado, sistema de gestión de calidad y tiempo de entrega

7. El servicio de compras de su empresa es:

A	Centralizado
B	Los usuarios pasan los pedidos sin informar a compras
C	Los usuarios no piden nunca directamente sin informar a compras
D	Por obras, controlado por la oficina central

Recepción de materiales

8. Al momento de la recepción de los materiales, el responsable:

A	Verifica el estado general de los materiales únicamente
B	Verifica el estado general de los materiales y hace control cuantitativo frente a la orden de compra/pedido
C	Verifica el estado general de los materiales, hace control cuantitativo e inspección técnica (calidad)

Sistema de información

9. ¿Cuenta la empresa con sistemas de información y/o intercambio electrónico de datos con los proveedores?

A	Si
B	Nunca se ha contemplado
C	No se ha contemplado aún
D	No es necesario para el proceso de abastecimiento
E	Se está haciendo el esfuerzo por adquirirlos

10. ¿Cuenta la empresa con un sistema de información para la gestión de los materiales en bodega?

A	Solo para registro contable
B	Para control de entrada y salida de materiales
C	Un sistema de información integral de la empresa

11. ¿Tiene la empresa un control formal de inventarios?

A	Si
B	El control de inventario es informal
C	Si y además contempla verificación de inventario físico de manera esporádica
D	No se considera necesario
E	Se está haciendo el esfuerzo por implantarlo

12. Las compras de piezas y materiales para las obras se deciden con base en:

A	Los materiales han llegado al punto de reposición o nivel de re-orden
B	Programación de obra
C	Por situaciones de mercado
D	Por presupuesto

Control de materiales

13. ¿Conoce la empresa o se ha mencionado algún sistema para la administración de los materiales de la obra?

A	Si
B	No
C	Se conocen o se han oído hablar de ellos, pero no se han contemplado aún

D	Se está haciendo un esfuerzo para implementar alguno
---	--

14. ¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por la falta de materiales requeridos?

A	Nunca
B	En pocas ocasiones
C	En repetidas ocasiones
D	Siempre

15. ¿Tiene la empresa un diseño y planificación de la distribución (layout) en bodega de los materiales?

A	Si lo tiene
B	Si lo tiene pero no muy bien especificado
C	Se hace el esfuerzo por tenerlo
D	No se tiene

16. ¿De quién depende las bodegas de materiales?

A	Director de compras o abastecimiento
B	Director administrativo
C	Director de obra
D	Residente administrativo

17. La manipulación de los materiales en bodega es:

A	Poca
B	Estrictamente necesaria
C	Excesiva

18. El cálculo de las áreas de bodega para el almacenamiento de los materiales se hace sobre la base de:

A	No se hace ningún cálculo para el área real para almacenamiento
B	Se calcula el área real para almacenamiento sin tener en cuenta área para acceso y manipulación
C	Se calcula el área real para almacenamiento y área para acceso, manipulación y otras actividades necesarias asociadas con los materiales

Pérdida de materiales

19. ¿Es común en los proyectos de construcción de su empresa los daños, pérdidas y robos de materiales?

A	Muy poco común
B	Poco común
C	Común
D	Bastante común

20. Las pérdidas / desperdicios de materiales, que se producen en las bodegas de materiales son debidas a:

A	Perdidas de materiales por robos
B	Apilamiento deficiente lo que genera daños en estos
C	Daños por condiciones adversas (clima)
D	Estructura deficiente del almacén
E	Todas las anteriores
F	No se presentan perdidas de materiales en las bodegas

Anexo B

Resultado de cuestionarios

Comentado [A8]: ESTA VACIO . ;;;NO CONTIENE INFORMACION!!!!

Anexo C

Tablas de contingencia

Tabla de contingencia N°1

En la fase temprana o etapa de definición de los proyectos de construcción, las especificaciones y cantidades de materiales e insumos para las obras es definida por / El servicio de compras en su empresa es: a) centralizado, b) los usuarios no piden nunca sin informar a compras, c) por obras, controlado por la oficina central.

En la fase temprana o etapa de definición de los proyectos de construcción, las especificaciones y cantidades de materiales e insumos para la obra es definida por	Gerente General de la empresa	El servicio de compras en su empresa es:				
		a	b	c	total	
	Gerente General de la empresa	Recuento	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%
	Gerente General y arquitectos	Recuento	0	0	1	1
		% del total	0%	0%	20%	20%
	Gerente General, arquitecto e ingenieros	Recuento	1	0	1	2
		% del total	20%	0%	20%	40%
	Gerente General, arquitecto, ingenieros y director de obra	Recuento	0	0	2	2
		% del total	0%	0%	40%	40%
	Total	Recuento	1	0	4	5
		% del total	20%	0%	80%	100%

Para conocer la estructura de toma de decisiones de abastecimiento y los participantes en dicha estructura, se construyó una tabla de contingencia¹ para conocer la relación entre dos preguntas del cuestionario realizado a las empresas de la quinta región.

¹ Las tablas de contingencia se emplean para registrar y analizar la relación entre dos o más variables. < http://es.wikipedia.org/wiki/Tabla_de_contingencia > [consulta: 24 de octubre de 2013]

Al cruzar la variable de quienes definen las especificaciones y cantidades de materiales en las fases tempranas o de definición de los proyectos de construcción con la variable de servicio de compras en la empresa. Primero, se evidencia que las empresas constructoras tienen un servicio controlado por la oficina central y que, además, se encuentra conformado por una especie de comité ejecutivo conformado por el Gerente General, arquitectos, ingenieros y en algunos casos el director de obra, donde se toman decisiones de carácter estratégico para la obra a ser iniciada. El 80% de las empresas encuestadas representan este caso.

El primer análisis que se aplicará es que la toma de decisiones de especificaciones y cantidades de materiales es realizada de manera centralizada por un comité ejecutivo de compras.

El encargado de compras de la empresa n°2 dijo lo siguiente: "las especificaciones de los materiales destinados a la construcción de un proyecto de vivienda la definen en primera instancia de una forma muy general, el gerente general, los arquitectos. Y una vez definidas éstas, los ingenieros definen las cantidades y el director de obra junto con el encargado de compras, realizan las cotizaciones". Según el administrador de obra de la empresa número 4., "el servicio de compras de la empresa es centralizado y es realizado por un comité de compras conformado por el Gerente general y el Director Técnico".

Por la naturaleza de los proyectos de vivienda, las especificaciones y cantidades de material, son definidas por obra o por proyecto controlados por una oficina central. El 80% de las empresas entrevistados enfocan sus obras como proyectos debido a que cada uno de estos es único e irreplicable, a pesar de que las 5 empresas tienen obras en el mismo sector, cada proyecto es distinto, puesto que requieren de especificaciones y cantidades de material diferente. En cualquier caso, las decisiones de materiales están controladas por una oficina central que por lo general, se encuentra constituida por un comité de comprar conformado en la mayoría de los casos por el gerente general, arquitectos, ingenieros y el director de obra. Cabe mencionar que dada la naturaleza de las empresas PYMES en muchos casos el encargado de compras es el mismo dueño de la empresa.

Tabla de contingencia N°2

¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos? / Las compras de piezas y materiales, que se producen en las bodegas de materiales son debidas a: a) los materiales han llegado al punto de reposición o nivel re-orden, b) programación de obra, c) por situaciones de mercado, d) por presupuesto.

			Las compras de piezas y materiales para las obras se deciden con base en:				
			a	b	c	d	Total
¿Ha observado o conocido de interrupción en los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos?	Nunca	recuento	1	1	0	0	2
		% del total	20%	20%	0%	0%	40%
	En pocas ocasiones	recuento	0	3	0	0	3
		% del total	0%	60%	0%	0%	60%
	En repetidas ocasiones	recuento	0	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%	0%
Total		recuento	1	4	0	0	5
		% del total	20%	80%	0%	0%	100%

La tabla anterior expone la relación entre la manera de realizar las compras de piezas y materiales que se producen en la bodega y la interrupción de los trabajos en la obra por falta de materiales requeridos.

Como primer análisis podemos sugerir que las compras de materiales que se producen en bodega si tienen una relación o efecto sobre la interrupción de trabajos en obra por falta de materiales requeridos.

Según lo estudiado, existe un costo asociado a la no disponibilidad del material. Cuando uno o varios materiales no se encuentran disponibles en el momento en que requieren, incide negativamente en la productividad de la mano de obra y de los equipos. Como consecuencia, genera una interrupción de los trabajos con un probable aumento de los gastos generales. A pesar de que se considere un costo difícil de cuantificar, sigue siendo uno de los factores más importantes a considerar en la administración de materiales.

Como se puede observar del total de 5 empresas un 60% ha manifestado interrupción en los trabajos en "pocas ocasiones", mientras que un 40% manifiesta que nunca han tenido interrupción en los trabajos. Por otro lado, el 80% de las empresas constructoras manifiestan que las compras de materiales las realizan por programación de obra, lo que sugiere que las empresas emplean este método para realizar las compras de material.

De las 5 empresas en estudio solo dos afirman que “nunca” han experimentado interrupciones en los trabajos de obra por falta de materiales, mientras que las 3 restantes sí han experimentados interrupción en los trabajos. Siendo ellas mismas las que afirman realizar las compras de materiales a través de la programación de obra.

Con esto se observa lo siguiente: el personal encargado de realizar la programación de obra es responsable de las interrupciones por falta de material que podrían presentarse en obra.

Sin embargo, es importante destacar que existen otros factores que podrían incidir y repercutir en la reprogramación de una obra. Por ejemplo, la programación de compra de algunos materiales (ej. Hormigón, ladrillo, fierro) se considera en un horizonte de largo plazo. Es por esto, que en ese lapso de tiempo pueden existir variaciones de precio o adicionalmente regulaciones en el mercado que. Cabe destacar, que en aquellas obras en donde se utiliza el hormigón, muchas veces el atraso de éste materiales no es por problemas de la empresa constructora sino por quien les provee, ya que en muchas ocasiones hay problemas de atraso debido a que el camión tuvo algún problema y se demoró, o hay una demanda mayor proveniente de otro cliente, por lo tanto el proveedor prefiere en donde la demanda sea mayor.

Tabla de contingencia N°3

¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos? / ¿Tiene la empresa un control formal de inventarios?

			¿Tiene la empresa un control formal de inventarios?					Total
			Si	El control de inventario es informal	Si además contempla verificación de inventario físico de manera esporádica	No se considera necesario	Se está haciendo el esfuerzo por implantarlo	
¿Ha observado o conocido de interrupción en los trabajos en obra por falta de materiales requeridos?	Nunca	Recuento	1	0	0	0	1	2
		% del total	20%	0%	0%	0%	20%	40%
	En pocas ocasiones	Recuento	0	1	1	0	1	3
		% del total	0%	20%	20%	0%	20%	60%
	En repetidas ocasiones	Recuento	0	0	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Total		Recuento	1	1	1	0	2	5
		% del total	20%	20%	20%	0%	40%	100%

Como se ha mencionado anteriormente, un eficiente control de inventarios es vital para un proyecto de construcción puesto que pueden convertirse en un factor de pérdida para la empresa.

Uno de los costos que más inciden en la productividad de un proyecto de construcción y que tiene relación con el manejo y control de los inventarios es el costo de no tener un material disponible en el momento en que se necesita.

Como primer análisis podemos decir que SI existe una relación entre tener un control formal de inventarios y experimentar interrupciones en los trabajos de obra por falta de materiales.

El 20% de las empresas constructoras en estudio si contempla un control formal de inventario y "nunca" ha presentado interrupción en los trabajos, mientras que otro 20% además contempla verificación de inventarios de forma esporádica, pero al mismo tiempo admite que "en pocas ocasiones" ha presentado interrupción de los trabajos por falta de materiales requeridos. El 40% restante afirman que están haciendo un esfuerzo por implantarlo presentando interrupción en los trabajos.

Esto indica para el universo consultado de empresas que la frecuencia de interrupción de trabajos en obra por falta de materiales requeridos disminuye a medida que se implementa un control de inventarios.

Tabla de contingencia N°4

¿Es común en los proyectos de construcción de su empresa los daños, pérdidas y robos de materiales? / ¿Tiene la empresa un diseño y planificación de la distribución (layout) en bodega de los materiales?

		¿Tiene la empresa un diseño y planificación de la distribución (lay-out) en bodega de los materiales?					Total
		Si lo tiene	Si lo tiene, pero no muy bien especificado	Se hace el esfuerzo por tenerlo	No se tiene		
¿Es común en los proyectos de su empresa los daños, pérdidas y robos de materiales?	Muy poco común	Recuento	1	2	0	0	3
		% del total	20%	40%	0%	0%	60%
	Poco común	Recuento	1	0	0	1	2
		% del total	20%	0%	0%	20%	40%
	Común	Recuento	0	0	0	0	0
	% del total	0%	0%	0%	0%	0%	
	Bastante común	Recuento	0	0	0	0	0
	% del total	0%	0%	0%	0%	0%	
Total		Recuento	2	2	0	1	5

	% del total	40%	40%	0%	20%	100%
--	-------------	-----	-----	----	-----	------

Esta tabla muestra la relación entre tener un diseño y planificación de la distribución (layout) de los materiales en bodega y los daños, pérdidas y robos de los mismos.

De acuerdo a lo estudiado, los materiales de una obra deben ser correctamente almacenados y protegidos para evitar daños, robos y pérdidas que por lo general se producen.

A pesar de no tener una evidencia que afirme una hipótesis de existir una relación entre diseñar y planificar la distribución en bodega de los materiales (layout) y a frecuencia de ocurrencia de pérdidas, robos y daños de materiales, se presentan cosas interesantes.

Tomando la frecuencia descrita en el cuestionario en cuanto a si es común los daños, pérdidas o robos de material en los proyectos de las empresas estudiadas, se toma para hacer uso de análisis lo siguiente: con la asignación "muy poco común" se hace referencia a la inexistencia de pérdidas de material, y la asignación "poco común" hace referencia a la existencia de pérdidas de material en un rango menor.

Por lo tanto, de las PYMES estudiadas el 60% no presenta daños, pérdidas o robos de material en los proyectos de sus empresas, mientras que el 40% restante los presenta.

Solo el 40% de las empresas estudiadas tiene un diseño y planificación de la distribución en bodega de los materiales. Del 60% restante el 40% aún no tiene un diseño bien especificado, mientras que el 20% restante no tiene un diseño y planificación de la distribución en bodega de los materiales.

Esto nos lleva a decir que, un factor importante en la disminución de incidentes como lo son las pérdidas de materiales por daños o robos, es contemplar un diseño y planificación de la distribución de materiales en bodega, lo que les proporciona éstos la protección que necesitan.

Tabla de contingencia N°5

¿Tiene la empresa un diseño y planificación de la distribución (layout) en bodega de los materiales? / Las pérdidas / desperdicios de materiales, que se producen en las bodegas de materiales son debidas a: a) pérdidas de materiales por robos, b) apilamiento deficiente lo que genera daños por estos, c) daños por condiciones adversas (clima), d) estructura deficiente del almacén, e) todas las anteriores, f) no se presentan pérdidas de materiales en las bodegas.

		Las pérdidas/desperdicios de materiales, que se producen en las bodegas de materiales son debidas a:							
		a	b	c	d	e	f	Total	
¿Tiene la empresa un diseño y planificación de la distribución (layout) en bodega de los materiales?	Si lo tiene	Recuento	0	1	0	0	1	0	2
		% del total	0%	20%	0%	0%	20%	0%	40%
	Si lo tiene pero no muy bien especificado	Recuento	0	0	0	0	1	1	2
		% del total	0%	0%	0%	0%	20%	20%	40%
	Se hace el esfuerzo por tenerlo	Recuento	0	0	0	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	No se tiene	Recuento	0	0	0	0	1	0	1
		% del total	0%	0%	0%	0%	20%	0%	20%
Total		Recuento	0	1	0	0	3	1	5
		% del total	0%	20%	0%	0%	60%	20%	100%

Los materiales que llegan a obra y son dirigidos a centros de almacenamiento, sean éstos temporales o no, requieren ser protegidos y almacenados con el fin de evitar daños, pérdidas o robos de los materiales.

El 60% de las empresas en este estudio afirma que las pérdidas de materiales que se producen en las bodegas de materiales son debidas a pérdidas de material por robo, apilamiento deficiente, daños por condiciones adversas y estructura deficiente de almacén. Un 20% afirma que el

apilamiento es lo que genera pérdidas en las bodegas de material, mientras que el 20% restante no presenta pérdidas de material en bodega.

En el diseño y planificación de la distribución de materiales en bodega, se toman en cuenta diversos factores, que empleados de forma correcta eliminan las pérdidas a las cuales el 60% de las empresas en estudio hacen alusión. Determinando los materiales necesarios para el proyecto, se determinan los tipos de materiales existentes y con esto se establece una distribución y almacenamiento de los mismos, sabiendo que hay materiales que requieren condiciones diferentes de almacenamiento. Conociendo los materiales existentes, se debe proceder a la forma de almacenarlos, proveyéndoles condiciones de protección. Verificar que la calidad de las instalaciones sea óptima, para que ésta cumpla con proteger los materiales y proporcionar la disponibilidad del material cuando éste sea requerido.

Con lo dicho anteriormente se establece una relación entre poseer un diseño y planificación de la distribución del material en bodega y las pérdidas de materiales que se producen en bodega, por lo tanto, a lo datos entregado anteriormente haciendo referencia a las pérdidas de materiales podemos agregar que un 60% de las empresas estudiadas no tiene un diseño y planificación de la distribución de materiales en bodega bien especificado.

Tabla de contingencia N°6

El cálculo de las áreas de bodega para el almacenamiento de los materiales se hace sobre la base de: 1) no se hace ningún cálculo para el área real para almacenamiento, 2) se calcula el área real para almacenamiento sin tener en cuenta el área para acceso y manipulación, 3) Se calcula el área real para almacenamiento y área para acceso, manipulación y otras actividades necesarias asociadas con los materiales / Las pérdidas de materiales, que se producen en las bodegas de materiales son debidas a: a) pérdidas de materiales por robos, b) apilamiento deficiente lo que genera daños por estos, c) daños por condiciones adversas (clima), d) estructura deficiente del almacén, e) todas las anteriores, f) no se presentan pérdidas de materiales en bodega.

		Las pérdidas/desperdicios de materiales, que se producen en las bodegas de materiales son debidas a:							
		a	b	c	d	e	f	Total	
El cálculo de las áreas de bodegas para el almacenamiento de los materiales se hace sobre la base de:	1	Recuento	0	0	0	0	2	0	2
		% del total	0%	0%	0%	0%	40%	0%	40%
	2	Recuento	0	0	0	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
	3	Recuento	0	1	0	0	1	1	3
		% del total	0%	20%	0%	0%	20%	20%	60%
Total		Recuento	0	1	0	0	3	1	5
		% del total	0%	20%	0%	0%	60%	20%	100%

Calcular las áreas de bodega para que los materiales sean almacenados y protegidos correctamente, es sumamente necesario si se quiere lograr una ejecución de los trabajos en obra libre de tropiezos, evitando así, accidentes.

De las empresas en estudio, en 40% de ellas no realiza ningún cálculo para el área real para almacenamiento de los materiales en bodega, y las mismas empresas, afirman tener pérdidas de material en las bodegas producidas por robos, apilamientos deficientes, daños por condiciones adversas y estructura deficiente del almacén.

En cuanto a las empresas que sí realizan un cálculo para el área real para almacenamiento de material, se encuentran respuestas variadas. Del 60% que respondió en forma afirmativa a esta interrogante, un 20% no presenta pérdidas de ningún, por lo que el cálculo que realizan es satisfactorio. En cambio el 40% restante afirma que a pesar de realizar un cálculo para el área de almacenamiento igual presenta pérdidas de materiales. Se podría decir que estos resultados podrían deberse a un mal cálculo, o al no tener una visión más allá del almacén, sin considerar áreas de acceso, áreas de manipulación u otras actividades asociadas con los materiales.

Por todo lo mencionado anteriormente, podemos afirmar que existe una relación entre calcular el área real de almacenamiento, acceso y manipulación de materiales y otras áreas asociadas a los materiales con las pérdidas de materiales producidas por cualquiera de las razones expuestas con anterioridad. Los resultados sugieren que aquellas empresas que realizan los cálculos referidos a las áreas de almacenamiento, son menos propensas a las pérdidas de material. Esta buena práctica contribuye a que las pérdidas de materiales se reduzcan.

Tabla de contingencia N°7

¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos? / Al momento de la recepción de los materiales, el responsable: a) verifica el estado general de los materiales únicamente, b) verifica el estado general de los materiales y hace control cuantitativo frente a la orden de compra/pedido, c) verifica el estado general de los materiales, hace control cuantitativo e inspección técnica (calidad).

			Al momento de la recepción de los materiales, el responsable:			
			a	b	c	Total
¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos?	Nunca	Recuento	0	0	2	2
		% del total	0%	0%	40%	40%
	En pocas ocasiones	Recuento	0	2	1	3
		% del total	0%	40%	20%	60%
	En repetidas ocasiones	Recuento	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%
	Siempre	Recuento	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%
Total		Recuento	0	2	3	5
		% del total	0%	40%	60%	100%

Según lo estudiado, cuando los materiales llegan a la obra y a las bodegas de almacenamiento, deben ser inspeccionados para verificar que lo recibido está conforme con lo solicitado. Muchas veces sucede que el atraso de un material se debe a procesos incompletos de verificación o a extravío de documentos durante el proceso. En estos documentos, se oficializa la recepción y se deja constancia de cualquier diferencia o anomalía, en caso de existir, encontrada para que no afecte el nivel de inventarios.

Al relacionar las variables de recepción de materiales con la interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales, los resultados sugieren que la práctica de verificación cuantitativa e inspección técnica es realizada por la gran mayoría de las empresas en estudio. Asimismo, se aprecia que una de ellas ha observado interrupción de los trabajos por falta de materiales requeridos "en pocas ocasiones". Y de igual forma 2 empresas afirman que verifican el estado general de los materiales y hace control cuantitativo frente a la orden de compra, y manifestaron experimentar interrupción de trabajos por falta de materiales requeridos "en pocas ocasiones".

Los resultados sugieren que, la frecuencia de ocurrencia de interrupción de trabajos por falta de materiales requeridos, se reduce a medida que se verifican e inspeccionan los materiales en el momento de su recepción.

Tabla de contingencia N°8

¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos? / ¿Cuenta la empresa con un sistema de información para la gestión de los materiales en bodega?

		¿Cuenta la empresa con un sistema de información para la gestión de los materiales en bodega?				
		Solo para registro contable	Para control de entrada y salida de materiales	Un sistema de información integral de la empresa	Total	
¿Ha observado o conocido de interrupción de los trabajos de la obra por falta de materiales requeridos?	Nunca	Recuento	0	2	0	2
		% del total	0%	40%	0%	40%
	En pocas ocasiones	Recuento	1	1	1	3
		% del total	20%	20%	20%	60%
	En repetidas ocasiones	Recuento	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%
	Siempre	Recuento	0	0	0	0
		% del total	0%	0%	0%	0%
Total		Recuento	1	3	1	5

	% del total	20%	60%	20%	100%
--	-------------	-----	-----	-----	------

Los sistemas de información son herramientas integrales a los procesos de la cadena de suministros permitiendo mayor integración entre los diferentes eslabones de la cadena, y permitiendo una estandarización de la información. De acuerdo a lo estudiado, el flujo de información es el más importante a tener en cuenta en la gestión de la cadena de suministros.

Se puede sugerir que existe una relación entre tener sistemas de información para la gestión de los materiales y la interrupción de los trabajos en la obra debido a la falta de los mismos.

Si apreciamos la tabla descrita anteriormente podemos notar que sólo una empresa posee un sistema de información integral en la empresa. Con la información reunida en terreno, se puede mencionar que ésta empresa tiene integrado el sistema iconstruye². Además ha observado interrupción de los trabajos “en pocas ocasiones” al tener un sistema de información integrada.

A pesar de que dos empresas solo tienen sistema para control de entrada y salida de materiales, “nunca” han tenido interrupción de trabajos por falta de materiales. Y una empresa con este mismo sistema solo “en pocas ocasiones”.

Por esta razón, es justo afirmar que tener un sistema de información integral en la empresa es un factor importante que contribuye a reducir las interrupciones de trabajo en obra por falta de materiales requeridos. Existe un esfuerzo por implantar un sistema de información en muchos casos. Ya existen empresas que, conscientes de la importancia de los sistemas de información para la gestión de todos los procesos logísticos de la cadena, han implementado estas iniciativas. Como es el caso de la Empresa 2. que tiene incorporado iconstruye y la Empresa 4., que han hecho el esfuerzo por incorporar Auranet³

² **iConstruye S.A.** plataforma de Comercio Electrónico Chilena. Para mayor información <http://www.iconstruye.com/Portales/Home.aspx>.

³ AURANET es un E.R.P. diseñado para administrar proyectos de construcción en todas sus fases. Para mayor información visitar <http://auranet.cl/>