



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.**

**FACULTAD DE INGENIERÍA.**

**ESCUELA DE CIVIL.**

**DISERTACIÓN PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL.**

**“MANEJO Y CONTROL DE INVENTARIOS EN LA  
CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS”.**

**ROBERTO ANDRES VILLACIS MOSCOSO.**

**DIRECTOR: ING. GUIDO MERINO.**

**QUITO, 2010.**

## RESUMEN.

En nuestro medio existe la necesidad de llevar un adecuado manejo de los recursos que disponemos para ejecutar las obras, es común enfrentarnos a problemas por falta de planificación en este aspecto que es determinante en el éxito o fracaso de un proyecto.

Problemas como que los materiales lleguen a la obra y tengan que ser almacenados por largo tiempo antes de ser utilizados genera costos que con una correcta planeación se podrían evitar.

Realizar pedidos atrasados genera un déficit de materiales que imposibilita ejecutar parte del trabajo, generando de igual manera pérdidas en mano de obra, atrasos y multas.

Los inventarios excesivos mantienen al capital inmovilizado y demandan de grandes espacios para su almacenamiento, pero realizar pedidos a pequeña escala y frecuentes implican un aumento en costos administrativos y de transporte, es necesario encontrar un equilibrio entre las dos situaciones.

Es frecuente que se presente dos casos: el uno es una situación extrema donde no se tiene inventario, y por consiguiente tenemos maquinaria sin operar generando grandes costos, trabajadores que pierden el tiempo sin tener actividades que hacer, y retraso en la obra. La otra situación extrema es que se tenga un inventario extremadamente grande, generando difícil control en la entrada y salida de materiales, para solucionar este problema deberemos aumentar personal, teniendo en bodega gran cantidad de dinero que por diversas situaciones se puede perder.

En la construcción de viviendas no se maneja ni controla técnicamente los inventarios, a pesar de que constituyen la mayor proporción en el costo de un proyecto. Normalmente la planificación del reaprovisionamiento está a cargo del Ingeniero Residente quien debe determinar el tamaño del pedido y el momento en que se realizará el mismo, proceso que lo hace sin tener en cuenta todas las variables que intervienen, haciendo que sea difícil que el tamaño y el momento del pedido realizado coincidan con los óptimos, por tanto el tamaño del inventario va a ser excesivo o insuficiente generando gastos que son evitables.

La administración de materiales y equipos está a cargo de una persona (o pequeño grupo de persona) de mediana preparación cuya principal característica es ser de confianza del

constructor o del dueño del proyecto, si bien es cierto que lleva control, este no es el óptimo y dificulta que el dueño o el constructor conozca rápidamente el flujo de los materiales y equipos en un instante cualquiera dentro del desarrollo del proyecto.

Es necesario determinar la metodología que permita realizar un correcto manejo y control de inventarios, para así optimizar el tamaño del inventario y poder llevar el control de los materiales, equipos, y otros elementos que permiten desarrollar el proyecto.

En el presente trabajo se analizará teóricamente el tema de manejo y control de inventarios, tomando en cuenta las particularidades que tiene la industria de la construcción de viviendas, para así llegar a obtener una metodología que nos permita disminuir todo lo posible el tamaño del inventario, con cierto margen de seguridad, que a su vez permita disponer de materiales en caso de imprevistos o demandas puntuales a lo largo del desarrollo del proyecto.

También se analizará el tema de control de inventarios, para lo cual se examinará su importancia, funcionamiento, y las razones por las cuales se convierten en un factor de pérdida en la construcción.

## DEDICATORIA

A mi familia, mis padres que me dieron educación principios y cariño, siempre estuvieron en mis errores y aciertos, mis hermanos que siempre compartieron conmigo las dificultades y disfrutamos los triunfos, mis amigos y amigas que me ayudaron a crecer como persona y que compartimos tantas experiencias inolvidables.

Para mis maestros que tuvieron la paciencia dedicación y buena voluntad al momento de enseñarme no solamente los principios teóricos sino que también valores y virtudes que cambiaron mi modo de vivir, a través de compartir experiencias enriquecedoras que quedaron grabadas en mi mente y contribuyeron en gran proporción a ser la persona que ahora soy.

A mis compañeros de universidad con los que compartimos las angustias las decepciones y las alegrías, que esta carrera nos puso al frente.

## AGRADECIMIENTOS

A mi familia, mis padres y hermanos que a lo largo de los años me formaron dándome principios y elementos para defenderme en la vida. Todo ese esfuerzo de mis padres para que nunca nos falte nada y todo ese empeño que pusieron en mi educación reflejan la persona que ahora soy.

A mis amigos que siempre tuvieron una palabra de aliento, un sin número de veces me hicieron olvidar de los problemas sustituyendo momentos tristes por risas incontenibles, y momentos inolvidables.

A mis compañeros de clase que se convirtieron en un pilar importante en mi carrera universitaria, todos esos momentos, esas pruebas y exámenes que compartimos nos convirtieron en hermanos de trincheras siempre listos para apoyarnos los unos a los otros.

A todas las personas que conforman Fundación “VIDA”, por compartirme sus experiencias y en especial al Ing. Marcelo Parra, por siempre apoyarme, preocuparse, y compartir sus experiencias no solo profesionales, sino también aquellas que te sirven para el diario vivir.

A los ingenieros que compartieron ese conocimiento con tanto empeño y dedicación, en especial a mi director Ing. Guido Merino y mis revisores Ing. Fredi Paredes e Ing. Estuardo Paez, quienes apoyaron y colaboraron con la idea para que esta pueda ser realizada.

# TABLA DE CONTENIDOS

<b>CAPITULO 1: INTRODUCCION.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. IMPORTANCIA.....</b>	<b>2</b>
<b>1.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS INVENTARIOS.....</b>	<b>5</b>
<b>1.3. PROBLEMAS FRECUENTES DE LOS INVENTARIOS.....</b>	<b>6</b>
<b>1.3.1. Falta de Registro.....</b>	<b>7</b>
<b>1.3.2. Exceso de insumos en inventario.....</b>	<b>8</b>
<b>1.3.3. Insuficiencia de insumos en inventario.....</b>	<b>9</b>
<b>1.4. CLASIFICACIÓN DE LOS INVENTARIOS.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.1. Inventarios de productos en proceso.....</b>	<b>10</b>
<b>1.4.2. Inventarios de productos terminados.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.3. Inventarios de materiales.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.4. Inventarios de repuestos.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.5. Inventarios de suministros.....</b>	<b>11</b>
<b>1.4.6. Inventarios de muestras – mercancías a la vista.....</b>	<b>12</b>
<b>1.4.7. Inventarios de mercancías deterioradas y obsoletas.....</b>	<b>12</b>
<b>1.4.8. Inventarios de mercancías en tránsito.....</b>	<b>12</b>
<b>1.4.9. Inventarios Amortiguadores.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5. EL PROCESO DE ADQUISICIÓN DE MATERIALES.....</b>	<b>13</b>
<b>1.5.1. Emisión de la orden de pedido de materiales.....</b>	<b>17</b>
<b>1.5.2. Solicitación de ofertas.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5.3. Recepción y evaluación de las ofertas.....</b>	<b>19</b>
<b>1.5.4. Emisión de la orden de compra.....</b>	<b>24</b>
<b>1.5.5. Seguimiento y tratamiento de la compra.....</b>	<b>26</b>
<b>1.5.6. Embalaje, carga y transporte.....</b>	<b>29</b>
<b>1.5.7. Recepción en obra.....</b>	<b>29</b>

1.6. CENTRALIZACIÓN VERSUS DESCENTRALIZACIÓN.....	31
<b>CAPITULO 2: COSTO DEL INVENTARIO.....</b>	<b>33</b>
2.1. INTRODUCCIÓN.....	33
2.2. CLASIFICACIÓN DE LOS COSTOS DE INVENTARIO.....	34
2.2.1. <i>Costos de tener inventarios</i> .....	35
2.2.1.1 <i>Costos de almacenamiento, mantenimiento o posesión de stocks (Ca)</i> .....	35
2.2.1.2 <i>Costos de lanzamiento de pedido (Cp)</i> .....	38
2.2.1.3 <i>Relación entre los costos de almacenamiento (Ca) y los costos de lanzamiento de pedidos (Cp)</i> .....	39
2.2.1.4 <i>Costos Total de Inventario (CT)</i> .....	44
2.2.1.5 <i>Costos de Adquisición (C<sub>adq</sub>)</i> .....	45
2.2.1.6 <i>Costos Total Real de Inventario (CTr)</i> .....	45
2.2.2. <i>Costos de no tener inventarios</i> .....	46
2.2.2.1. <i>Costos de faltantes, de agotamiento, o de ruptura de stock</i> .....	46
2.3. CÁLCULO DE LOS COSTOS DE INVENTARIOS.....	47
2.3.1. <i>Cálculo de los costos de almacenamiento, mantención o posesión de stocks (Ca)</i> .....	47
2.3.2. <i>Cálculo del costo de lanzamiento de pedidos (Cp)</i> .....	50
<b>CAPITULO 3: PLANIFICACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO.....</b>	<b>53</b>
3.1. INTRODUCCIÓN.....	53
3.2. MODELOS DE GESTIÓN DE INVENTARIOS.....	53
3.2.1. <i>Modelos determinísticos con cantidad fija de reorden</i> .....	56
3.2.1.1. <i>Lote de tamaño óptimo o de la cantidad económica de compra (Modelo EOQ)</i> .....	57
3.2.1.2. <i>Modelo de lote de tamaño óptimo (Modelo EOQ) con descuentos por cantidad</i> .....	60
3.2.2. <i>Modelo determinístico con período fijo de reorden (Reaprovisionamiento periódico)</i> .....	62
3.2.3. <i>Modelo de gestión “Justo a Tiempo” (JAT)</i> .....	64
3.3. STOCK DE SEGURIDAD (Ss).....	74
3.4. EL PUNTO DE PEDIDOS (Pp).....	76
3.5. EJEMPLO (EOQ, Ss, Pp, EOQ CON DESCUENTOS).....	78

3.6. ALMACENAMIENTO DE LOS MATERIALES.....	87
<b>CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO.....</b>	<b>93</b>
4.1. INTRODUCCIÓN.....	93
4.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	95
4.3. <i>Cálculo del Costo de lanzamiento de pedido (Cp) para Fundación VIDA.</i> .....	100
4.4. <i>Cálculo de los costos de almacenamiento (Ca) para Fundación VIDA.</i> .....	102
4.5. EL PROCESO TRADICIONAL.....	110
4.5.1. <i>Características del proceso tradicional.</i> .....	112
4.5.2. <i>Análisis del proceso tradicional.</i> .....	113
4.5.2.1 <i>Cálculo de los costos del inventario para el proyecto (Proceso Tradicional).</i> .....	113
4.5.2.1.1. <i>Cálculo del costo total del inventario (CT).</i> .....	114
4.5.2.1.2. <i>Cálculo del costo total real del inventario (CTr).</i> .....	115
4.6. EL PROCESO PROPUESTO.....	115
4.6.1. <i>Características</i> .....	119
4.6.2. <i>La metodología del proceso propuesto.</i> .....	119
4.6.3. <i>Análisis del proceso propuesto.</i> .....	121
4.6.3.1. <i>Sistema de Clasificación ABC para el proyecto.</i> .....	121
4.6.3.2. <i>Modelo con cantidad fija de reorden (Materiales Categoría “A”).</i> .....	126
4.6.3.3. <i>Modelo con período fijo de reorden (Materiales Categoría “B”).</i> .....	136
4.6.3.4. <i>Cálculo de los Costos de inventario para el proyecto (Proceso Propuesto).</i> .....	141
4.6.3.3.1. <i>Cálculo del costo total real del inventario (CTr).</i> .....	145
4.7. COMPARACIÓN ENTRE EL PROCESO TRADICIONAL Y EL IMPLEMENTADO.....	145
<b>CAPÍTULO 5: CONTROL DE INVENTARIOS.....</b>	<b>148</b>
5.1. INTRODUCCIÓN.....	148
5.2. MEDIDA DE LOS STOCKS.....	150
5.3. EL SISTEMA DE CLASIFICACIÓN “ABC”.....	152
5.3.1. <b>CARACTERÍSTICAS DE ADMINISTRACIÓN Y CONTROL DEL INVENTARIO SEGÚN CATEGORÍA DEL ELEMENTO.</b> .....	154

5.3.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO. ....	155
5.4. SISTEMAS DE CONTROL DE INVENTARIOS. ....	157
5.4.1 SISTEMA DE REVISIÓN CONTINUA (Q). ....	157
5.4.2 SISTEMAS DE REVISIÓN PERIÓDICA (P). ....	159
5.5. RECuento DE STOCKS. ....	160
5.6. CONTROL INTERNO DE LOS MATERIALES. ....	162
5.6.1. <i>Tipos de pérdidas de materiales.</i> ....	165
<b>CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>166</b>
<b>BIBLIOGRAFIA:.....</b>	<b>168</b>
<b>ANEXOS:.....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXOS 1: PLANOS VIVIENDA “TIPO” .....</b>	<b>169</b>
<b>ANEXOS 2: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....</b>	<b>177</b>
<b>ANEXOS 3: CRONOGRAMAS.....</b>	<b>223</b>

## **CAPITULO 1: INTRODUCCION**

En la industria de la construcción de viviendas, existe la necesidad de llevar un adecuado manejo de los recursos que disponemos para ejecutar las obras, es común enfrentarnos a problemas por falta de planificación en este aspecto que es determinante en el éxito o fracaso de un proyecto. Los inventarios generan costos que afectan directamente a las utilidades del proyecto, si bien estos costos no se los puede anular se los puede disminuir, mediante políticas que optimicen el manejo de los mismos.

Saber cuánto y cuándo comprar, mejoran los ingresos de la organización, el control permite evitar pérdidas y saber las existencias de los materiales a lo largo del tiempo, facilitando la programación de la obra e impidiendo las perjudiciales paralizaciones por déficits de materiales.

Desde tiempos inmemorables, los egipcios y demás pueblos de la antigüedad, acostumbraban almacenar grandes cantidades de alimentos para ser utilizados en los tiempos de sequía o de calamidades. Es así como surge o nace el problema de los inventarios, como una forma de hacer frente a los períodos de escasez, asegurando la subsistencia de la vida y el desarrollo de sus actividades normales. Esta forma de almacenamiento de todos los bienes y alimentos necesarios para sobrevivir motivó la existencia de los inventarios.

El inventario es por lo general el activo mayor en los balances generales (informe que resume el valor de los activos, pasivos y reservas de la organización en un momento), los gastos por inventarios, llamados costo de mercancías vendidas, son usualmente el gasto mayor en el estado de resultados (relación de los ingresos, gastos y utilidad o pérdida neta de una entidad durante un período de tiempo determinado).

Será considerado inventario todo el conjunto de existencias: los materiales, suministros, productos totalmente elaborados, productos en proceso de elaboración, recursos renovables y todos los bienes con que cuenta la empresa, los cuales se utilizan como base para procesos de transformación, adición, subdivisión o acondicionamiento de otro producto.

Otra definición interesante es la siguiente: “Un inventarios es un recurso ocioso de cualquier clase con tal que este recurso tenga valor económico”<sup>1</sup>. La teoría de inventarios trata de la determinación de la magnitud óptima de este recurso ocioso, el hecho de planear por anticipado la cuantía del recurso ocioso es el tema de la teoría de inventarios, se determinará los procedimientos óptimos de adquisición de existencias para satisfacer la demanda presente y futura.

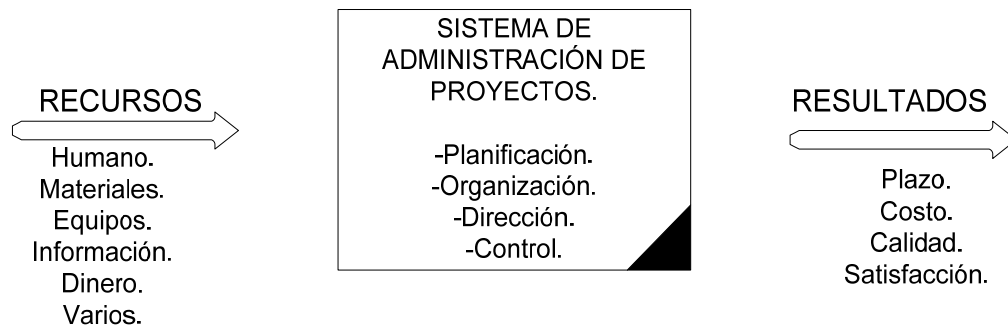
### **1.1. Importancia.**

En nuestros días las empresas y organizaciones de cualquier índole se ven enfrentadas a constantes cambios y desafíos por el avance tecnológico, la globalización y el aumento de la competencia. Para mantener su competitividad, estas organizaciones deben estar en constante desarrollo, buscando nuevas metodologías y técnicas que permitan llevar sus actividades de mejor manera.

Nuestro medio nos obliga que para la ejecución de proyectos se requiera la administración de un conjunto de recursos, generalmente escasos: dinero, personal, materiales, maquinaria, etc. Se requiere control y manejo exhaustivo de estos elementos para eliminar resultados no esperados. En este sentido, es necesario determinar lo que se debe hacer, como se debe hacer, que acción debe tomarse, quien es el responsable de ella, para llegar a afirmar tal y como Russell Ackoff dijo: “el futuro no hay que preverlo sino que hay que crearlo”. La planificación, constituye un elemento dentro del sistema de administración de proyectos indispensable para convertir los recursos existentes en resultados. El siguiente gráfico muestra el esquema básico descrito en el párrafo.

---

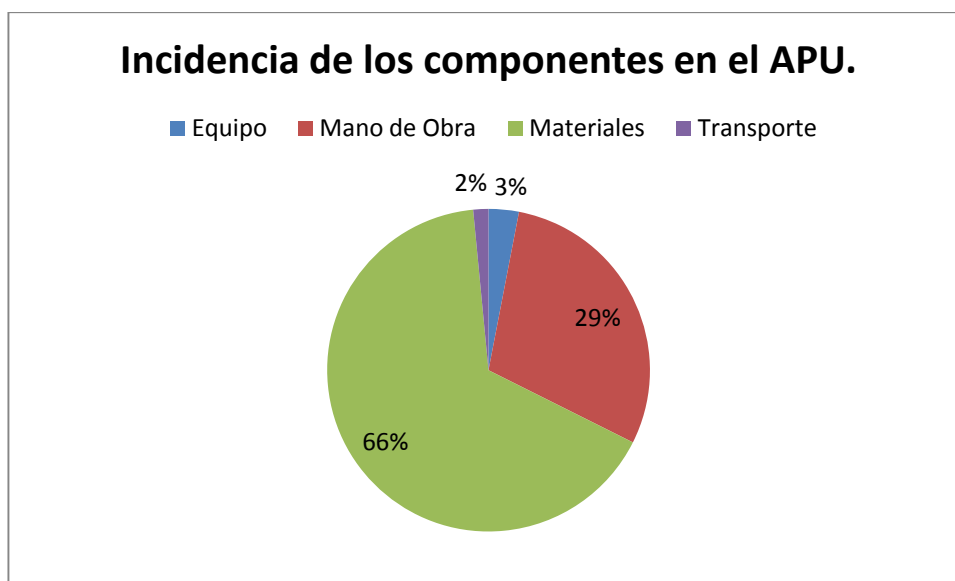
<sup>1</sup> Fred Hanssman, Control de Inventarios Teoría y Práctica. Mexico, Editorial Diana, 1979. Página: 18.



Fuente: Administración de Operaciones de Construcción.  
(Alfredo Serpell).

El proceso de manejo y control de inventarios inicia con la compra de los elementos requeridos para el desarrollo de los rubros. En la adquisición de materiales existen dos actores principales: el comprador y el vendedor (también conocido como proveedor), cada uno de ellos buscarán obtener el mayor beneficio dentro de la transacción (negociación ganar-ganar), el comprador buscará, el menor precio con la mejor calidad y el servicio adecuado, el vendedor o proveedor buscará la mayor ganancia y tratará de proveernos una considerable cantidad de elementos que requerimos para el proyecto, deseando vender grandes volúmenes de materiales. Este es el escenario de la compra de los materiales en la construcción de viviendas, desde este punto debe iniciar la correcta administración de los inventarios, buscando los mejores descuentos con la mejor calidad y servicio.

Los inventarios, constituyen un importante grupo de recursos con los que cuenta el ente económico para llevar a cabo su actividad principal. En los proyectos de viviendas es el grupo más importante, sería imposible pensar en realizar un proyecto de viviendas sin los elementos o materiales necesarios. Normalmente los materiales comprenden el mayor valor del costo de un proyecto de construcción de viviendas, el siguiente gráfico muestra la respectiva relación económica entre: los materiales, la mano de obra, y los equipos para la construcción de una vivienda “Tipo”, los datos fueron obtenidos del presupuesto de construcción, están en función del análisis de precios unitarios (Ver Anexo 2).



Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: Análisis de Precios Unitarios (Vivienda “Tipo”)

Siendo los materiales una inversión considerable, su correcta administración pasa a ser un efecto determinante en las utilidades que pueda generar el proyecto. Ser capaces de obtener los elementos adecuados (que satisfagan los requerimientos de calidad), en la cantidad debida, en el momento preciso, al lugar correcto, de la fuente correcta (un proveedor confiable y puntual), prestando el servicio correcto, antes y después de la venta, y al precio conveniente. Todas estas características difíciles de conseguir en la industria de la construcción, son las responsables de la generación de pérdidas, tener un inventario con el tamaño ideal, capaz de suplir todas las necesidades expuestas, es un punto generador de ahorros.

La administración de inventarios es complicada, por el medio rápidamente cambiante, dentro del cual se realiza la planeación de inventarios y de compras. Se ven extensos los inventarios, o muy pequeños, o del tipo equivocado, o en el sitio equivocado.

La planeación de la demanda de materiales, la producción a tiempo y un énfasis renovado en la calidad y productividad requirieron una revisión de los conceptos tradicionales de inventarios. Por ejemplo, el punto de vista tradicional de que varios proveedores mejoran el flujo de materiales a la obra, ha sido desafiado por una tendencia hacia un único proveedor, pero con características sobresalientes. Las relaciones estrechas

con el proveedor, la cooperación mutua en la programación de la obra y el sistema de aseguramiento de la calidad, cuestionan del tradicional trato lejano entre el comprador y el proveedor. Estas tendencias, son el resultado del interés empresarial aumentado por la importancia y por la creciente agresividad en el desarrollo de los proveedores, para satisfacer los objetivos específicos de calidad, cantidad, transporte, precio y continuidad.

La escena de abastecimientos rápidamente cambiante, con ciclos de abundancia y escasez, con precios variables, tiempos de producción y disponibilidades, proporcionan un continuo desafío a los actores encargados de los inventarios.

## **1.2. Características de los inventarios.**

1. Correctamente administrados proporcionan un flujo ininterrumpido de materiales y elementos, requeridos para el desarrollo del proyecto; la falta de inventarios podría disminuir una operación y ser extremadamente costosa en términos de pérdida de producción.
2. Proveen una protección ante errores de planificación y fluctuaciones no predecibles en el ritmo de producción. Son importantes cuando existen cambios anticipados en la demanda y la oferta (condiciones de mercado).
3. Permiten producción, compra y transporte en condiciones económicamente ventajosas.
4. Permiten manejar materiales perecibles, para que se los utilice en condiciones óptimas, cuando se lleva un correcto control.
5. Debe adaptarse a la programación de la obra. Existirá armonía entre los rubros que se producirá, los intervalos de tiempo en los cuales se los realizará, y la disponibilidad de materiales y maquinaria para elaborar los rubros especificados dentro de los límites de tiempo del cronograma.
6. Los inventarios, o la disponibilidad de recursos controla la duración, costo y la continuidad de avance de cualquier proyecto.
7. Dan protección contra los aumentos de precios y contra la escasez de materia prima, resguardándonos contra la incertidumbre.

8. Son destinados al cumplimiento de objeto social de los negocios, o a la realización de la actividad económica para la cual fue creada la empresa.
9. Desde un punto de vista contable, los inventarios forman una parte considerable del activo corriente (activos que se pueden convertir en efectivo en el corto o mediano plazo). Son parte del capital de trabajo; un elemento importante en la solvencia, que unida a las políticas de venta, afecta en un alto porcentaje a la liquidez (cualidad de los activos para ser convertidos en dinero efectivo de forma inmediata, sin pérdida significativa de su valor).
10. Permite que los distintos sectores marchen separadamente unos de otros, y amortiguar, al menos en parte, las oscilaciones en la producción, y en la llegada de los pedidos de los materiales.

### **1.3. Problemas frecuentes de los inventarios.**

La Industria de la construcción de viviendas, tiene aspectos propios que la diferencian de las industrias que se dedican a producir elementos en serie. Cada proyecto de construcción tiene sus particularidades y es difícil hablar de homogeneidad.

La resolución de cualquier problema específico de inventario requiere la respuesta a dos preguntas. Primera: ¿Qué tan a menudo debe ordenarse la mercancía? Segunda: ¿Cuánto debe ordenarse de la mercancía en cualquier pedido particular?, cuando se contestan estas preguntas el problema de inventario está resuelto. La decisión en el problema de inventario consiste, precisamente, en determinar las respuestas a estas dos preguntas.

Con respecto a: ¿Qué tan a menudo debe ordenarse la mercancía?, se pueden afirmar dos casos asociadas a la frecuencia de los pedidos. Primera: debe existir un costo asociado con ordenar o solicitar muchas veces el mismo material. Segunda: debe haber algún costo asociado a ordenar materiales con un lapso de tiempo muy grande entre ellos. Son estas dos situaciones las que determinan el problema de los inventarios, si no existieran estos costos el problema se solucionaría con cualquiera de los casos extremos.

Refiriéndonos a: ¿Cuánta mercancía debe pedirse?, también existen dos casos extremos y opuestos. Primero: Si no hubiere costo asociado a pedir demasiado, entonces,

automáticamente, se pediría la cantidad correspondiente al total requerido. Segundo: si no existiera un costo asociado al caso de ordenar muy poco, en tal caso el inventario no tendría existencias. El primer paso para la solución de los problemas de inventarios es determinar o medir estos costos mencionados con el objeto de llegar a la minimización del mismo sin dejar de proveer los materiales requeridos en el momento oportuno y al mejor precio.

Estas situaciones de cantidad e instante en que se debe ordenar los materiales, desencadenan en problemas de exceso o insuficiencia de los insumos constituyentes del inventario, todo esto asociado a la falta de registro, los problemas de inventarios en la construcción de viviendas podemos agruparlos en:

- La falta de registros.
- Exceso de insumos en inventario.
- Insuficiencia insumos en inventario.

### **1.3.1. Falta de Registro.**

La manera que se llevan los registros en la construcción de viviendas, dificulta la planificación durante la ejecución del proyecto. Para el aprovisionamiento de los materiales se requiere conocer la demanda futura, al no existir los registros necesarios, su determinación se vuelve incierta y por tanto el volumen de materiales que se solicitará no será el correcto, ni tampoco el momento en que se lo solicitará el preciso.

La falta de un buen registro genera problemas como: la compra del mismo ítem varias veces, compra de materiales equivocados, problemas de planificación, dificultades de identificación, materiales de mala calidad, imposibilidad de realizar un control, etc. Todos estos elementos son perjudiciales para el desarrollo de un proyecto, se ven reflejados en pérdida de recursos y disminución del rendimiento esperado.

Para mantener el nivel del inventario dentro de los rangos óptimos, es necesario conocer el flujo de materiales en el proyecto, saber la cantidad de un determinado ítem a lo largo del tiempo permitirá determinar el instante en el que debemos ordenar un nuevo pedido, con el objeto de evitar déficit en el mencionado ítem.

El encargado de la obra, difícilmente encuentra tiempo para llevar a cabo todas las funciones que le han sido encomendadas: el aprovisionamiento, el desarrollo técnico del proyecto, el control y el manejo de personal, manejo del efectivo, etc. La mayor parte de su tiempo y esfuerzo se centra en aspectos operativos, técnicos y de control del personal, los registros del inventario son delegados a una persona de confianza, pero muchas veces con pocos conocimientos del tema, lo que genera registros insuficientes y poco confiables.

En la construcción de viviendas con respecto a la falta de registros en inventarios se oyen los siguientes comentarios:

- Los registros son complicados y "sólo los contadores los entienden".
- Se necesita un programa de cómputo "carísimo" y especializado.
- "Necesito un encargado de almacén para llevar los registros bien y al día"
- "No tengo tiempo suficiente para contar mi inventario"

Si bien estos comentarios tienen su razón de ser, no se ve más allá de ellos, no se analiza los beneficios que un buen manejo de los registros trae a la organización, y la considerable disminución en la pérdida de los materiales, es imposible pensar en un control de materiales si no se dispone de un adecuado registro de los mismo.

Los programas de cómputo son una herramienta poderosa, sin embargo, el que estén bien estructurados no nos garantiza que vayan a cubrir nuestras necesidades de información, si no los alimentamos con información real y constante.

### **1.3.2. Exceso de insumos en inventario.**

No es conveniente tener grandes cantidades de insumos en los inventarios, esto genera costos por espacio físico, almacenamiento, mantenimiento, seguridad, capital inmovilizado, etc. Entonces las organizaciones buscan disminuir todo lo posible el tamaño de los inventarios, haciendo que el nivel de existencias de los insumos sea el mínimo pero que cumpla con todos los requerimientos demandados por producción.

Una manera de asegurar un flujo ininterrumpido de materiales y elementos asociados a la producción, es conservar grandes cantidades en el inventario. Pero los activos en el inventario requieren el uso de capital que está paralizado y por tanto no se

puede invertir en otro campo, “el costo del inventario puede llegar del 20% al 36% del valor anual”<sup>2</sup>.

El responsable de la obra se centra en tener altos niveles de inventario para asegurar que la producción no se vea interrumpida, se incurre en exceso de materiales, lo que tiene como consecuencia que su almacenamiento sea costoso y difícil de manejar por el considerable volumen de materiales que se debe administrar, adicionalmente disminuye la calidad en materiales perecederos, afectando las características del producto final.

El tener exceso de inventarios lleva a un difícil control de los mismos y una disminución paulatina de la liquidez, para mantener un alto nivel de mercancía la empresa debe contratar créditos con proveedores y la recuperación del efectivo va destinado a pagar dichos créditos y gastos fijos de la empresa, provocando que se viva "al día".

### **1.3.3. Insuficiencia de insumos en inventario.**

La falta de insumos en inventarios o la insuficiencia de los mismos generan interrupciones en el flujo de materiales, equipos y cualquier elemento necesario para el desarrollo de los rubros, disminuyendo o incluso parando una operación, constituyéndose en agente generador de: pérdidas económicas, retrasos en el cronograma, multas por incumplimiento, tiempos muertos, incapacidad para satisfacer las promesas y compromisos adquiridos.

Los niveles de inventario insuficiente significan pérdidas en ventas y aumento de costos por el tiempo requerido para rehacer las órdenes de pedido. Operar sin materias primas o partes que son importantes para el proceso productivo, significa costos operacionales también. Los trabajadores empezarán a ganar dinero sólo por estar presentes, porque no hay suficiente material para desarrollar los rubros; cuando el nivel del inventario vuelve a subir, ellos estarán ganando más dinero por trabajar en tiempos extra, que la empresa tendrá que pagar para recuperar el tiempo perdido. En algunas situaciones, se

---

<sup>2</sup> Michael R. Leenders, Harold E. Fearon, Wilbur B. England. Administración de Compras y Materiales. Mexico, Editorial Continental, 1992. Página 30.

podría incluso llegar a pagar más por estas materias primas, si la inexistencia de estos significan la paralización del proyecto.

#### **1.4. Clasificación de los inventarios.**

Dentro del grupo de inventarios se identifican varias clases, de acuerdo con los tipos de organización: inventarios de productos en proceso, de productos terminados, de partes terminadas, de materias primas, de materiales, de suministros, de mercancías en consignación, de mercancías deterioradas y obsoletas, de mercancía en depósito y de mercancía en tránsito.

En la industria de la construcción de viviendas todo el esfuerzo se ve centrado a la administración de los inventarios de materiales, sin embargo, sería posible disponer de varios tipos de inventarios cada uno con sus características particulares.

La siguiente clasificación se la utiliza sobre todo desde un punto de vista contable, permite diferenciar entre los insumos que actúan directa e indirectamente en el proyecto, separándolos y organizándolos.

##### **1.4.1. Inventarios de productos en proceso.**

El sistema de información contable establece un período de corte. Para la preparación de los estados financieros de cierre del período es imposible que la totalidad de la producción se encuentre terminada, es lógico pensar que va a existir elementos que estén parcialmente elaborados, en la construcción de viviendas es común que se presente esta situación, se los analiza desde el punto de vista contable.

Los elementos que estén en proceso de elaboración hasta la fecha del cierre del análisis se los clasifica como inventario en proceso. En el proceso de valuación (es el proceso de estimar el valor de un activo), su valor depende del grado de elaboración en que se encuentre. También suele medirse de acuerdo con los elementos consumidos en el proceso como: materiales, mano de obra, equipo y costos indirectos.

El valor del inventario de productos en proceso, va aumentando de valor a medida que es transformado de materia prima en el producto terminado como consecuencia del proceso de producción.

#### **1.4.2. Inventarios de productos terminados.**

También conocido como inventario de mercancías para la venta, está compuesto por los bienes y servicios que se encuentran listos o preparados para ser utilizados por el consumidor final, es decir, se encuentran listos para ser vendidos. En el inventario de productos terminados, el elemento ya no sufrirá cambio alguno, ni tampoco adiciones, han pasado los correspondientes controles de calidad y controles técnicos vigentes.

#### **1.4.3. Inventarios de materiales.**

Lo conforman todas aquellas sustancias o elementos esenciales en los procesos de producción, elementos base que pueden ser identificados y medidos con cierta facilidad y claridad en la elaboración de un producto.

Se destinan a ser consumidos en el desarrollo de los diferentes rubros que componen el proyecto, son los inventarios más utilizados en la construcción de viviendas y son el objeto de estudio del presente trabajo.

#### **1.4.4. Inventarios de repuestos.**

Está compuesto de los elementos necesarios para soportar el mantenimiento de maquinas y equipos necesarios en los procesos constructivos. Se generan con el objeto de prevenir paros costosos en la producción. Tienen relación con los programas de mantenimiento recomendados por los fabricantes de los equipos.

En la construcción de viviendas, este inventario tiene un tamaño reducido, ya que la participación de la maquinaria en el desarrollo del proyecto no es tan grande, a diferencia de por ejemplo un proyecto vial, donde la maquinaria y el equipo tienen una participación trascendental, en este caso, la empresa constructora pone especial cuidado en este inventario de repuestos, buscando que la producción sea continua y con rendimientos altos.

#### **1.4.5. Inventarios de suministros.**

Forman parte de este tipo de inventarios los elementos necesarios para realizar labores de mantenimiento en la producción, ventas y administración. Se generan en los departamentos administrativos, de diseño, de fiscalización, etc. Están compuestos por materiales de uso corriente, por ejemplo: elementos de aseo, papelería, cafetería, etc.

Dependerán del tamaño de la constructora, del número de proyectos que tenga a cargo, y de las características particulares de la organización.

#### **1.4.6. Inventarios de muestras – mercancías a la vista.**

Está conformado por artículos terminados cuya venta se materializará una vez que el cliente en potencia los vea, los examine y compruebe su calidad; por lo general salen al mercado en calidad de demostración. El ejemplo clásico sería la vivienda tipo que muestra al cliente las características del proyecto.

También se clasifican en esta categoría todos los artículos que las empresas distribuyen sin costo alguno para el consumidor; y esto se hace con el ánimo de motivar la compra futura, dar a conocer nuevos proyectos, etc.

#### **1.4.7. Inventarios de mercancías deterioradas y obsoletas.**

Son inventarios que por alguna razón no se encuentran en óptimas condiciones y por tanto no pueden ser utilizados en los procesos de transformación. Representan un recurso del que puede disponer el ente, este tipo de inventario generalmente se clasifica en dos tipos:

- Los inventarios obsoletos que tienen algún valor.
- Los que definitivamente no poseen valor alguno para la empresa dado su grado de deterioro.

Los que gozan de algún valor, es conveniente contarlos dentro de los inventarios. Los que no tienen ninguna probabilidad de ser comercializados o utilizados deben eliminarse de los recursos del ente para evitar distorsiones o confusiones.

#### **1.4.8. Inventarios de mercancías en tránsito.**

Se refiere a los bienes adquiridos por la empresa y sobre los cuales existe un derecho adquirido, pero por alguna razón no se encuentran físicamente en sus bodegas.

Actualmente existen ciertos proveedores que ofrecen el servicio de bodega, nosotros adquirimos los materiales y de acuerdo a los requerimientos del proyecto retiramos la cantidad de material que deseemos en cualquier momento, hasta completar la compra realizada, en una modalidad similar a la de una cuenta de ahorros en un banco,

nuestra bodega queda reducida, y nos ahorramos el costo que representa almacenar dicho elemento, esta práctica es recomendable y de beneficio para la organización.

#### **1.4.9. Inventarios Amortiguadores**

Llamados también inventarios de seguridad, existen como resultado de la incertidumbre en la demanda o en la oferta de unidades en varios puntos del sistema de producción, sirven para dar cierta protección contra la incertidumbre en el desempeño del proveedor, debido a: clausuras, huelgas, variaciones en el tiempo de entrega, retardos en el envío al y del proveedor, unidades de baja calidad que no pueden ser aceptadas, etc. Surgen debido a las variaciones de la oferta y la demanda (condiciones económicas), estas variaciones solo provocan incertidumbre en las empresas, por eso es necesario protegerse con estos inventarios dando seguridad de que no faltarán los materiales, en caso de que producción los requiera. También son recomendables cuando se trabaja con proveedores de bajo desempeño y bajo circunstancias económicas variables. Los inventarios de seguridad, dan protección contra rupturas de máquina, empleados enfermos y casos similares.

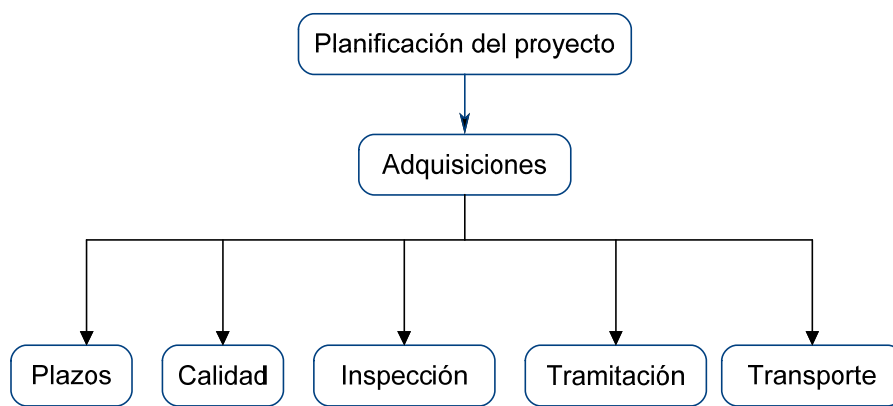
En la construcción de viviendas existen diversos factores que obligan al uso de estos inventarios amortiguadores, entre ellos podemos mencionar: desempeño incierto de proveedores, situación económica variable, escasez por temporadas de materiales, retardos en envíos, etc. Se debe aumentar el tamaño del inventario para estar “cubierto” en caso de cualquier eventualidad.

#### **1.5. El proceso de adquisición de materiales.**

Toda adquisición debe cubrir una necesidad dentro de la organización compradora, un abastecimiento efectivo requiere una total comprensión de los elementos que debe cubrir la función de adquirir.

El objetivo básico de la adquisición de materiales, es proveer a la organización un flujo continuo, eficiente e inteligente de servicios y materiales de manera que se puedan cubrir las necesidades, para lo cual se debe asegurar la continuidad de aprovisionamiento, manteniendo relaciones efectivas con los proveedores existentes, buscando nuevos y mejores proveedores, y estudiando materiales alternativos que cubran la necesidades planificadas con la calidad deseada.

El proceso de adquisición de materiales, forma parte de la planificación de proyectos y para que el mismo sea exitoso se debe tomar en cuenta factores tales como: plazos, calidad, inspección, tramitación, transporte, etc. Todo el proceso detallado a continuación, trata de asimilar estos elementos, fijando un camino mediante el cual, la adquisición de materiales genere el mayor provecho para la organización.



Fuente: Administración de Operaciones de Construcción.

El proceso de adquisición de materiales debe ser monitoreado en todas las etapas, el atraso de un material puede deberse únicamente a un documento, o a un error de comunicación con el proveedor.

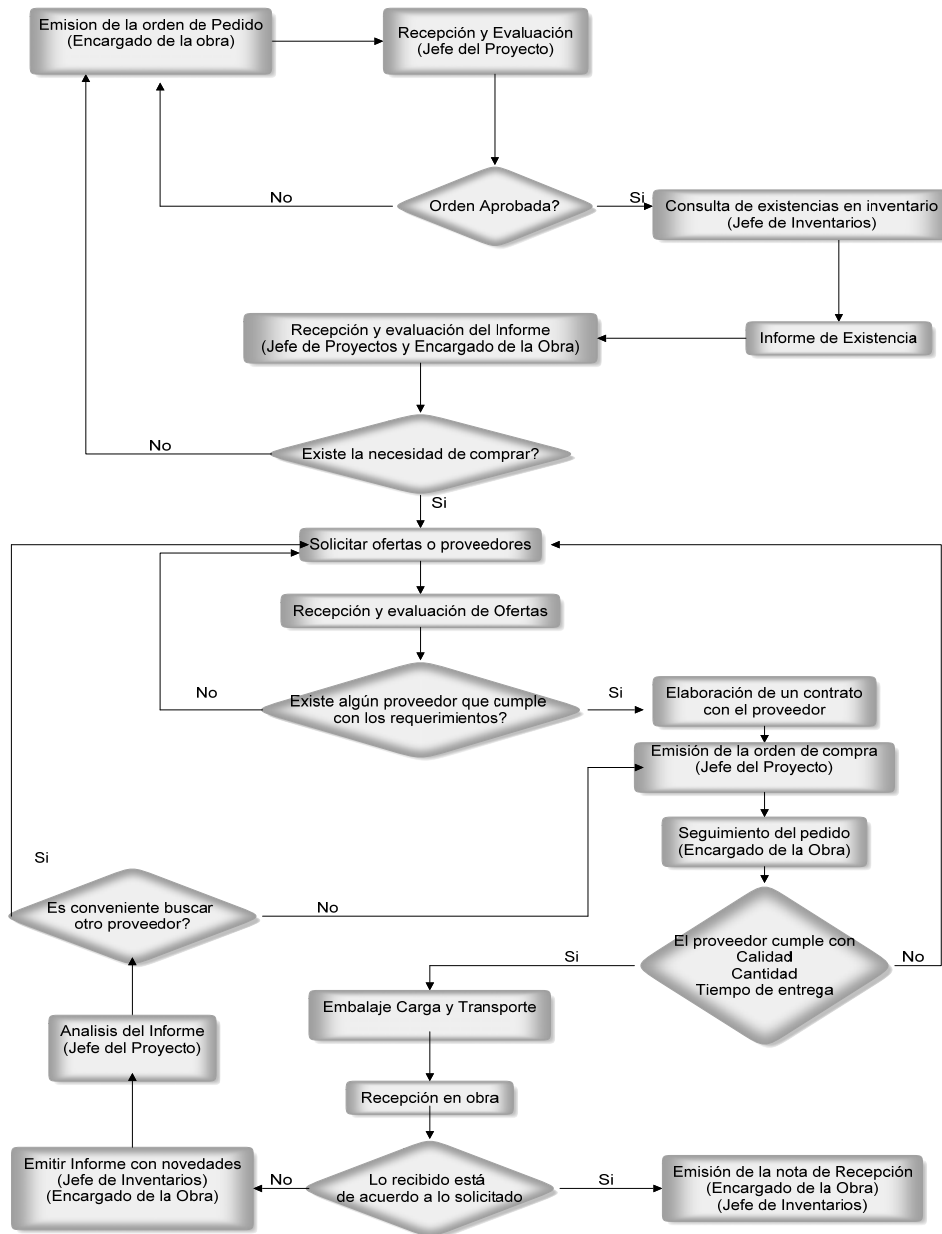
Existen cambios importantes en las políticas de manejo de materiales el siguiente cuadro, muestra una comparación entre las adquisiciones reactivas y las proactivas, que son hacia donde se dirige la nueva teoría de adquisiciones de materiales.

<b>ADQUISICIONES REACTIVAS VS PROACTIVAS.</b>	
<b>Adquisiciones Reactivas</b>	<b>Adquisiciones Proactivas</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisiciones es un centro de costo.</li> <li>• Adquisiciones recibe especificaciones.</li> <li>• Adquisiciones rechaza material defectuoso.</li> <li>• Problemas son del proveedor.</li> <li>• Precio es variable clave</li> <li>• Énfasis en hoy día</li> <li>• Negociaciones ganar/perder</li> <li>• Muchos proveedores: seguridad.</li> <li>• Mucho inventario: seguridad.</li> <li>• Información es poder</li> <li>• Adquisiciones informa a finanzas o producción.</li> <li>• Sistema independiente de proveedores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adquisiciones pueden agregar valor</li> <li>• Adquisiciones y proveedor contribuyen a especificaciones.</li> <li>• Adquisiciones evita materiales defectuosos</li> <li>• Los problemas son compartidos</li> <li>• Costo total y valor son claves</li> <li>• Énfasis estratégico</li> <li>• Negociaciones ganar/ganar</li> <li>• Muchos proveedores: pérdida de oportunidades.</li> <li>• Mucho inventario: pérdida.</li> <li>• Información es valiosa si se comparte.</li> <li>• Adquisiciones es una función principal de gestión.</li> <li>• Sistema integrado con sistemas de proveedores.</li> </ul>

Fuente: Administración de Empresas Constructoras II (Ing. Fredi Paredes)

El siguiente diagrama muestra el procedimiento que se realiza para la adquisición de materiales:

*Diagrama del proceso de adquisición de materiales en un proyecto de construcción de viviendas.*



Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: Administración de Operaciones de Construcción.

### **1.5.1. Emisión de la orden de pedido de materiales.**

Es emitida desde la obra o proyecto, que debe incluir al menos la siguiente información:

- Identificación del material requerido.
- Descripción del material requerido.
- Cantidad requerida.
- Especificaciones que debe cumplir o calidad requerida.
- Fecha de emisión de la orden y fecha en la cual el material se lo requiere en obra.
- Lugar de entrega.
- Código con el cual se maneja el material.
- Planos y especificaciones de referencia.
- Centro de Costos (unidad funcional de la empresa en la que se generan costos).



### **1.5.2. Solicitación de ofertas.**

Normalmente se lo realiza por invitación directa a proveedores previamente calificados, en lo posible que hayan demostrado responsabilidad en el cumplimiento en calidad, volúmenes y tiempos de entrega. La información que se debe adjuntar en la solicitud de ofertas (cotizaciones), puede incluir los siguientes documentos:

- Especificaciones del material, las mismas que deben ser igualadas o superiores a las demandas del proyecto.
- Planos en los casos de productos terminados y cualquier elemento fabricado.
- Instrucciones de transporte y manipulación del material.
- Programa de entregas.
- Requerimientos especiales.
- Noticias a los proponentes.

### **1.5.3. Recepción y evaluación de las ofertas.**

El objetivo es encontrar de un grupo de proveedores la mejor opción, aquel que nos ofrezca estándares de desempeño que estén de acuerdo a las exigencias de la empresa permitiendo o facilitando la correcta administración de los materiales. Para lo cual, se debe hacer una comparación entre las distintas ofertas, considerando, los siguientes factores:

- a. Los factores económicos: son precio unitario, descuentos comerciales, gastos de transporte, embalaje, carga y descarga, etc.

Generalmente este es el parámetro determinante al momento de tomar decisiones, en todo negocio se busca bajar los costos, esto no quiere decir que el precio debe ser el único parámetro a comparar, es probable que por otras condiciones, nos resulte mejor tener el pedido a tiempo con mayor precio, a tener el pedido atrasado con menor precio, en el primer caso, la producción no se vería detenida por falta de elementos, a diferencia del segundo caso, donde podría paralizarse la construcción por falta de insumos generando un incremento en tiempos muertos y por tanto pérdidas y disminución de rendimientos. “No es eficiente comprar al menor precio posible, si los artículos enviados no son satisfactorios desde el punto de vista de la

calidad o de su desempeño, si se reciben dos semanas después de lo programado, ocasionando un descenso en la línea de producción”<sup>3</sup>

- b. Los factores de calidad: a este propósito conviene hacer alguna aclaración sobre el significado del término “calidad”. No se trata de un atributo definible simplemente como “superior” o “inferior”, sino precisamente de la suma de las características inherentes a un material o a un producto. “No se puede concebir la calidad del producto abstrayéndola completamente del empleo a que dicho producto está destinado: un producto, un material o un artículo no es simplemente bueno, es bueno para un cierto fin, y el término calidad no tiene ningún significado si no se entiende en este sentido. Por tanto si un material demuestra ser inadecuado para el empleo que se debe hacer de él, su calidad es mala, cualquiera que sea su coste”<sup>4</sup>.

Los factores de calidad son evaluables en base a la calidad del producto, haciendo un estudio sobre las muestras recibidas, las características técnicas, las pruebas de funcionamiento, etc. Es obligatorio que los elementos que van a formar parte de la construcción tengan especificaciones, y es en esta etapa donde se analizan si los artículos que ofrece el proveedor cumplen o no con las exigencias que el proyecto demanda. La calidad de los materiales siempre deberá ser igual o mayor a la especificada.

- c. Los factores de servicio: comprenden otros aspectos comerciales relacionados directa o indirectamente con el artículo, como el plazo de entrega, el servicio postventa, asistencia técnica, atención al cliente, período de garantía, prestigio del proveedor, etc.

---

<sup>3</sup> Michael R. Leenders, Harold E. Fearon, Wilbur B. England. Administración de Compras y Materiales. Mexico, Editorial Continental, 1992. Página 29.

<sup>4</sup> Agustín Rodríguez Sahagún. La programación y el Control de los Aprovisionamientos. España, Editorial Iberico Europea de Ediciones S.A., 1968. Página 16.

Una vez determinados estos factores se debe aplicar los respectivos criterios de valoración, proceso que consiste en asignar un total de puntos que se reparten entre los tres factores (el factor económico, el factor servicio y el factor de calidad) en función de la importancia que tenga cada uno de ellos, para ello tenemos que establecer un criterio de valoración, según el peso específico de cada uno de ellos. El paso siguiente, es asignar una cantidad de puntos de acuerdo al desempeño del proveedor en cada uno de los tres factores, buscando objetivamente la mejor opción del grupo en análisis. Deberán ser partícipes de este proceso los principales integrantes del proyecto, recolectando la mayor cantidad de información generando el resultado de mayor beneficio para la organización.

A continuación se muestra un formato “tipo” para la evaluación de proveedores, en donde se analizan los tres factores: el económico, el de calidad y el de servicio, buscando que el proveedor o los proveedores a seleccionar cumplan con los requerimientos mínimos para la empresa.

Es conveniente fijarnos un estándar mínimo, por ejemplo, proveedores que obtengan puntuaciones equivalentes a pésimas en uno de los tres factores, deberán ser anulados como posibles distribuidores de materiales e insumos, sin importar que su resultado final sea aceptable.

La puntuación máxima en el formato expuesto es de 100 puntos, si ninguno de los posibles proveedores obtienen una calificación mayor o igual a 70 puntos sería conveniente convocar de nuevo al proceso de recepción y evaluación de ofertas, de esta manera estaríamos mejorando las características del abastecimiento de materiales logrando buen precio, un nivel aceptable de calidad, puntualidad en los envíos, etc.

La evaluación de ofertas mejora cuando se tiene un registro histórico de los proveedores, en factores como el de calidad y servicio, no podemos afirmar con seguridad el comportamiento hasta que empiecen las relaciones laborales. En todo caso, si se necesitan datos, debemos averiguar la reputación y demás características del distribuidor que permitan cuantificar su desempeño, evaluando y determinando las mejores opciones en cuanto a proveedores.

El peso asignado a los factores dependerá de los objetivos de la organización, obedecerá a las prioridades y al buen juicio de los partícipes del proceso de evaluación de ofertas, el ejemplo que se expone a continuación muestra la siguiente distribución:

<b>PESOS ASIGNADOS SEGÚN FACTOR.</b>	
<b>Factor</b>	<b>Peso Asignado</b>
Económico	40
Calidad	20
Servicio	40
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>
Elaborado por: Roberto Villacis	
Fuente: Fundación VIDA	
Tabla: 1.5.3.a	

Se distribuyó de manera que el factor económico y de servicio sean los principales, dejando la calidad en un menor porcentaje, porque la mayoría de los materiales se elabora bajo normas que aseguran su calidad y son elaborados en fábricas que distribuyen a nivel nacional haciendo que el asunto de la calidad en los materiales no quede delegado a los proveedores sino a los fabricantes, a excepción de ciertos elementos que se podrían considerar “artesanales”.

## FORMATO PARA LA EVALUACIÓN DE OFERTAS DE PROVEEDORES

Hoja\_1\_de\_1

PROYECTO: Vivienda "TIPO"  
 UBICACIÓN: Quito  
 FECHA: Septiembre 17 del 2009

PERSONA QUE EVALUA: Roberto Villacis  
 # DE EVALUADORES: 1  
 CODIGO:001

FACTOR ECONOMICO								
Peso Asignado	40		Valoración					
Ecuación			Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C	Proveedor D	Proveedor E	
$\left[ \frac{\text{Precio Menor Ofertado Proveedores}}{\text{Precio Oferta Proveedor}} \right] * \text{Peso asignado}$			Precio	130	125	114.2	125.3	120
			Calificación Factor Económico	35.1	36.5	40.0	36.5	38.1

FACTOR CALIDAD									
Peso Asignado	20		Valoración						
CALIFICACIÓN	5 Excelente. 4 Muy Bueno. 3 Bueno. 2 Regular. 1 Pésimo.	Asigne de 1 a 5 de acuerdo al cuadro adjunto.	Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C	Proveedor D	Proveedor E		
n	Aspectos								
1	El material cumple con las especificaciones técnicas del proyecto		5	4	4	2	1		
2	Los materiales son correctamente embalados		4	3	4	5	4		
3	El transporte de los materiales a la obra se lo realizó correctamente.		3	5	5	5	5		
4	El 100 % de los materiales llega sin ningún tipo de deterioro visible		5	5	3	5	5		
5	¿Cómo califica la aceptación del producto puesto en obra?.		4	5	2	3	4		
6	¿Cómo evalua los resultados de las pruebas de laboratorio?.		2	5	1	1	3		
Calificación			$\left[ \frac{\sum_{i=1}^n \text{Calificaciones aspectos evaluados}}{5 * n} \right] * \text{Peso Asignado}$	Calificación Factor Calidad	15.3	18.0	12.7	14.0	14.7

FACTOR SERVICIO								
Peso Asignado	40		Valoración					
			Proveedor A	Proveedor B	Proveedor C	Proveedor D	Proveedor E	
Puntualidad	Calificación : 1 día tarde resta 5% al puntaje	Retraso Máximo registrado	10	1	5	3	4	
Peso puntualidad 80	$\text{Peso asignado} (1 - 5\% * \text{Retraso Max Registrado})$		Puntuación (A)	20.0	38.0	30.0	34.0	32.0
Servicio Postventa	Calificación 5 Excelente 4 Muy Bueno 3 Bueno. 2 Regular. 1 Pésimo.	El proveedor mostró preocupación por atender eficazmente todas las necesidades	Puntuación	4	2	1	5	4
		Ofrece asistencia técnica		3	5	1	5	4
		Todas las dudas fueron aclaradas oportunamente		5	4	4	4	3
		Como califica usted el prestigio del proveedor		4	5	5	5	3
		La garantía del producto usted considera que es		5	2	5	4	4
Peso Postventa 20	$\left( \frac{\sum \text{Puntuación}}{25} \right) * \text{Peso Asignado}$		Promedio (B)	33.6	28.8	25.6	36.8	28.8
Calificación Total	$\left( \frac{(A) * \text{Peso puntualidad}}{100} \right) + \left( \frac{(B) * \text{Peso postventa}}{100} \right)$		Calificación Factor Servicio	22.72	36.16	29.12	34.56	31.36

CALIFICACIÓN TOTAL	Factor Económico+Factor Calidad+Factor Servicio	Calificación Proveedor	73.2	90.7	81.8	85.0	84.1
Elaborado por: Roberto Villacis Fuente: La programación y el Control de los Aprovisionamientos							

El formato anterior muestra las puntuaciones obtenidas por 5 proveedores en los tres factores, adicionalmente se ha asignado un peso a cada uno de ellos dando mayor importancia a los factores de servicio y economía.

En el ejemplo, el proveedor que más nos conviene es el proveedor B, con una puntuación global de 90.7, este resultado es el que nos genera una persona, habrá que realizar un promedio con todos los individuos que intervinieron en el proceso de evaluación, para luego encontrar a nuestro proveedor definitivo.

Se debe buscar constantemente proveedores nuevos, más efectivos, así como también, materiales y productos alternativos para reducir los costos o mejorar el producto final que ofrece la empresa.

#### **1.5.4. Emisión de la orden de compra.**

Una vez que tenemos el proveedor que nos ofrece las mejores condiciones, y con los requerimientos de materiales ya establecidos, se procede a emitir una orden de compra, la misma que contener antecedentes tales como:

- Nombre y dirección del comprador y vendedor.
- Fecha y número de la orden de compra.
- Nombre del proyecto y lugar de entrega.
- Descripción y cantidades de los elementos ordenados.
- Precios unitarios, totales y descuentos.
- Observaciones: referencias a especificaciones, planos, etc.
- Aprobación por parte del comprador.
- Número del pedido de materiales que originó la orden de compra.
- Fecha de entrega.
- Centro de Costos (unidad funcional de la empresa en la que se generan costos).
- Otros antecedentes: fecha de pago, facturación, etc.



### **1.5.5. Seguimiento y tratamiento de la compra**

El seguimiento es la verificación rutinaria de una orden para asegurar que el vendedor será capaz de satisfacer las promesas de envío, el constructor necesita saber esta información tan pronto como sea posible, para que si surge algún imprevisto se puedan tomar las acciones apropiadas. El seguimiento requiere preguntas frecuentes al vendedor sobre el proceso y posiblemente una visita a sus instalaciones.

El seguimiento es una forma de ejercer presión sobre los vendedores, para lograr que satisfagan la promesa de envío, o el envío sea realizado antes de lo programado. Puede incluir la amenaza de ordenar la cancelación o eliminación de negocios futuros si el vendedor no puede satisfacer con el acuerdo. El seguimiento puede ser necesario solamente en un pequeño porcentaje de las órdenes de compra emitidas, si el comprador ha realizado un buen trabajo al analizar las capacidades del vendedor, y tiene solamente vendedores confiables que pueden cumplir los contratos de compra.

Al existir un buen trabajo de planeación de requerimientos de materiales, no será necesario pedir al proveedor en anticipo de la fecha de entrega, salvo en situaciones poco usuales.

Incluye actividades proactivas tales como: presionar, apurar, urgir, perseguir, facilitar, todo esto buscando que las condiciones prometidas por el proveedor se hagan realidad, sobre todo en el aspecto de plazo, un desplazamiento en el tiempo de entrega de los materiales genera retrasos o acumulación de materiales en los inventarios, situaciones adversas para el proyecto de viviendas.

La información necesaria para el control del cumplimiento de un pedido incluye aspectos tales como:

- Fecha prometida de entrega.
- Fecha en que se necesita en el proyecto.
- Fechas programadas de fabricación en caso de productos elaborados.
- Cambios en las fechas programadas de fabricación y del programa de ejecución del proyecto.

- Planos en caso de ser necesario.

Con esta información y cada cierto tiempo se debe elaborar un informe que explique la situación del pedido, llegando a determinarse la fecha estimada de llegada del encargo al proyecto. En caso de que el informe advierta atraso en la llegada del pedido, se buscarán soluciones para que el progreso de la construcción no se vea afectado, o las consecuencias del déficit del material sean minimizadas.

En caso de que el informe advierta un inminente incumplimiento por parte del proveedor las posibles acciones que podemos tomar son las siguientes:

- Ayudar al proveedor a resolver los problemas que son la causa del probable incumplimiento.
- Buscar proveedores alternativos, tener una base de datos de proveedores, mejor aún si se disponen de calificaciones para los mismos, se espera trabajar siempre con los mejores proveedores, aquellos que ofrezcan el mejor servicio visto de de manera global.
- Analizar la posibilidad de sustituir el material por otro similar.
- Actuar sobre el cronograma y los diagramas de redes realizando una planificación emergente de manera que no se alteren las duraciones totales planificadas.



### **1.5.6. Embalaje, carga y transporte.**

Se refiere a la manipulación de los materiales durante su empaquetamiento y traslado a la obra, buscando que no sufran ningún tipo de deterioro, generalmente esta etapa se encarga el proveedor, pero nunca está de más dar recomendaciones, especialmente cuando los materiales son frágiles o susceptibles a cualquier tipo de daño.

### **1.5.7. Recepción en obra.**

Verificar que lo recibido este conforme con lo que se solicitó. Esta recepción debe hacerse mediante una nota de recepción, y en el caso de que existan novedades se debe dejar constancias de los pormenores, tanto en la guía de despacho del proveedor como en dicha nota.

Esta incluye la siguiente información básica:

- Fecha de recepción del pedido en obra.
- Proveedor.
- Responsable del transporte.
- Responsable de la descarga.
- Datos generales de los materiales.
- Número de la nota de recepción, de la orden de compra, de la orden de pedidos de materiales y de la guía de despacho
- Lugar de recepción.
- Identificación del receptor.



## 1.6. Centralización versus descentralización.

*Descentralización:* significa que existe una ramificación de departamentos, con la capacidad de adquirir por su cuenta los materiales e insumos necesarios para el desarrollo de los rubros que están encargados, los jefes de los distintos servicios o departamentos de la empresa, tienen autoridad para comprar parte o todos los materiales que requieran.

Entre las ventajas que ofrece la descentralización podemos mencionar:

- Cada departamento conoce bien sus necesidades, las capacidades de los proveedores locales y del transporte.
- En caso de emergencias la respuesta es más rápida y eficiente.

Entre las desventajas que ofrecen están las siguientes:

- Hace más difícil la aplicación de una política uniforme.
- Aumenta la complejidad de la coordinación de unidades, organizacionales descentralizadas.
- Puede dar como resultado la pérdida de cierto control por parte de los administradores de los niveles más altos.

*Centralización:* se establece una persona o departamento independiente y específico, con autoridad y responsabilidad global para todas las adquisiciones que el proyecto o empresa requiera, todos los pedidos deben pasar al departamento de compras, sólo él, tiene autoridad para seleccionar los proveedores y emitir los pedidos.

Entre las ventajas que ofrece esta modalidad podemos mencionar las siguientes:

- Es más fácil estandarizar los artículos comprados si las decisiones de compra se hacen desde un punto central. Existe uniformidad de procedimientos, formularios, estándares, especificaciones, controles de calidad, etc.
- Elimina la duplicación administrativa, el departamento de compras o la persona encargada hace la compra global, para el provecho de toda la empresa o de todo el proyecto.
- Cuando existe un solo departamento el volumen de los pedidos aumentan, ya que los requerimientos son mayores, porque se busca satisfacer la demanda de todo

proyecto y no tan solo de un departamento, al aumentar el volumen se atrae el interés del proveedor, y se puede obtener mejores descuentos que si cada departamento hiciera la adquisición de manera separada. Existe una consolidación de pedidos mejorando la posición de compra.

- Evita irregularidades de precios, y en períodos de escasez de materiales, un departamento no compite con otro por el abastecimiento disponible, esta acción puede hacer que el precio aumente.
- Administrativamente es más eficiente para los vendedores, ya que no es necesario que atiendan a varias personas dentro de la compañía, sino que solamente tienen contacto con el gerente de compras.
- Es más fácil evitar prácticas ilegales o poco éticas si el proceso de compras está centralizado, a que intentar lo mismo cuando las compras están dispersas en varios departamentos.
- Al tener un único departamento destinado a las compras, con el transcurso del tiempo este departamento adquirirá experiencia, descubriendo técnicas, fuentes de suministro, materiales disponibles, nuevos materiales, procesos de fabricación, mercados y precios.

Entre las desventajas que ofrece el sistema están las siguientes:

- Las decisiones son tomadas por administradores que están lejos de los hechos.
- Quiénes toman decisiones, situados en la cima, raramente tienen contacto con las personas y situaciones involucradas que pueden afectar negativamente a la organización. Situación que sucede con frecuencia en medianas y grandes organizaciones.
- En las compras centralizadas puede existir una cierta hostilidad por parte del resto de departamentos hacia el departamento de aprovisionamiento, por razones de incumplimientos, retrasos, o falencias en la calidad del material recibido.

## **CAPITULO 2: COSTO DEL INVENTARIO**

### **2.1. Introducción.**

Costo es el esfuerzo económico (el pago de salarios, la compra de materiales, la obtención de fondos para la financiación, la administración de la empresa, etc.) que se debe realizar para lograr un objetivo operativo.

Los inventarios generan costos que afectan directamente las utilidades. No es posible eliminar completamente estos costos, siempre va a existir un inventario que administrar y por tanto procesos que requieren un flujo de recursos económicos. Con un correcto manejo y control de los insumos estos costos pueden ser minimizados, generando beneficios para la organización.

En la industria de la construcción de viviendas estos costos son considerables, debido a que se requieren varias condiciones para administrar y controlar el inventario, el pago de personal, los gastos en bodega, alquileres, seguros, son algunos de los aspectos que la organización tiene que responder económicamente para el funcionamiento del inventario. Se piensa que estos costos, al ser inevitables, no hay manera de reducirlos sin afectar la producción, la administración de inventarios no busca eliminarlos porque sería imposible, lo que pretende es de reducirlos de tal manera que la afectación económica sea mínima.

Los costos de los inventarios están directamente relacionados con las características de los elementos que componen el mismo, los insumos de alto valor económico tendrán un almacenamiento más exigente y por tanto más costoso, similar a los materiales perecibles o con características que obliguen un tratamiento especial. También están relacionados con el aspecto administrativo, que incluye actividades desde el momento que se hace el pedido de los materiales hasta que se estos son puestos en obra.

Para el análisis diferenciaremos entre costos fijos y costos variables:

- Costos Fijos: costos cuyo valor permanecen constantes, independiente del nivel de actividad de la empresa. Se pueden identificar y llamar como costos de "mantener la empresa abierta". No importa si se realiza o no la producción, se venda o no el

producto o servicio, estos costos deben ser solventados por la empresa. Dentro de estos costos podemos mencionar los siguientes:

- a. Alquileres.
  - b. Amortizaciones o depreciaciones.
  - c. Seguros.
  - d. Impuestos fijos.
  - e. Servicios Públicos (Luz, Agua, Teléfono, etc.).
  - f. Sueldo y cargas sociales de encargados, supervisores, gerentes, etc.
- Costos Variables: costos que varían en forma proporcional de acuerdo al nivel de producción o actividad de la empresa. Son los costos por "producir" o "vender". Podemos mencionar los siguientes:
    - a. Mano de obra directa.
    - b. Materiales e Insumos directos.
    - c. Impuestos específicos.
    - d. Comisiones sobre ventas.

## **2.2. Clasificación de los costos de inventario.**

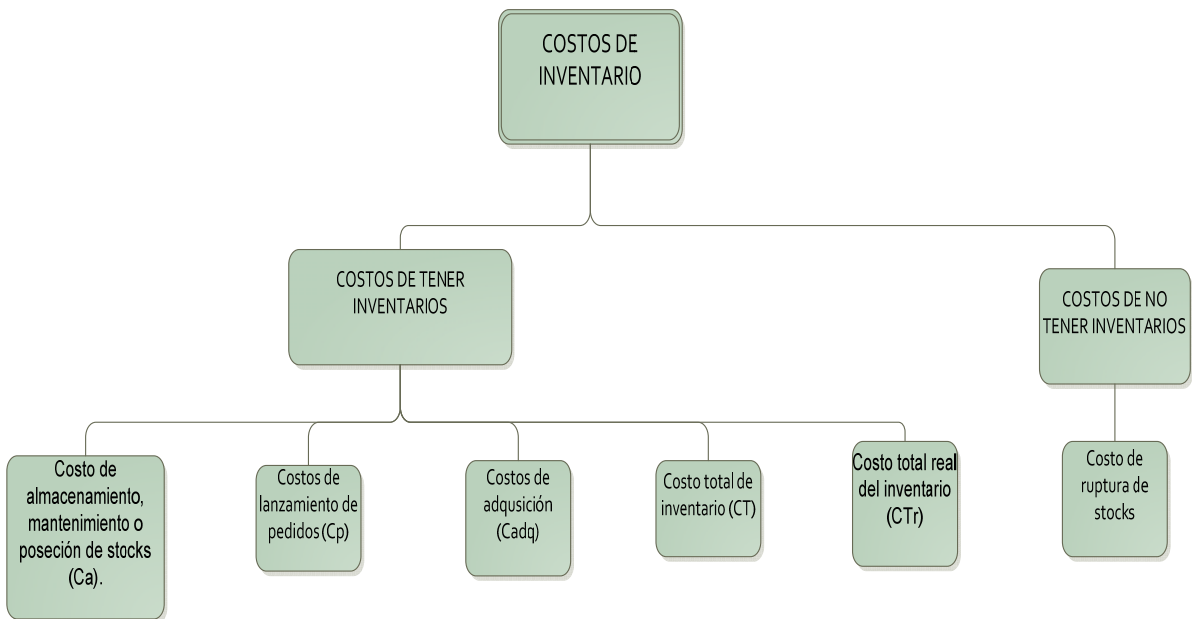
Para fines prácticos a los costos de inventarios se los clasifica de la siguiente manera:

### *1. Costo de tener inventarios.*

- a. Costos de almacenamiento, de mantenimiento o de posesión de stocks (Ca).
- b. Costos de lanzamiento del pedido (Cp).
- c. Costos de adquisición (Cadq).
- d. Costo total de inventario (CT).
- e. Costo total real de inventario (CTr).

## 2. Costo de no tener inventarios.

- a. Costos de ruptura de stocks (sobretiempo, pérdida de producción, gastos administrativos, adicionales.)



Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: Administración de Empresas Constructoras II (Ing. Fredi Paredes).  
Gestión de Stocks (Carlos A. Giudice)

### 2.2.1. Costos de tener inventarios.

Son todos aquellos costos que representa tener, administrar, distribuir y controlar un inventario. El esfuerzo económico que tiene que enfrentar la empresa para disponer de los materiales en las cantidades necesarias, con las características deseadas y en el momento requerido.

#### 2.2.1.1 Costos de almacenamiento, mantenimiento o posesión de stocks (Ca).

Están relacionados con el manejo de los insumos desde el momento que llegan a bodega hasta que son puestos en obra para el desarrollo de los rubros, incluyen los costos

financieros, los seguros, los deterioros, el pago de personal, vigilancia, servicios básicos, etc.

La práctica común consiste en expresar el costo de almacenamiento, mantenimiento o posesión de stocks como un porcentaje del valor del inventario (Ca), pero cuando se trate del valor monetario que representa el almacenamiento la nomenclatura será en letras mayúsculas (CA).

Según Agustín Rodríguez Sahaun, “El importe total de de estos costes (de almacenamiento) se pueden expresar en función de un porcentaje del valor de la inversión en stocks y es aproximadamente de un 15-20 %”<sup>5</sup>. Este porcentaje mencionado tiene variaciones, depende de la actividad de la empresa, del tipo de insumos almacenado, del valor de los mismos, del grado de automatización, del tamaño del inventario, etc. Para el caso de la construcción van existir variaciones entre un tipo de proyecto y otro, por las particularidades que se manejan, en el caso analizado en el capítulo 4 determinamos que este valor es del 16.84%, el mismo es referencial y será diferente entre una compañía y otra dependiendo de las características mencionadas.

A continuación se desglosan los costos de almacenamiento, dividiéndolos y enumerándolos para que al momento de realizar la cuantificación se tome en cuenta la mayor cantidad de variables.

#### **2.2.1.1.1 Costos directos de almacenaje.**

##### *Costos Fijos*

- Personal.
- Vigilancia y Seguridad.
- Cargas Fiscales (Pago de impuesto predial).

---

<sup>5</sup> Agustín Rodríguez Sahagun. La programación y el Control de los Aprovisionamientos. España, Editorial Iberico Europea de Ediciones S.A., 1968. Página 19.

- Mantenimiento del Almacén.
- Reparaciones del Almacén.
- Alquileres.
- Depreciación de las edificaciones destinadas al almacenamiento.
- Depreciación de estanterías y equipos que se requieren para el almacenaje distribución y manipulación de los elementos del inventario.
- Gastos financieros de inmovilización.

*Costos Variables*

- Servicios básicos (Agua, Luz, etc).
- Mantenimiento de Estanterías.
- Materiales de reposición.
- Reparaciones (relacionadas con almacenaje).
- Deterioros, pérdidas y degradación de mercancías.
- Gastos Financieros de Stock.

**2.2.1.1.2 Costos directos de mantención.**

*Costos Fijos*

- Personal.
- Seguros.
- Gastos financieros del inmovilizado.

*Costos Variables*

- Servicios básicos (Agua, Luz, etc.).
- Mantenimiento de equipo de mantención.
- Mantenimiento de equipo informático.
- Reparaciones de equipos de mantención.

- Comunicaciones.
- Depreciación de equipos de manutención, de equipos informáticos.

#### **2.2.1.1.3 Costos indirectos de almacenaje.**

- De administración y estructura.
- De formación y entrenamiento del personal.

#### **2.2.1.2 Costos de lanzamiento de pedido (Cp).**

Son los costos asociados al proceso que se realiza para ordenar cualquier cantidad de material, incluyen los costos de administrar un departamento de compras, de personal, de telecomunicaciones, de cartas asociadas con la colocación de órdenes, de preparar especificaciones, de cuantificación de cantidades, de seguimiento de pedidos, de recepción e inspección del material, los resultantes de pagar facturas, etc.

Lanzar una orden de compra representa seguir un procedimiento que fue detallado anteriormente (el proceso de adquisición de materiales), este genera costos administrativos, expresados en términos de unidades monetarias, entre más detallado sea el proceso de lanzamiento de pedidos, este va a ser más costos, así que deberá ser simple, eficiente y cumplir con todas las exigencias necesarias.

Los costos que se agrupan bajo esta rúbrica deben ser independientes de la cantidad que se compra y exclusivamente relacionados con el hecho de lanzar la orden. Sus componentes serían los siguientes:

- a. Sueldos y salarios del personal que interviene en e proceso de adquisición de materiales.
- b. Material Informático.
- c. Telecomunicaciones.
- d. Material de Oficina.
- e. Imprevistos.
- f. Otros (costo de conseguir “espacio en la bodega”, costos de supervisión, etc.)

### **2.2.1.3 Relación entre los costos de almacenamiento (Ca) y los costos de lanzamiento de pedidos (Cp).**

Los costos de almacenamiento (Ca) y los de lanzamiento de pedido (Cp) son inversamente proporcionales. Entre mayor sea la cantidad ordenada, los costos por concepto de almacenamiento serán mayores también, cada vez que realizamos un pedido generamos un costo que debe ser asumido por la organización, será conveniente encontrar un equilibrio entre el número de veces que lanzamos pedidos y la cantidad que debemos mantener en bodega, para que los costos totales (suma de Ca y Cp) sean mínimos.

Es posible una reducción en los costos de lanzamiento de pedido (Cp), emitiendo menos órdenes de compra (comprando grandes volúmenes con poca frecuencia), el número de pedidos para un proyecto será menor y por tanto el costo acumulado de los pedidos también; pero tendríamos un inventario con demasiado volumen en insumos, obligando a que los costos de almacenamiento (Ca) se eleven. Por otro lado, si pedimos por ejemplo una unidad cada vez, los costos por almacenamiento (Ca) serán bajos, pero los costos acumulados de lanzamiento de pedidos (Cp) serán altos por la gran cantidad de veces que tenemos que realizar la orden.

Para explicar la relación entre estos costos realizaremos un ejemplo, donde numéricamente se puede observar la relación expuesta.

#### ***Ejemplo 2.2.1.3.a***

*Una empresa constructora requiere para el proyecto 1200 sacos de cemento de 50Kg, el precio unitario es de 6.32 US\$. El costo que le representa a la empresa el almacenamiento es el 15% del valor total, el costo que se genera cada vez que se hace un pedido es de 40 US\$. Se desea analizar:*

- a. El costo del almacenamiento (Ca) en función de la dimensión del pedido (x).*
- b. El costo de lanzamiento de pedido (Cp) en función de la dimensión del pedido (x).*
- c. El costo total (CT) en función de la dimensión del pedido (x).*

*Datos:*

Demanda (D): 1200 sacos de cemento de 50Kg.

Precio Unitario (PU): 6.32 US\$/saco.

Costo de almacenamiento (Ca): 15% del costo de adquisición (Cadq).

Costo de lanzamiento por pedido (Cp): 40US\$/pedido realizado.

*Solución:*

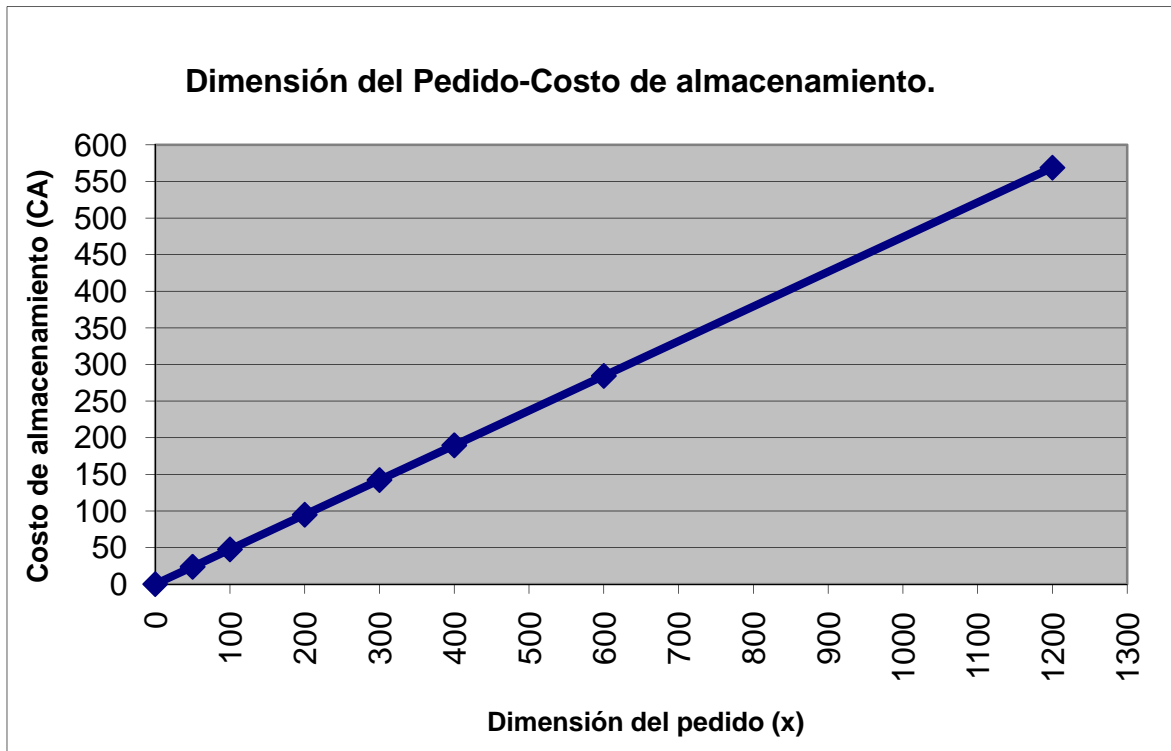
**Tabla 2.2.1.3.a:** Evaluación del costo de almacenamiento en función del número de pedidos (dimensión del pedido).

<b>EVALUACIÓN DEL COSTO DE ALMACENAMIENTO.</b>			
<b>Dimensión del Pedido (x)</b>	<b>Stock medio</b>		<b>Costo de almacenamiento del stock medio (CA)</b>
	<b>Cantidad (U)</b>	<b>Valor (US\$)</b>	
1200	600	3792	568.8
600	300	1896	284.4
400	200	1264	189.6
300	150	948	142.2
200	100	632	94.8
100	50	316	47.4
50	25	158	23.7
0	0	0	0
Elaborado por: Roberto Villacis			
Fuente: La Programación y el Control de los Aprovechamientos			
Tabla: 2.2.1.3.a			

$$CA = \frac{x}{2} * PU * \frac{Ca}{100} \quad o \quad CA = \frac{Cadq}{2} * \frac{Ca}{100}$$

El costo de almacenamiento (Ca) del problema corresponde al 15%, se lo aplica al nivel de existencias medio (stock medio), porque este es el promedio del número de artículos que van a ser administrados en el inventario. Por ejemplo, si se ordenan 1200 unidades en un solo pedido, al principio vamos a administrar las 1200 con un costo elevado, pero a medida que el material sea usado, el nivel de existencias va a disminuir,

administrando al final del período cantidades pequeñas con costos pequeños. Es por esto que el costo de almacenamiento es aplicado al nivel medio de existencias.



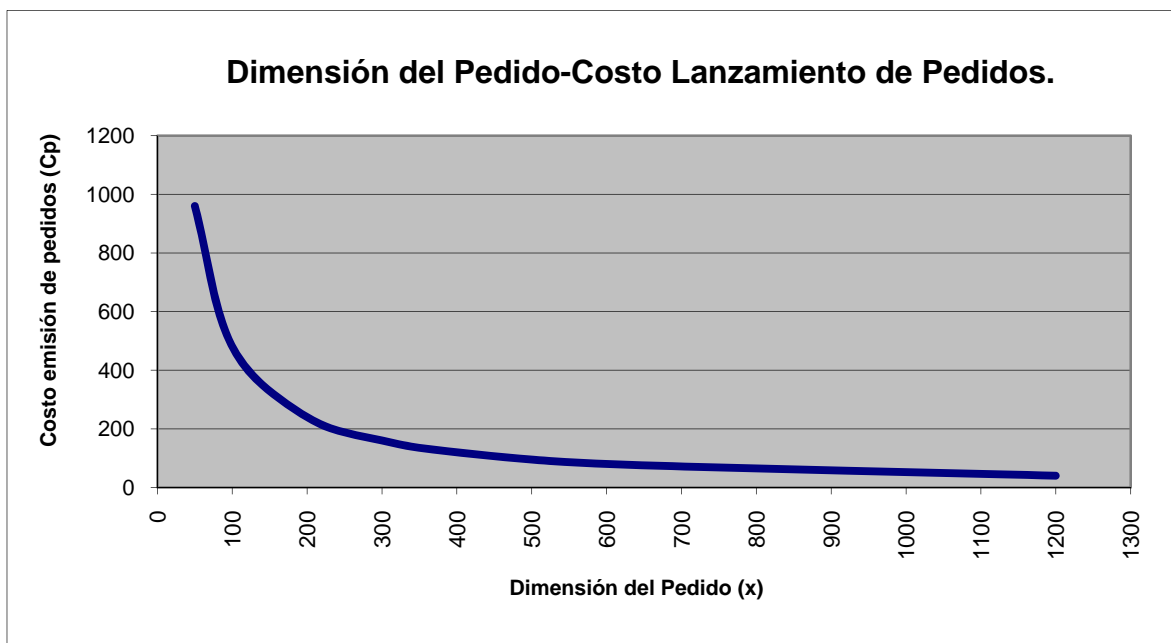
Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: La Programación y el Control de los Aprovisionamientos

El gráfico muestra que la relación entre la dimensión del pedido (x) y el costo de administración (CA) es directamente proporcional, el costo de administración o almacenamiento (CA) crece a medida que la dimensión del pedido (x) aumenta. Entre más grande sea nuestro inventario los costos relacionados al almacenamiento del mismo son mayores.

**Tabla 2.2.1.3.b:** Evaluación del costo de lanzamiento de pedidos en función del número de pedidos (dimensión del pedido).

<b>EVALUACIÓN DEL COSTO DE LANZAMIENTO DE PEDIDOS.</b>		
<b>Dimensión del Pedido (x)</b>	<b>Pedidos necesarios para cubrir demanda</b>	<b>Costo de lanzamiento de pedidos (Cp)</b>
1200	1	40
600	2	80
400	3	120
300	4	160
200	6	240
100	12	480
50	24	960
Elaborado por: Roberto Villacis		
Fuente: La Programación y el Control de los Aprovisionamientos		
Tabla: 2.2.1.3.b		



Elaborado por: Roberto Villacis.

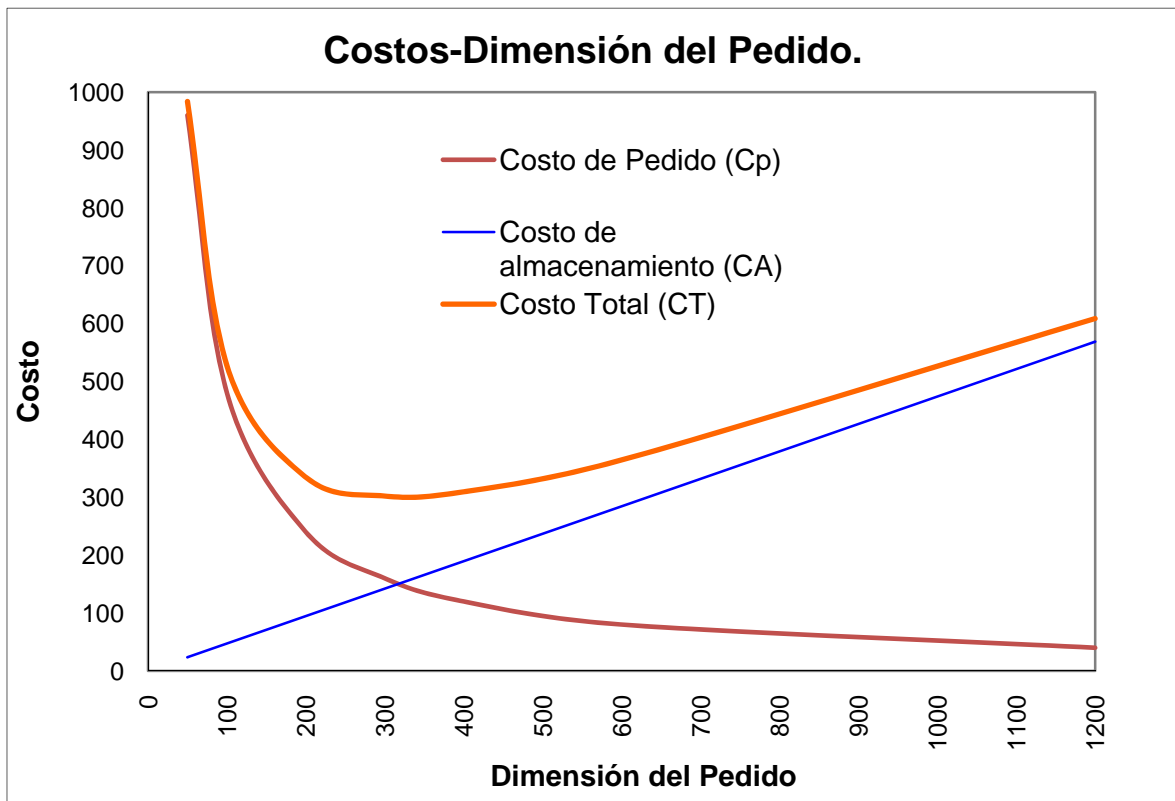
Fuente: La Programación y el Control de los Aprovisionamientos

Cuanto menor sea la dimensión del pedido (x), haremos un mayor número de órdenes para cubrir la demanda, cada vez que hacemos un pedido generamos un costo, si

hacemos pedidos con mucha frecuencia vamos a incurrir en considerables gastos para la organización.

**Tabla 2.2.1.3.c:** Evaluación del costo de Total (de almacenamiento y de lanzamiento de pedido) en función de la dimensión del pedido.

TABLA RESUMEN.				
Número de artículos pedidos.	Pedidos necesarios para cubrir demanda.	Costo de lanzamiento de pedidos (Cp).	Costo de almacenamiento (CA).	Costo Total (CA+Cp).
1200	1	40	568.8	608.8
600	2	80	284.4	364.4
400	3	120	189.6	309.6
300	4	160	142.2	302.2
200	6	240	94.8	334.8
100	12	480	47.4	527.4
50	24	960	23.7	983.7
Elaborado por: Roberto Villacis				
Fuente: La Programación y el Control de los Aprovisionamientos				
Tabla: 2.2.1.3.c				



Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: La Programación y el Control de los Aprovisionamientos

El gráfico muestra tres curvas: las dos descritas anteriormente, y una tercera que es la suma del costo de emisión de pedidos ( $C_p$ ) y del costo de almacenamiento ( $CA$ ), su forma es de una parábola invertida, con un valor mínimo que representa la mejor opción de compra.

#### **2.2.1.4. Costos Total de Inventario (CT).**

Es igual a la suma del costo de almacenamiento ( $CA$ ) y el costo de lanzamiento de pedidos ( $C_p$ ), representa la cantidad en unidades monetarias que debe pagar la organización para almacenar y administrar el mismo (ver ejemplo en tabla 2.2.1.3.c).

En Bodega para cubrir los requerimientos de material, lanzamos un número de órdenes a lo largo del proyecto, que multiplicado por el costo de cada lanzamiento, obtendríamos el costo relacionado a los pedidos que efectuamos. A su vez, en el período de análisis habremos almacenado una cantidad media de materiales, que multiplicada por el precio unitario y por el costo relacionado a su mantención, obtendríamos el costo del respectivo almacenamiento. Sumando estas dos cantidades tenemos el costo total de inventario ( $CT$ ), de manera que:

$$\text{Costo total} = CT = \frac{D * C_p}{x} + \frac{x * PU * Ca}{2}$$

de donde:

D: Demanda (cantidad que se requiere de un determinado material)

$C_p$ : Costo de lanzamiento de pedidos.

x: Cantidad ordenada.

PU: Precio Unitario.

Ca: Costo de almacenamiento.

Si pedimos x unidades en cada orden, el número de pedidos que tendremos que hacer para cubrir la demanda será  $D/x$ , y esto costará  $(D/x)*C_p$ . Si ordenamos x unidades en cada ocasión, tendremos un promedio de inventario de  $x/2$  unidades en existencia, que

representarían un costo de  $(x/2) \cdot PU \cdot Ca$ . Uniendo estos costos tendremos el costo total que nos representa tener el inventario.

#### **2.2.1.5. Costos de Adquisición ( $C_{adq}$ ).**

Es el precio que establece el proveedor para el artículo que suministra, es la cantidad total invertida en la compra de la mercancía, o el valor contable del producto cuando se trata de material en curso o productos terminados.

El costo de adquisición es igual al precio unitario multiplicado por el número de elementos adquiridos, siendo el precio unitario el valor monetario de un elemento.

$$C_{adq} = PU \times \text{Número de artículos}$$

de donde:

$C_{adq}$ : Costo de adquisición.

PU: Precio unitario.

Puede quedar incluido en el mismo el costo que provoca el pago de seguros durante la transportación, impuestos (IVA) y fletes si estos se establecen como proporción del precio de venta del artículo. Muchos proveedores aplican descuentos por volumen, el costo de adquisición de un pedido podría tener un componente de costo que disminuye el precio unitario del producto.

El personal encargado de la adquisición de materiales centra su atención en el costo de adquisición ( $C_{adq}$ ), busca la mejor negociación con el proveedor para obtener el mejor descuento posible. Posteriormente se realizará un ejercicio en donde se demostrará que no siempre un descuento es conveniente para la organización, si se tiene que administrar volúmenes muy grandes de insumos (ver 3.5).

#### **2.2.1.6. Costos Total Real de Inventario (CTr).**

Es el costo total del inventario (CT) sumado el costo de adquisición de los materiales ( $C_{adq}$ ), representa el gasto que en realidad afronta la organización por los insumos para el desarrollo del proyecto, la ecuación es la siguiente:

$$\text{Costo total real (CTr)} = \text{CT} + \text{Cadq}$$

El costo de los materiales no solo está representado por el valor económico dado por el proveedor, tendremos en cuenta que a este valor le sumaremos el costo correspondiente al inventario que tendremos que administrar.

El ahorro de recursos económicos no solo están en la negociación de los costos de adquisición (Cadq), también podemos cambiar las condiciones de administración del inventario para disminuir el costo total del inventario (CT) generando beneficios para la organización.

### **2.2.2. Costos de no tener inventarios.**

Son todos los costos que se generan cuando no se dispone del inventario en el momento necesario, en las cantidades correctas o con la calidad demandada en las especificaciones.

#### **2.2.2.1. Costos de faltantes, de agotamiento, o de ruptura de stock.**

Incluyen ingresos perdidos por no vender (tanto presentes como futuros), costos generados por la escasez, costos por sustitución de materiales menos convenientes o más caros, costos de reprogramación y expedición, tiempo muerto de trabajo y uso de maquinaria, adquisición de materiales con sobreprecio, gastos de transporte de urgencia, multas por retrasos, etc.

Para evaluar estos costos se analizan en términos monetarios los siguientes aspectos:

- Sobre-tiempo (retrasos en la obra).
- Pérdida de producción (tiempo muerto de trabajo, uso de maquinaria, etc.).
- Gastos administrativos (costos de reprogramación, costos de emisión repentina de pedidos, etc.).
- Costos adicionales (pérdida por no vender, sustitución, etc.).
- Penalizaciones contractuales por retrasos en la obra.
- Disminución de ingresos por ventas.

La valoración de estos costos de ruptura es difícil y poco frecuente, es posible si la empresa está provista de un eficiente sistema de gestión de la calidad, en general el gestor de inventarios deberá conformarse con estimaciones subjetivas o costos estándar.

Según el catedrático universitario Carlos A. Giudice “La literatura especializada estima que representa entre el 1% y el 4% de los ingresos por ventas”<sup>6</sup>.

### **2.3. Cálculo de los costos de inventarios.**

#### **2.3.1. Cálculo de los costos de almacenamiento, mantención o posesión de stocks (Ca).**

El cálculo se divide en dos etapas, primero determinaremos los costos que están relacionados propiamente al almacenamiento de los insumos (Cal), para sumarle el denominado costo de oportunidad (Co), la ecuación es la siguiente:

$$CA = Cal + Co$$

de donde:

CA: Costo de almacenamiento (en unidades monetarias).

Cal: Suma de los costos que están relacionados propiamente con el almacenamiento.

Co: Costo de oportunidad (en unidades monetarias).

Si queremos expresar el costo de almacenamiento en porcentaje, usaremos la siguiente expresión:

$$Ca = \%Cal + \%Co$$

de donde:

Ca: Porcentaje total que representa el almacenamiento con respecto al nivel medio de inventario.

---

<sup>6</sup> Carlos A. Giudice. Gestion de Stocks. Universidad Tecnológica Nacional. 2005. Página6.

%Cal: Porcentaje relacionado directamente al almacenamiento de los materiales

%Co: Porcentaje relacionado al rendimiento alternativo que podría tener el dinero invertido en materiales (Costo de oportunidad).

*a. Los costos de almacenamiento (Cal).*

Tienen relación directa con los gastos de la bodega, los de seguros, deterioros, pérdidas y degradación de la mercadería. La siguiente fórmula detalla los elementos necesarios para el cálculo de los costos de almacenamiento, en su cuantificación se tomará en cuenta la mayor cantidad de variables.

$$Cal = Ca1 + Ca2 + Ca3 + \dots + Can$$

de donde:

$C_{a1}$ : Costo de los insumos de oficina.

$C_{a2}$ : Estimado del costo de los servicios básicos (agua, luz, teléfono, internet, comunicación interna, etc.), que se generan en la bodega.

$C_{a3}$ : Estimado del costo del salario del personal que tiene relación con la administración del inventario.

$C_{a4}$ : Depreciación de las edificaciones destinadas al almacenamiento, los equipos de manipulación, pesaje, equipos informáticos, estanterías, y equipos de manutención.

$C_{a5}$ : Costo de las pérdidas, deterioros, reposiciones, y degradación que sufren los productos en el período de almacenamiento.

$C_{a6}$ : Pago por seguros, impuestos, y alquiler de instalaciones y equipos durante el almacenamiento.

$C_{a7}$ : Costo relacionado con el mantenimiento y reparación de la bodega, estanterías, equipo de manutención, equipos informáticos, y cualquier elemento que tenga relación con la administración de los materiales.

$C_{a8}$ : Costos varios: seguridad, vigilancia, de formación, de administración indirecta, etc.

Obtenida la sumatoria de los costos relacionados directamente con el almacenamiento (Cal), determinaremos el porcentaje que este valor representa con respecto al stock medio almacenado, de la siguiente manera:

$$\%Cal = \frac{Cal}{t \times \sum(Stock\ medio \times PU)} \times 100$$

de donde:

t: tiempo.

Stock medio: nivel medio de existencias en un período de tiempo.

PU: Precio Unitario.

La  $\sum(Stock\ medio \times PU)$ , es el valor económico medio de los materiales que tenemos almacenados en bodega. Se calcula determinando el nivel medio de cada uno de los insumos en un período de tiempo dado y multiplicando este valor por el precio unitario correspondiente.

b. *El costo de oportunidad (Co).*

Hace relación a los costos financieros, se calcula de acuerdo a la tasa de rendimiento alterno que podríamos obtener por el dinero en caso de no invertirlo en la compra de los insumos. Relejan el beneficio económico que tendría el valor del inventario si en lugar de tenerlo almacenado lo tendríamos generando réditos. Para calcular el costo de oportunidad se utiliza la siguiente ecuación:

$$Co = \frac{\sum(Stock\ medio \times PU) \times \%Co \times t}{100}$$

de donde:

Co: Costo de oportunidad en unidades monetarias.

Stock medio: nivel medio de existencias en un período de tiempo.

PU: Precio Unitario

%Co: Tasa de rendimiento alterno (porcentaje de costo de oportunidad).

t: Tiempo.

### 2.3.2. Cálculo del costo de lanzamiento de pedidos (Cp)

Se analizan los costos que intervienen en el proceso de emisión o lanzamiento de pedidos en un período de tiempo dado. La suma total de los gastos generados en el proceso se los divide para el número de pedidos realizados.

La expresión que permite su cálculo es la siguiente:

$$Cp = \frac{Cp1 + Cp2 + Cp3 + \dots + Cpn}{Np}$$

de donde:

Cp<sub>1</sub>: Costo correspondiente al salario del personal relacionado al proceso, afectados por un porcentaje de intervención (relación entre el tiempo utilizado en el proceso de lanzamiento de pedidos y el tiempo total de trabajo).

Cp<sub>2</sub>: Estimado del costo del material informático.

Cp<sub>3</sub>: Estimado del costo de las telecomunicaciones internas y externas necesarias para ordenar materiales.

Cp<sub>4</sub>: Imprevistos, se lo expresa como un porcentaje (generalmente 5%) de la suma de los sueldos y salarios, material informático y telecomunicaciones.

$$C_{p4} = 5\%(C_{p1} + C_{p2} + C_{p3}).$$

Cp<sub>5</sub>: Valor económico del material de oficina que se utiliza en el proceso.

Np: Número de pedidos realizados en el período de análisis.

### Ejemplo 2.3.2.a.

Se desea encontrar el valor que le representa a la organización el lanzamiento de un pedido (Cp).

Solución:

Siguiendo el proceso para ordenar materiales, se establece la siguiente tabla, que detalla y cuantifica los elementos que actúan en el proceso. El período de análisis es un mes, en el cual se realizaron 8 pedidos de materiales.

DETERMINACIÓN DEL COSTO DE LANZAMIENTO DE PEDIDOS.					
Concepto	Desarrollo				
Sueldos y Salarios (Cp1)	Función		% Intervención	Salario	Valor / mes
	Mensajero		10	250	25
	Asistente contable		15	429.36	64.404
	Gerente de administración		10	920	92
	Secretaria		10	271.8	27.18
	Bodegero		30	280.3	84.09
	TOTAL				
Material Informático (Cp2)	Elemento	Valor Total	% Intervención	Vida Util	Valor / mes
	Computador (2)	1250.3	20	24	10.42
	Calculadora	28	10	36	0.08
	Copiadora	638	10	60	1.06
	TOTAL				
Telecomunicaciones (Cp3)	Servicio		% Intervención	Valor	Valor / mes
	Internet		10	36.53	3.653
	Celulares		5	24.7	1.235
	Teléfono Fijo		10	32.1	3.21
TOTAL					8.1
Imprevistos (Cp4)					15.56
Material de Oficina (Cp5)					5.78
<b>TOTAL (Cp1+Cp2+Cp3+Cp4+Cp5)</b>					<b>332.61</b>
Elaborado por: Roberto Villacis					
Tabla: 2.3.2.a					

$$Cp = \frac{Cp1 + Cp2 + Cp3 + \dots + Cpn}{Np}$$
$$Cp = \frac{332.61}{8} = 41.58 \text{ US\$}$$

Este valor de 41.58 US\$, corresponde al costo de lanzamiento de un pedido, sin importar el volumen o las características del mismo.

El porcentaje de intervención toma en cuenta la influencia o el grado de intervención del elemento con respecto al proceso de lanzamiento de pedido, por ejemplo, la secretaria utiliza el 10% de su tiempo al proceso de lanzamiento o seguimiento del pedido, para el cálculo se toma en cuenta el 10 % del salario. Los valores serán obtenidos en base a mediciones, averiguando las actividades diarias que realiza cada elemento y el tiempo invertido en ellas.

## **CAPITULO 3: PLANIFICACIÓN DEL APROVISIONAMIENTO.**

### **3.1. Introducción.**

El abastecimiento o aprovisionamiento es la función logística o proceso mediante el cual se provee a la empresa de todo el material necesario para su funcionamiento. Tiene por objetivo realizar las adquisiciones de materiales en las cantidades necesarias, con la calidad adecuada al uso al que se va a destinar, en el momento oportuno y al precio total más conveniente. Incluye las siguientes actividades:

1. Cálculo de las necesidades.- se calcula los “volúmenes” de los materiales que se van a usar en el proyecto, en inventarios este valor es conocido como demanda.
2. Compra o adquisición.- se busca las mejores condiciones o el mejor beneficio para la organización.
3. Revisión.- empieza con el pedido, contribuye a la continuidad de las actividades, evitando demoras y paralizaciones, verificando la exactitud y calidad de lo que se recibe.
4. Almacenamiento.- ubicación, disposición y custodia de los materiales que lleguen a bodega.
5. Despacho.- atender los requerimientos de material que el proyecto solicite.
6. Control de stocks.- verificar si todo ocurre de conformidad con los objetivos planteados.

La correcta planificación del aprovisionamiento significa un ahorro de recursos económicos, todo el proceso de aprovisionamiento genera costos que con metodologías adecuadas pueden ser disminuidos, aumentando las utilidades, mejorando la productividad y evitando multas por retrasos a causa de falta de existencias.

### **3.2. Modelos de gestión de inventarios.**

Un aspecto de repercusión dentro de la administración de la empresa, es aplicar modelos de inventarios para la toma de decisiones. Con tanto dinero en inventarios, es necesario tener un adecuado manejo y control de los mismos, la aplicación de modelos permite a través de cuantificaciones numéricas tomar decisiones, las mismas que están relacionadas con las siguientes preguntas:

1. ¿Qué cantidad se debe pedir?
2. ¿Cuándo se debe pedir?
3. ¿A quién comprar?

Encontrando solución a estas preguntas el problema de la gestión de inventarios está resuelto. Los modelos que se explicarán a continuación permiten tomar las mejores decisiones en cuanto a las dos primeras preguntas, con respecto a quien comprar en el capítulo 1 se describió la metodología para seleccionar al mejor proveedor (ver 1.5.3).

La clasificación de los modelos de gestión de inventarios se analiza desde dos perspectivas relacionadas entre sí:

- Según la demanda.
- Según las características del reordenamiento.

Existen 2 tipos de sistemas basados en las características de la demanda:

1. *Demanda independiente o probabilística*: sucede cuando la demanda es incierta, por lo que se recurre a procedimientos probabilísticos que permitan determinar dicha demanda. Se genera a partir de decisiones ajenas a la empresa, por ejemplo la demanda de productos terminados acostumbra a ser externa a la empresa, las decisiones de los clientes no son controlables por la empresa (aunque sí pueden ser influenciadas).

La demanda independiente o probabilística se clasifica en:

- a. Orden repetitiva.- cuando se pueden realizar varios pedidos
  - b. Una sola orden.- cuando solo se puede realizar un pedido.
2. *Demanda dependiente o determinística*: cuando las cantidades necesarias para los períodos futuros se conocen con certeza, la demanda sobre períodos iguales de tiempo puede ser constante (estática) o puede variar (dinámica). Se genera a partir de decisiones tomadas por la propia empresa, por ejemplo, si el proyecto demanda la construcción de 15 viviendas se sabrá la cantidad de cada material que se requiere, midiendo los correspondientes volúmenes de obra.

Los métodos a usar en la gestión de stocks varían completamente según éste se halle sujeto a demanda probabilística o determinística. Cuando la demanda es probabilística se aplican métodos estadísticos de previsión de esta demanda, generalmente basados en modelos que suponen demanda continua. Cuando la demanda es determinística se conoce con certeza los requerimientos de materiales a lo largo del proyecto, solamente se necesita cuantificarlos (caso de la industria de la construcción de viviendas).

En la industria de la construcción de viviendas no se utiliza los modelos probabilísticos, por tanto no nos detendremos a estudiarlos, solo mencionaremos que se usa teoría de probabilidades para determinar la demanda, pues no se la conoce con certeza al depender del cliente.

Según las características de reordenamiento, los modelos de gestión de inventarios podrían ser:

1. *Modelos de cantidad fija de reorden.*- cuando el nivel de existencias desciende hasta un nivel determinado, se emite una orden de lanzamiento de pedido por una cantidad constante, de ahí que el nombre de estos modelos son de cantidad fija de reorden. Existe actualización perpetua o perenne de los registros de inventarios.
2. *Modelos de período fijo de reorden.*- solamente se realiza actualizaciones periódicas del inventario con intervalos fijos de tiempo (períodos), no se usa un sistema perpetuo. Cuando se revisa, se determina la cantidad que se tiene, y se calcula a través de una resta la cantidad que se requiere para llegar al nivel deseado.

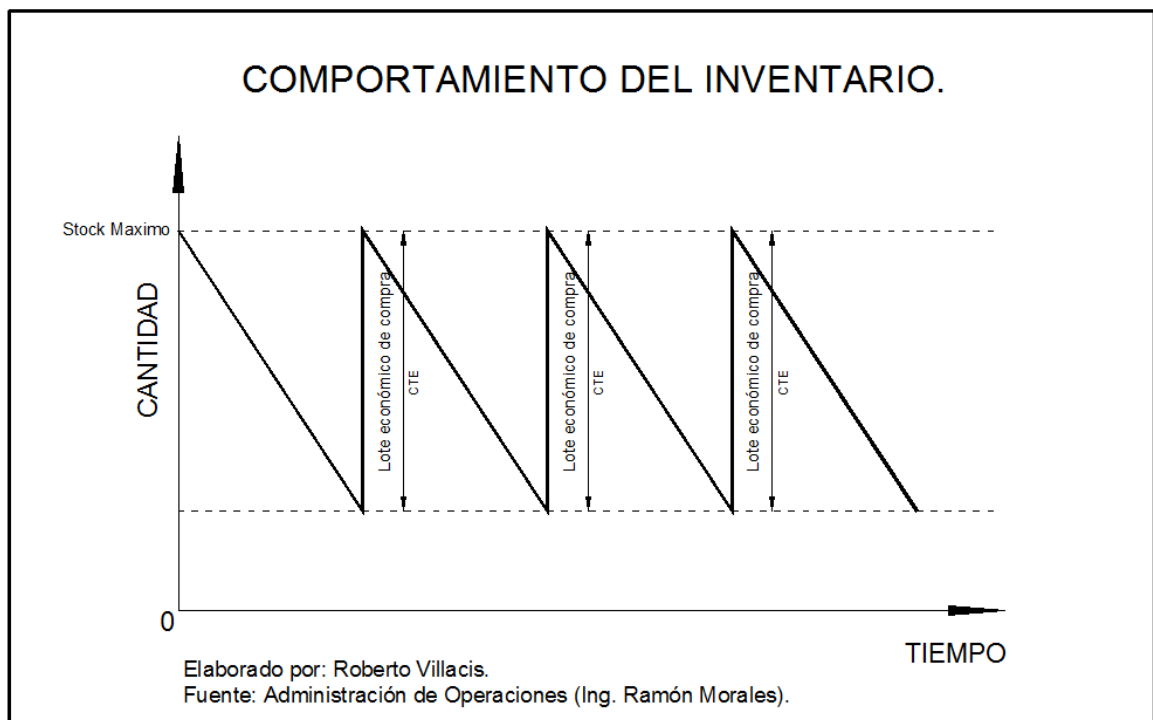
En la construcción de viviendas se genera mejores resultados si utilizamos los dos modelos mencionados (cantidad y período fijo de reorden), aquí surge la pregunta: ¿cuándo utilizar cada uno de ellos?, para responder esta interrogante, los materiales serán clasificados de acuerdo a su incidencia financiera en el proyecto, usando el Sistema de Clasificación ABC (ver 5.3.), donde se diferencia tres categorías:

1. **Categoría A:** materiales de alto valor, que corresponden a un 75-80% del valor total del inventario, son entre un 15-20% del total de ítems. En esta categoría usaremos los modelos con cantidad fija de reorden. Ejemplo: Acero y cemento (ver 4.6.3.1)

2. **Categoría B:** aquellos materiales de valor medio, que equivalen a un 15-20% del valor total y a un 30-40% de todos los ítems. Usaremos modelos de período fijo de reorden con revisiones periódicas. Ejemplo: Tabla de encofrado, arena, inodoros (ver 4.6.3.1)
3. **Categoría C:** los materiales de menor valor, 5-10% del total, y que son la mayor cantidad de ítems: 40-50% del total. No se justifica el cálculo de cantidades óptimas sino que más bien es recomendable realizar el pedido total de una vez. Ejemplo: teflón, taípe, codos, neplos (ver 4.6.3.1).

### 3.2.1. Modelos determinísticos con cantidad fija de reorden.

Se llaman determinísticos porque la demanda es conocida con certeza a lo largo del tiempo, la cantidad fija de reorden indica que al descender el inventario hasta cierto nivel, ordenaremos un volumen de mercancía constante, correspondiente al lote económico de compra (EOQ) que analizaremos más adelante.



Con un correcto y exhaustivo análisis de: volúmenes de obra, precios unitarios, cronograma Gantt, cronograma valorado, y con adecuado conocimiento del consumo de los materiales, podemos determinar la demanda a lo largo del tiempo de los insumos necesarios para el desarrollo del proyecto. Conocida la demanda utilizaremos modelos determinísticos, para encontrar la mejor política de aprovisionamiento.

### **3.2.1.1. Lote de tamaño óptimo o de la cantidad económica de compra (Modelo EOQ).**

Corresponde a la cantidad de material a ordenar ( $x$ ) que genera el mayor beneficio a la organización, con los menores costos combinados de almacenamiento y de lanzamiento de pedidos. El lote económico de compra, será el volumen constante de unidades, que se debe solicitar en cada pedido en el modelo de gestión de inventarios de cantidad fija de reorden.

Las características son las siguientes:

1. El hecho de sea posible realizar más de un pedido nos obliga a introducir en el análisis el costo del lanzamiento de pedido ( $C_p$ ), que refleje el impacto de hacer muchos o pocos pedidos.
2. Se debe tener en cuenta los costos de almacenamiento mantenimiento o posesión de stocks ( $C_a$ ), para que refleje la diferencia entre tener un promedio elevado de existencias en vez de uno bajo.
3. El nivel de demanda es conocido en el período de tiempo en análisis. La demanda puede ser del tipo constante durante el período de tiempo dado, o puede variar, pero en uno y otro caso debe ser conocida, para que este problema sea del tipo determinístico.

Este tipo de problemas son característicos de la industria de la construcción de viviendas, porque la demanda se conoce con certeza.

Los parámetros que intervienen en el análisis son los siguientes:

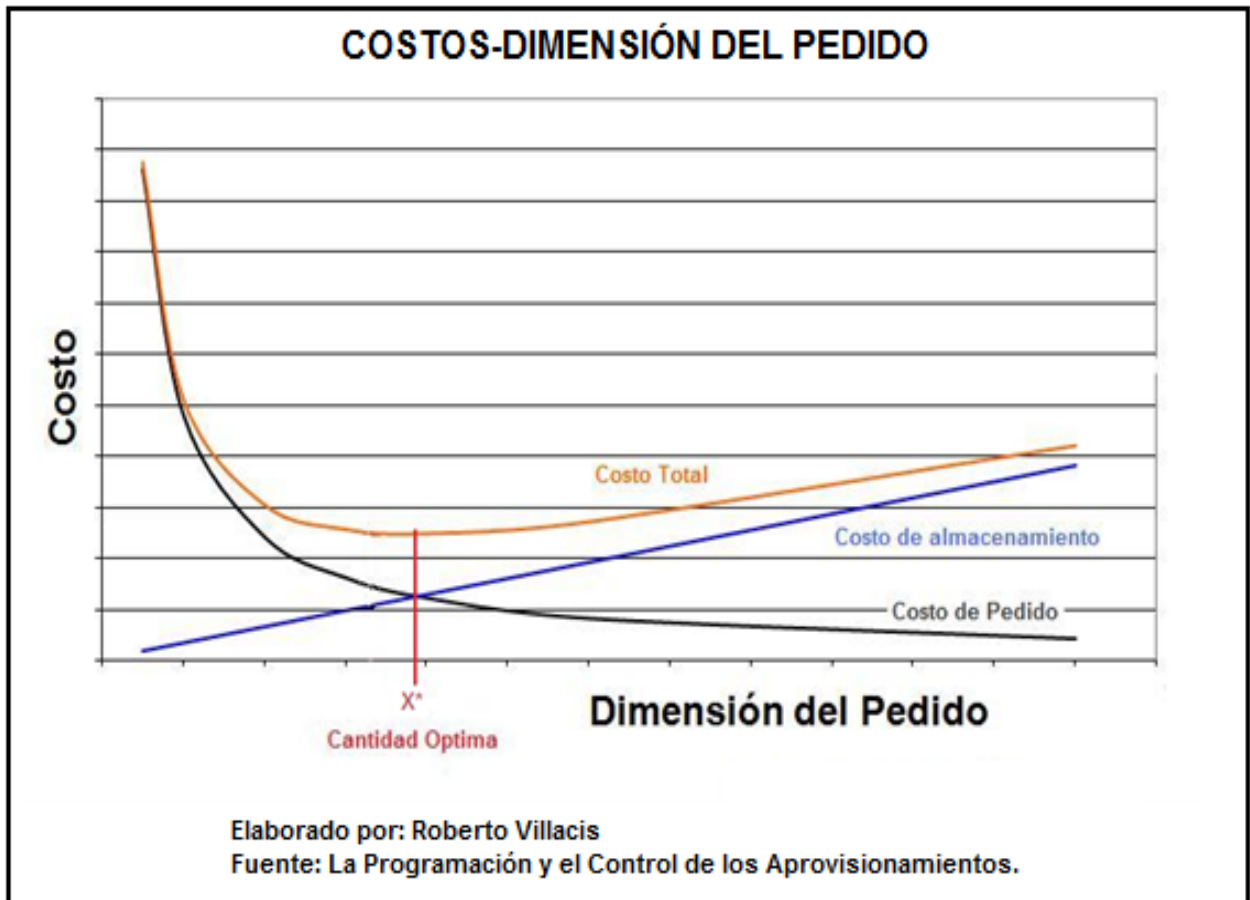
- *Costo de lanzamiento de pedido ( $C_p$ ):* costo asociado al proceso de la emisión del pedido.
- *Costo de almacenamiento o mantenimiento o posesión de stocks ( $C_a$ ):* que constituye un porcentaje del costo de la mercancía.

- *Demanda del insumo en un período de tiempo dado (D).*
- *Precio unitario del artículo (PU).*
- *Costo Total de Inventario (CT):* suma del costo de lanzamiento de pedidos y el costo de almacenamiento.
- *Cantidad a ordenar (x):* esta será la incógnita, se buscará que la relación entre los costos sea la que genere mayor provecho para la organización.

La cantidad total de unidades que necesitamos corresponde a la demanda del insumo (D) en un determinado período de tiempo. En el análisis de inventarios existen dos posibilidades extremas:

1. Se podría realizar un único pedido al inicio del período de análisis, haciendo que el costo por lanzamiento de pedidos ( $C_p$ ) sea único, pero que los costos por almacenamiento ( $C_a$ ) sean excesivos por el gran volumen que deberíamos manejar en bodega (ver 2.2.1.3).
2. Se puede pedir de unidad en unidad, lo que haría que los costos por almacenamiento ( $C_a$ ) sean mínimos, pero por otro lado los costos por lanzamiento de pedido ( $C_p$ ), serían excesivos por la cantidad de pedidos que se debe realizar (ver 2.2.1.3).

El objetivo será encontrar la mejor relación entre estas dos situaciones extremas. La cantidad óptima o lote económico de compra es aquel que genere los menores costos combinados de almacenamiento y de lanzamiento de pedidos (Ver figura).



El costo total del inventario es igual a (ver 2.2.1.4):

$$Costo\ total = CT = \frac{D * Cp}{x} + \frac{x * PU * Ca}{2}$$

Nos interesa buscar el mínimo costo total (CT) en función de la cantidad que se debe ordenar (x), por tanto procedemos a derivar e igualar a cero para encontrar el mínimo:

$$\frac{dCT}{dx} = -\frac{D * Cp}{x^2} + \frac{PU * Ca}{2}$$

Despejando x tendremos la ecuación que nos permite encontrar el tamaño óptimo del pedido (x\*) tal que el costo total (CT) sea mínimo:

$$x^* = \sqrt{\frac{2 * D * Cp}{PU * Ca}}$$

Donde ( $x^*$ ) es la cantidad óptima o lote económico de compra, para trabajar con esta fórmula el costo del almacenamiento ( $C_a$ ), debe estar en porcentaje con respecto al precio unitario.

Partiendo de esta ecuación podemos determinar la expresión para determinar el número de pedidos que necesitamos ( $n$ ):

Si  $n=D/x$ , reemplazando en la ecuación anterior tenemos:

$$n = \sqrt{\frac{PU * C_a * D}{2 * C_p}}$$

### **3.2.1.2. Modelo de lote de tamaño óptimo (Modelo EOQ) con descuentos por cantidad.**

Existen modificaciones al modelo de lote económico de compra (EOQ), para ajustarlo a distintas situaciones, una de ellas, es el caso de los descuentos por cantidad, sucede cuando las compras se realizan en volúmenes considerables.

Los proveedores ofrecen descuentos por distintas circunstancias: rapidez de pago, importancia del comprador, ingreso de nuevos productos, promociones de temporada, cantidad, etc. Los constructores centran gran parte de sus esfuerzos en conseguir buenos descuentos, es una manera lícita de mejorar las utilidades, pero como veremos posteriormente no siempre son beneficiosos para el proyecto.

“Discutiremos el caso en que un vendedor ofrece descuentos a un comprador por comprar grandes cantidades. Para propiciar las compras en gran escala, el abastecedor frecuentemente ofrece precio reducido si se piden cantidades mayores a un mínimo”<sup>7</sup>. Este es el caso que comúnmente sucede en la industria de la construcción, a partir de un mínimo de unidades se obtiene un descuento porcentual aplicado al precio unitario.

---

<sup>7</sup>Martin K. Starr y David W. Miller, Control de inventarios teoría y práctica. Mexico, Editorial Diana, 1979. Página 115.

Puede que el costo de tener un inventario adicional quede compensado, con los descuentos. La forma de saber si un descuento es o no beneficioso, es cuantificando el costo total real del inventario (ver 2.2.1.6) (CTr) en condiciones de descuento, y comparar con el costo total real del inventario (CTr) en condiciones de lote económico de compra. Si el costo total real del inventario (CTr) en condiciones de descuento es menor, entonces el aumento de los costos de almacenamiento se ven justificados con el descuento, caso contrario, resulta mejor comprar el lote económico, que adquirir el lote propuesto por el proveedor (aquel que incluye el descuento).

Para efectuar el análisis utilizaremos las mismas ecuaciones del lote económico de compra, en primer lugar analizaremos el costo total real del inventario para el lote económico de compra, y luego analizaremos el costo total real del inventario para el lote propuesto por el proveedor, donde el precio unitario (PU) será menor. Los pasos a seguir son los siguientes:

1. Se determina el lote económico de compra (EOQ) ( $x^*$ ).
2. Se determina el costo total real del inventario (CTr) para el lote económico, considerando el precio normal sin descuento.
3. Se determina el costo total real del inventario (CTr) para la cantidad propuesta por el proveedor ( $x_1$ ), el precio unitario incluirá el descuento por cantidad.
4. Se compara entre los resultados obtenidos en los literales 2 y 3, la opción de menor costo total real de inventario será la de mayor beneficio para la organización.

No siempre el hecho de obtener un descuento es beneficioso para la organización, ya que volúmenes demasiados grandes en los inventarios generan costos demasiado altos, superando el beneficio obtenido a través del descuento.

Si el proveedor ofrece varias alternativas de descuento se debe analizar cada una de ellas, siguiendo el procedimiento descrito anteriormente, se comparara los resultados obtenidos, la mejor opción es aquella que genera los menores costos totales reales de inventario.

### **3.2.2. Modelo determinístico con período fijo de reorden (Reaprovisionamiento periódico).**

Hemos analizado los inventarios de forma que la cantidad a pedir es constante (modelos de cantidad fija de reorden), también existe la posibilidad de llevar un inventario en el que los pedidos se realicen cada cierto período de tiempo (diario, semanal, mensual, semestral, etc.), esta modalidad corresponde al modelo de período fijo de reorden, donde la cantidad a ordenar ya no será la correspondiente al lote económico de compra, sino que será igual a la diferencia entre el nivel de existencia en el momento analizado, y el nivel de existencias objetivo ( $No$ ). (Ver gráfico).

El nivel objetivo ( $No$ ) deberá cubrir la demanda entre los intervalos de revisión, posibles fluctuaciones mediante un stock de seguridad, y la demanda desde el momento que se realiza el pedido hasta que llegue a bodega (Plazo de reaprovisionamiento). Con estas características aseguraremos un flujo continuo de materiales, propiciando el buen desarrollo del proyecto. La ecuación es la siguiente:

$$No = D + D_{Pre} + Ss$$

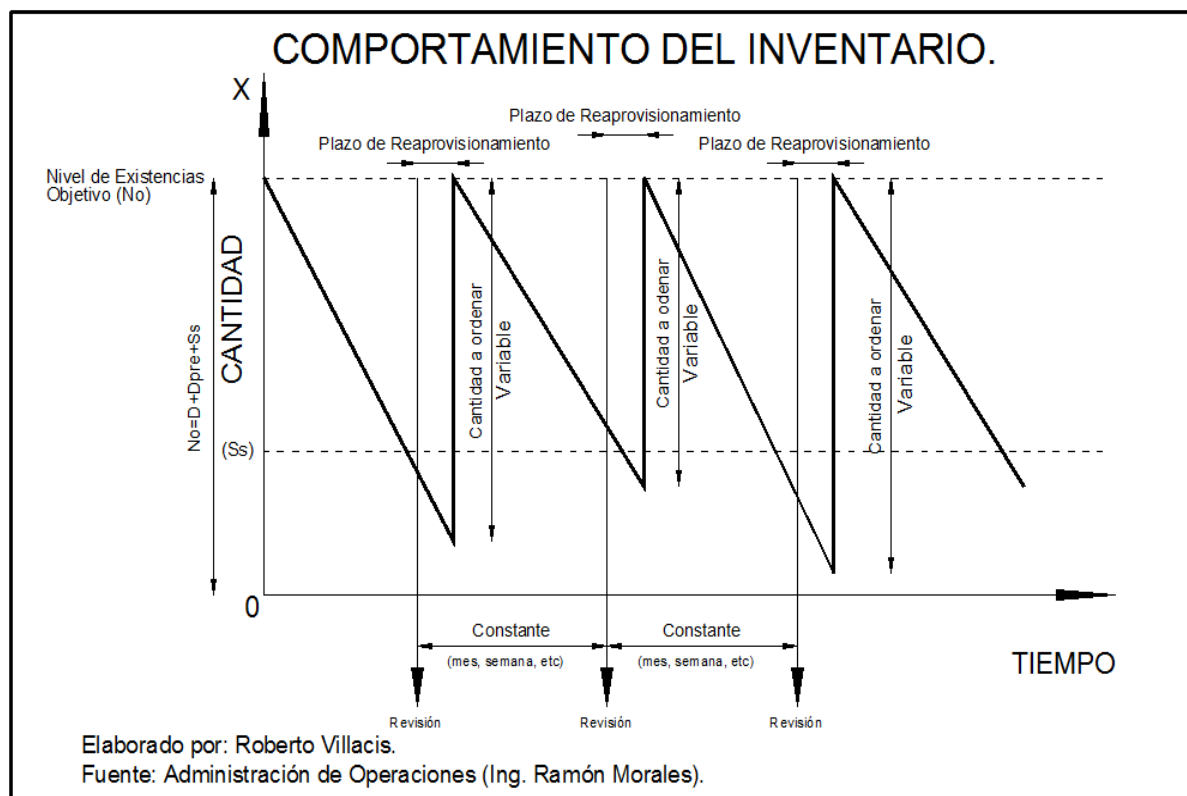
de donde:

$No$ : Nivel Objetivo

$D_{Pre}$ : Demanda plazo de reaprovisionamiento.

$Ss$ : Stock de seguridad.

$D$ : Demanda (en el período de revisión).



El período de revisión es el tiempo que transcurre entre revisiones del nivel de inventario, es constante y se lo adopta con criterio práctico, son frecuentes períodos de revisión: semanales, quincenales, mensuales, trimestrales, etc. La fijación del periodo de revisión se la relaciona, aunque es difícil, con el concepto de lote económico de compra (LEQ o EOQ), para generar los menores costos de inventario.

El pedido a realizar es diferente al lote económico de compra. Ello significa que los costos del inventario cuando se utiliza el modelo de período fijo de reorden, suelen ser superiores a los costos del modelo cantidad fija de reorden. Solo aplicaremos el modelo de período fijo de reorden, cuando resulte caro realizar el seguimiento continuo de los inventarios.

El costo de seguimiento continuo de los inventarios tiene relación con el número de ítems y la cantidad que debemos manejar, en la construcción de viviendas tenemos una considerable cantidad de materiales, si pensamos en mantener un seguimiento perpetuo o exhaustivo de cada uno de los ítems resultaría complicado, y los costos que ahorraríamos a

través del lote económico de compra, los tendríamos que usar en proceso de seguimiento de los inventarios. Es recomendable aplicar un seguimiento continuo de los materiales de Categoría A, y aplicar modelos de periodo fijo de reorden para los materiales de Categoría B.

### **3.2.3. Modelo de gestión “Justo a Tiempo” (JAT).**

#### ***Introducción.***

Justo a Tiempo (JAT) ó Just in Time (JIT) fue desarrollado por Toyota inicialmente, después se trasladó a otras empresas de Japón y del mundo, ha sido un factor de contribución impresionante en el desarrollo de las empresas japonesas, propiciado que las empresas de otras latitudes se interesen por conocer esta técnica.

La filosofía del Sistema Justo a Tiempo (JAT) está orientada al mejoramiento continuo, a través de la eficiencia de los elementos que constituyen el sistema de empresa (proveedores, proceso productivo, personal y clientes).

La filosofía del "justo a tiempo", se fundamenta en la búsqueda y eliminación de las pérdidas en producción y adquisiciones, con reducción del desperdicio, y por supuesto un aumento en la calidad de los productos o servicios, a través de un profundo compromiso (lealtad) de todos los integrantes de la organización. Existe fuerte orientación a sus tareas (involucramiento en el trabajo), que va a derivar en mayor productividad, menores costos, calidad, mayor satisfacción del cliente, mayores ventas y mayores utilidades.

Entre las aplicaciones del JAT se mencionan: los inventarios reducidos, el mejoramiento en el control de calidad, fiabilidad del producto, el aprovechamiento del personal, etc.

Justo a Tiempo requiere disciplina y cambio de mentalidad, que se logra a través de la implantación de una cultura orientada a la calidad, que imprima el sello del mejoramiento continuo, así como flexibilidad a los diversos cambios, que van desde el compromiso con los con los objetivos de la empresa, hasta la inversión en equipo, maquinaria, capacitaciones, etc.

### ***Reseña Histórica.***

Tiene sus inicios tiempo después del final de la Segunda Guerra Mundial, como el sistema de producción de la empresa Toyota.

En una nación pequeña como Japón el espacio físico es muy importante y apreciado. Uno de los pilares de la filosofía fue el ahorro de espacio, la eliminación de desperdicios y la eliminación de la carga que supone la existencia del inventario.

Este sistema estuvo restringido a esta empresa hasta finales de los años 70, alrededor del año 1976, los dirigentes de negocios comenzaron a buscar maneras de mejorar la flexibilidad de los procesos fabriles, a causa del descenso en la curva de crecimiento económico e industrial, que venía en ascenso desde hacía más de 25 años; pero que fue afectada profundamente por la segunda crisis mundial del petróleo en 1976.

Los japoneses para mejorar la flexibilidad analizaron el sistema utilizado por la Toyota, que se empezó a difundir por las diferentes empresas manufactureras de Japón.

Posteriormente los occidentales vieron el éxito de las empresas japonesas, encontrando alrededor de 14 puntos, 7 de estos relacionados directamente con el respeto a las personas y los otros 7 más enfocados a la parte técnica, en la que se señalaba la "eliminación de desperdicio".

### ***Concepto.***

Es una filosofía industrial, que considera la reducción o eliminación de todo lo que implique desperdicio en las actividades de compras, fabricación, distribución y apoyo a la fabricación (actividades de oficina) en un negocio.

La producción justo a tiempo significa que los componentes y materias primas llegan al centro de trabajo exactamente cuando se lo necesitan, reduciendo y minimizando el inventario de producción en proceso, eliminando las pérdidas de producción y adquisiciones.

El objetivo del sistema Justo a Tiempo es proveer el elemento indicado en el momento justo y en el lugar adecuado, generando en el caso de ser posible aplicarlo, resultados impresionantes.

El desperdicio se concibe como: "todo aquello que sea distinto de los recursos mínimos absolutos de materiales, máquinas y mano de obra necesarios para agregar valor al producto". En este sistema no solo se considera desperdicio al sobrante inservible de material, sino a todo aquello que no cumpla con las políticas del modelo JAT.

Algunos ejemplos de recursos mínimos absolutos son los siguientes:

- Un solo proveedor, si éste tiene capacidad suficiente (Ver adquisiciones proactivas).
- Nada de personas, equipos ni espacios dedicados a rehacer piezas defectuosas.
- Nada de existencias de seguridad.
- Ningún tiempo de producción en exceso.
- Nadie dedicado a cumplir tareas que no agreguen valor.

Agregar valor implica aumentar el valor del producto ante los ojos del cliente, algunos ejemplos que agregan valor son: ensamblar, mezclar, fundir, moldear, soldar, tejer, empacar.

Existen otros procesos que son necesarios pero que no agregan valor al producto, entre ellas: contar, mover, almacenar, programar, inspeccionar y traspasar un producto.

Justo a tiempo implica producir sólo exactamente lo necesario para cumplir las metas pedidas por el cliente, producir el mínimo número de unidades en las menores cantidades posibles y en el último momento posible, eliminando la necesidad de almacenaje, las existencias mínimas y suficientes llegan justo a tiempo para reponer las que acaban de utilizarse y la eliminación del inventario de producto terminado.

Se considera que el exceso de existencias:

- Absorbe capital que no es necesario y que podría invertirse de mejor forma.
- Genera mayores costos de almacenaje.
- Aumenta los riesgos de daños y de obsolescencia.
- Puede ocultar oportunidades para realizar mejoras operativas.

Este concepto de inventario de "entra y sale" o en tránsito deja de lado al almacenaje estático y enfatiza un almacenaje dinámico. Aunque no es adecuado hablar de

almacenaje porque la mercadería o materia prima que ingresa se despacha o utiliza de inmediato, sin entrar en alguna bodega o almacén.

Los principales objetivos del sistema justo a tiempo son los siguientes:



Elaborado por: Roberto Villacis  
Fuente: Metodología Justo a Tiempo (Prof. Luis González)

- *Atacar los problemas fundamentales.*- los japoneses utilizan la analogía del “río de las existencias”. El nivel del río representa las existencias y las operaciones de la empresa se visualizan como un barco. Cuando la empresa intenta bajar el nivel del río, en otras palabras, reducir el nivel de las existencias, descubre rocas, es decir, problemas. Cuando estos problemas surgían en algunas empresas, la respuesta era aumentar las existencias para tapar el problema.
- *Eliminar desperdicios.*- implica eliminar todas las actividades que no añaden valor al producto. Será necesario:
  - Hacerlo bien a la primera.
  - El operario asume la responsabilidad de controlar.
  - Analizar y prevenir los riesgos potenciales que hay en un proceso.
  - Reducir stocks al máximo.
- *Buscar la simplicidad*- los enfoques simples conllevan a una gestión más eficaz. Como Einstein dijo: “La mayoría de las ideas fundamentales de la ciencia son esencialmente sencillas y, por regla general pueden ser expresadas en un lenguaje comprensible para todos.”

Un enfoque simple respecto al flujo de material es eliminar las rutas complejas y buscar líneas de flujo directas, si es posible unidireccionales. La simplicidad del JAT también se aplica al manejo de estas líneas de flujo.

- *Diseñar sistemas para identificar problemas.*- para el JAT cualquier sistema que identifique los problemas se considera beneficioso y cualquier sistema que los enmascare, perjudicial.

### ***Filosofía JAT.***

La filosofía del sistema “Justo a Tiempo” tiene siete elementos:

1. La filosofía JAT en sí misma.
2. Calidad en la fuente.
3. Carga fabril o costos indirectos de fabricación uniformes.
4. Las operaciones coincidentes (celdas de maquinaria o tecnología de grupo).
5. Tiempo mínimo de alistamiento de máquinas.
6. Sistema de control conocido como sistema de halar o kaban.
7. Compras JAT.

Seis de ellos son a nivel interno de la empresa y el último a nivel externo, el tercer, cuarto y quinto elemento están relacionados con la ingeniería de producción, el primer elemento considera la eliminación del desperdicio, este como el punto medular de todo el fenómeno JAT.

Los seis elementos restantes son técnicas, modos de eliminar el desperdicio, no todos tienen igual importancia, se considera a la calidad como el segundo elemento de importancia, constituyendo un componente básico del JAT.

Los cinco elementos restantes se clasifican como técnicas de flujo, la manera como el proceso avanza de una operación a la siguiente.

Existe otro elemento que debería estar presente en todos y cada uno de los elementos antes mencionados, la intervención de las personas. Desarrollar una cultura de trabajo en equipo, de involucramiento con las tareas que realiza, de compromiso o lealtad de los colaboradores con los objetivos de la empresa, para que el JAT funcione.

Los proveedores acuerdan, por contrato, entregar las piezas que se ajustan a los niveles de calidad preestablecidos, con lo que se elimina la necesidad de que el comprador inspeccione las piezas que ingresan, y por consiguiente el costo que esto genera. La producción de justo a tiempo no permite inspecciones minuciosas de las partes que arriban, los proveedores deben mantener niveles de calidad altos y consistentes, los trabajadores tendrán la autoridad para detener las operaciones si identifican defectos u otros problemas de producción. Si las entregas llegan pronto, el comprador debe llevar un inventario por separado, pero si llegan tarde, las existencias pueden agotarse y detener la producción programada.

### ***Beneficios o ventajas***

Estos beneficios se derivan de la experiencia de diversas industrias, que han aplicado esta técnica.

- a. Reduce el tiempo de producción.
- b. Aumenta la productividad.
- c. Reduce el costo de calidad.
- d. Reduce inventarios (materiales comprados, obra en proceso, productos terminados).
- e. Reducción de espacios.
- f. Disminuyen las inversiones para mantener el inventario.
- g. Reduce las pérdidas de material.
- h. Menor espacio de almacenamiento.
- i. No existen procesos aleatorios ni desordenados.

### ***Implantación.***

El proceso de implantación se lo puede dividir en cinco fases:

#### *Primera fase: ¿Cómo poner el sistema en marcha?*

Se establece el lineamiento básico, del cual partirá la aplicación del sistema, es necesario un cambio radical en la actitud de la empresa, se recomienda seguir los siguientes pasos:

- Comprensión básica del sistema.
- Análisis de costo/beneficio.

- Compromiso.
- Decisión si/no para poner en práctica el JAT.
- Selección del equipo de proyecto para el JAT.

*Segunda fase: Mentalización, clave del éxito*

Implica la educación del personal. Se le ha llamado clave del éxito, porque si la empresa escatima recursos en esta fase, la aplicación resultante tendrá dificultades.

Un programa de educación debe conseguir dos objetivos:

- Proporcionar una comprensión de la filosofía del JAT y su aplicación en la industria.
- El programa debe estructurarse de tal forma que los empleados empiecen a aplicar la filosofía JAT en su propio trabajo.

Con la aplicación del JAT, todos los gastos implicados son principalmente gastos de formación. El personal de la empresa debe ser consciente de la filosofía que subyace el JAT y de su influencia en su propia función.

*Tercera fase: Mejorar los procesos*

Se refiere a cambios físicos del proceso de fabricación que mejorarán el flujo de trabajo. El objetivo de las dos primeras fases es ofrecer el entorno adecuado para una puesta en práctica satisfactoria del JAT.

Los cambios de proceso tienen tres formas principales:

- Reducir el tiempo de preparación de las máquinas.
- Mantenimiento preventivo.
- Buscar nuevos o mejorar los procesos.

Para mejorar los procesos en la industria de la construcción de viviendas, es necesario analizarlos rubro por rubro, mejorando o cambiando la forma tradicional de desarrollar las actividades. Es necesario analizar las posibles ventajas de cada opción, identificando aquella que genere mejores resultados. Un impedimento es que existe una manera “tradicional” de realizar los rubros, y demasiada rotación del personal, la mejor

metodología para determinado rubro deberá ser enseñada cada vez que se cambie de cuadrilla, consiguiendo en un principio rendimientos menores a los esperados.

El tiempo de preparación es el que se tarda en poner a funcionar la máquina, los tiempos de preparación largos disminuyen el rendimiento (de la maquina y del personal) asociado a la elaboración del rubro. Para evitar que esto suceda, deberemos tener un programa de mantenimiento preventivo, garantizando confiabilidad del funcionamiento del equipo. Esto se logra delegando a los operarios la responsabilidad del mantenimiento rutinario y siguiendo las recomendaciones del fabricante. Tener un registro histórico de las maquinas, con el número de horas, kilometraje, o cualquier indicador que nos permita identificar el momento en el cual debemos realizar un mantenimiento preventivo, para que la producción no se vea afectada por situaciones evitables.

Es difícil ser propietario de todas las máquinas que el proyecto demanda, la práctica común es rentarlas, esto trae inconvenientes, con frecuencia estas máquinas ya han sobrepasado su vida útil, su rendimiento se ve disminuido o nulo, llegan a la obra y no funcionan. Se debe tener un proveedor de maquinaria confiable, que ofrezca calidad, puntualidad y rendimiento constante de las máquinas.

#### *Cuarta fase: Mejoras en el control*

La forma en que se controle el sistema de fabricación determinará los resultados globales de la aplicación del JAT. La búsqueda de la simplicidad proporciona la base del esfuerzo por mejorar el mecanismo de control de fabricación:

- Control local en vez de centralizado.
- Control estadístico del proceso.

#### *Quinta fase: Relación cliente-proveedor*

Para poder continuar el proceso de mejora se debe integrar a los proveedores externos y a los clientes externos.

Se debe empezar en paralelo con parte de la fase 2 y con las fases 3 y 4, se necesita tiempo para discutir los requisitos del JAT con los proveedores y los clientes, los cambios que hay que realizar requieren tiempo.

Con el JAT, el resultado neto es un aumento de la calidad, un suministro a más bajo costo, entrega a tiempo, con mayor seguridad tanto para el proveedor como para el cliente.

### **Aplicaciones del "justo a tiempo", a nivel interno y externo de la empresa.**

Las aplicaciones del JAT, se explica como sigue:

#### *Producción o procesos de producción.*

- Trazar un esquema en U, los materiales se colocan en un costado de la U, y los productos terminados en el otro costado, reduciendo el movimiento del material.
- Usar órdenes de compra generales, que autoricen a un proveedor suministrar cierta cantidad de material durante un período de tiempo, evitando las órdenes individuales, ahorrando tiempo y esfuerzo.

#### *Niveles de inventario reducidos*

- Utilizar un sistema para hacer que los materiales fluyan de acuerdo con los requerimientos de producción (sistema de afluencia antes de un sistema de almacenado).

#### *Mejoramiento del control de calidad*

- Insistir en los detalles de calidad de los proveedores, adoptar un sistema de control de calidad total, comenzando con la calidad de los artículos suministrados por el proveedor.

#### *Utilización del personal*

- Promover la capacitación cruzada del personal para trabajar en diferentes áreas de producción. Los empleados familiarizados con el proceso contribuyen al mejoramiento continuo; pues poseen más sentido de propiedad con respecto al producto o servicio.

#### *Minimización de los costes:*

- Reducir el inventario.
- Reducir el desperdicio de material y el desaprovechamiento de la mano de obra debido a los defectos.

- Reducir los costes mediante el mejoramiento del mantenimiento preventivo.  
Simplificar los procesos administrativos para reducir el trabajo por empleado.

### ***Limitaciones de Aplicación en la Construcción.***

En el caso de la construcción existen limitaciones, JAT tiene mejores resultados para sistemas de producción con línea de productos relativamente pequeña, producida repetitivamente.

La filosofía JAT, menciona la importancia del recurso humano, de involucramiento en las actividades que realiza, de compromiso o lealtad de los colaboradores con los objetivos de la empresa, todo esto en la industria de la construcción es difícil, los obreros trabajan únicamente por necesidad, sin sentirse involucrados y menos aún parte de la empresa, las remuneraciones económicas siempre tienden a ser las más bajas, no existen incentivos ni siquiera del tipo verbal menos aún económico, y en general las condiciones de trabajo tienden a desanimar al obrero de la construcción.

El sistema JAT, tiene muchos impedimentos para ser instalado en Ecuador, debido al diferente estilo de vida que tenemos con Japón, la vida metódica tradicional japonesa, y la distinta concepción de empresa, dificulta la implementación del proceso. En Japón, la empresa forma parte importante en la vida del trabajador, llegando al extremo de sentirse parte de la misma y estar plenamente comprometido con los problemas, de manera que estos no son solo de la empresa sino suyos también, por tanto intentará resolverlos para beneficio del conjunto antes que para el beneficio propio. Partiendo de este hecho, existe una diferencia radical, que dificulta la implementación del proceso, para nuestros trabajadores la empresa es únicamente el lugar de trabajo, más aún, en la industria de la construcción, donde no existe seguridad para el obrero de que el día de mañana tendrá o no trabajo, con frecuencia, una vez terminado el proyecto las relaciones laborales también concluyen.

Pero debemos partir de la base de que el J.A.T. no es solamente un método productivo, sino una filosofía, y que, por lo tanto no se debe implantar, sino que se debe enseñar y del que se deben mostrar sus virtudes y sus inconvenientes, de tal modo que el trabajador aprenda esta filosofía por iniciativa propia, y no por imposición.

### 3.3. Stock de seguridad (Ss).

En la construcción de viviendas, existen factores que hacen que existan fluctuaciones inesperadas en la demanda, entre estas podemos mencionar: modificaciones en el diseño original, errores en las cuantificaciones, uso excesivo de los materiales, desperdicio, robo, errores en la planificación y todas las particularidades de la industria de la construcción. Para afrontar estos problemas es necesario tener en un inventario adicional a lo determinado por el lote económico, que permita afrontar estas fluctuaciones en la demanda, este inventario adicional es llamado Stock de Seguridad (Ss).

El cálculo de los stocks de seguridad, dependerá de los datos de la demanda a lo largo del período de análisis, del desempeño del proveedor y del nivel de servicio que estemos dispuestos a ofrecer.

El nivel de servicio es un parámetro estadístico, está expresado como porcentaje de veces que no queremos fallar en el servicio, es el porcentaje de servicios sin rupturas de stocks. Por ejemplo si hablamos de un nivel de servicio del 90%, afirmamos que con un 90% de seguridad, no va a existir costos por faltantes. Mientras mayor sea el nivel de servicio, mayor es la seguridad que tendremos de no quedarnos sin materiales, pero a su vez mayor será el tamaño del inventario.

La siguiente tabla permite encontrar el coeficiente de seguridad según el nivel de servicio,

<b>COEFICIENTES PARA EL CÁLCULO DEL STOCK DE SEGURIDAD</b>			
<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Coeficiente multiplicador (u)</b>	<b>Nivel de Servicio</b>	<b>Coeficiente multiplicador (u)</b>
85	1.04	98	2.05
90	1.28	98.61	2.2
93.32	1.5	99	2.33
94	1.56	99.5	2.57
94.52	1.6	99.6	2.65
95	1.65	99.7	2.75
96	1.75	99.8	2.88
97	1.88	99.9	3.09
97.72	2	99.99	4
<b>Tabla 3.3.a</b>			
<b>Fuente: Planificación de Stocks y Aprovisionamiento</b>			

Si tenemos la percepción estadística de las desviaciones bajo la forma de la desviación estándar de la demanda, el stock de seguridad será el número de desviaciones estándar de reserva que nos interese mantener, ese número de desviaciones estándar de reserva nos definirá el nivel de servicio que estamos ofreciendo.

La expresión que nos permite calcular el Stock de seguridad (Ss) es la siguiente:

$$Ss = u * \sqrt{Dm^2 \times \sigma_{PR}^2 + P_{RM} \times \sigma_{Dm}^2}$$

de donde:

Ss: Stock de seguridad.

u: Coeficiente de multiplicador (Ver tabla 3.3.a).

Dm: Demanda media.

$\sigma_{PR}$ : Desviación estándar del plazo de reaprovisionamiento.

$P_{RM}$ : Periodo de reaprovisionamiento medio.

$\sigma_{Dm}$ : Desviación estándar de la demanda media.

Para el cálculo de la desviación estándar se utilizarán las siguientes ecuaciones de acuerdo a los casos que se tenga:

1. Para datos sin agrupar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - xmed)^2}$$

2. Para datos agrupados

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (xi^2 \times fi) - \frac{[\sum_{i=1}^N (xi \times fi)]^2}{N}}{N}}$$

### 3.4. El punto de pedidos (Pp).

Los aprovisionamientos no son instantáneos, tiene que transcurrir cierto tiempo desde el momento que se lanza el pedido hasta que el mismo llegue a la bodega (plazo de reaprovisionamiento), se deberá determinar el instante en el cual es conveniente realizar el pedido, impidiendo que exista un déficit de materiales desde que se lanza la orden hasta que estos lleguen a bodega, a este nivel se lo conoce con el nombre de punto de pedidos. Este nivel va a depender mayormente del proveedor y con poca frecuencia del responsable de realizar los pedidos, a no ser que, para lanzar un pedido sea necesario seguir una metodología que requiera un tiempo considerable.

“La determinación del punto de pedidos es importante ya que, de su cálculo correcto depende la buena marcha de la gestión de los stocks. Si este punto se calcula por exceso, la empresa puede incurrir en unos costes innecesarios de inmovilización de existencias: y si se calcula por defecto, dará lugar a costes de ruptura”<sup>8</sup>.

Matemáticamente el punto de pedidos es igual a la demanda media multiplicada por el período de reaprovisionamiento todo esto sumado al stock de seguridad, la ecuación es la siguiente

$$Pp = (Dm \times P_{RM}) + Ss$$

---

<sup>8</sup> Francisca Parra Guerrero. Gestión de Stocks. España, Editorial ESIC, 2005. Página: 126.

de donde:

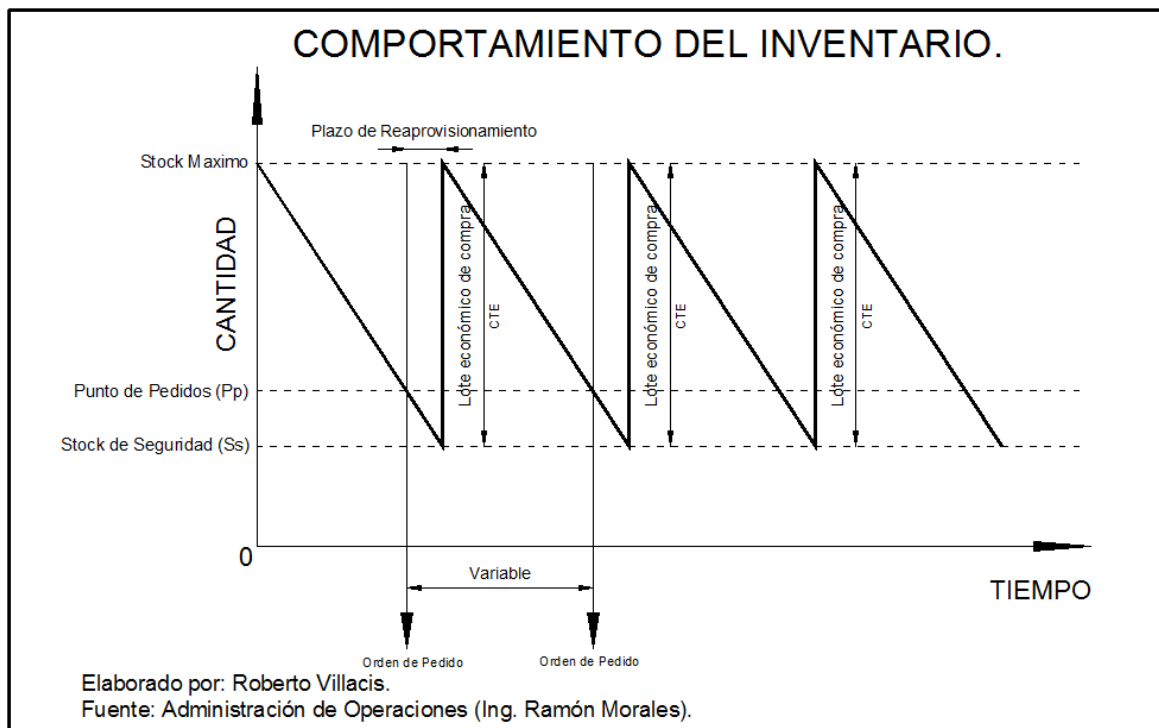
$P_p$ : Punto de pedidos.

$D_m$ : Demanda media.

$P_{RM}$ : Período de reaprovisionamiento medio (depende del desempeño del proveedor)

$S_s$ : Stock de seguridad.

La figura muestra el comportamiento del inventario usando modelo de cantidad fija de reorden, podemos distinguir los conceptos mencionados en el presente capítulo, el punto de pedidos es el instante en el cual debemos lanzar el pedido, para que exista tiempo suficiente hasta que llegue el embarque al lugar que se requiere sin que se generen déficits, o se utilice el stock de seguridad ( $S_s$ ). Adicionalmente, se observa que la magnitud de la cantidad que se ordena es constante, cuando el nivel de cierto material decrece hasta alcanzar el punto de pedidos, en ese momento se lanza la orden por la cantidad correspondiente al lote económico de compras.



### 3.5. Ejemplo (EOQ, Ss, Pp, EOQ con descuentos).

A través del cronograma valorado se ha establecido la siguiente demanda o requerimientos en el proyecto, por otro lado del historial del proveedor se obtuvo el registro del tiempo de entrega.

DATOS DE DEMANDA DEL PROYECTO			
Día	D (u)	Día	D (u)
1	350	16	390
2	340	17	360
3	336	18	340
4	341	19	300
5	339	20	320
6	374	21	321
7	345	22	311
8	364	23	290
9	323	24	360
10	362	25	370
11	362	26	365
12	338	27	383
13	370	28	390
14	380	29	298
15	325	30	330
<b>TOTAL</b>			10377
Elaborado por: Roberto Villacis. Tabla: 3.5.a			

DATOS DEL PROVEEDOR	
Tiempo de entrega (días)	Frecuencia
1	2
2	4
3	5
4	6
5	6
6	3
7	2
8	2
9	1

Se requiere en el proyecto 10377 bloques e=15cm (incluye desperdicio). Cada bloque tiene un precio unitario de 0.39US\$/u, siendo el costo anual por almacenamiento igual al 20% del valor total, el costo de cada pedido es de 41.00 US\$.

Se desea determinar:

- a. El lote económico de compra (EOQ) ( $x^*$ ).
- b. El stock de seguridad (Ss).
- c. El punto de pedido (Pp).
- d. El Costo asociado a los Inventarios (CT).
- e. Si el proveedor ofrece un precio unitario de 0.385 US\$/u a partir de pedidos que igualen o superen las 9000 unidades. ¿Qué cantidad nos interesa comprar cada vez?

*Datos:*

Demanda (D): 10377 unidades.

Precio Unitario (PU): 0.39 US\$/u.

Costo almacenamiento (Ca): 20% del valor total.

Costo de lanzamiento de pedido (Cp): 41US\$/pedido.

*Solución:*

a. *El lote económico de compra*

Aplicaremos la ecuación obtenida anteriormente (ver 3.2.1.1), reemplazando valores obtenemos lo siguiente:

$$x^* = \sqrt{\frac{2 * D * Cp}{PU * Ca}} = \sqrt{\frac{2 \times 10377 \times 41}{0.39 \times 0.20}} = 3303 \text{ u/pedido}$$

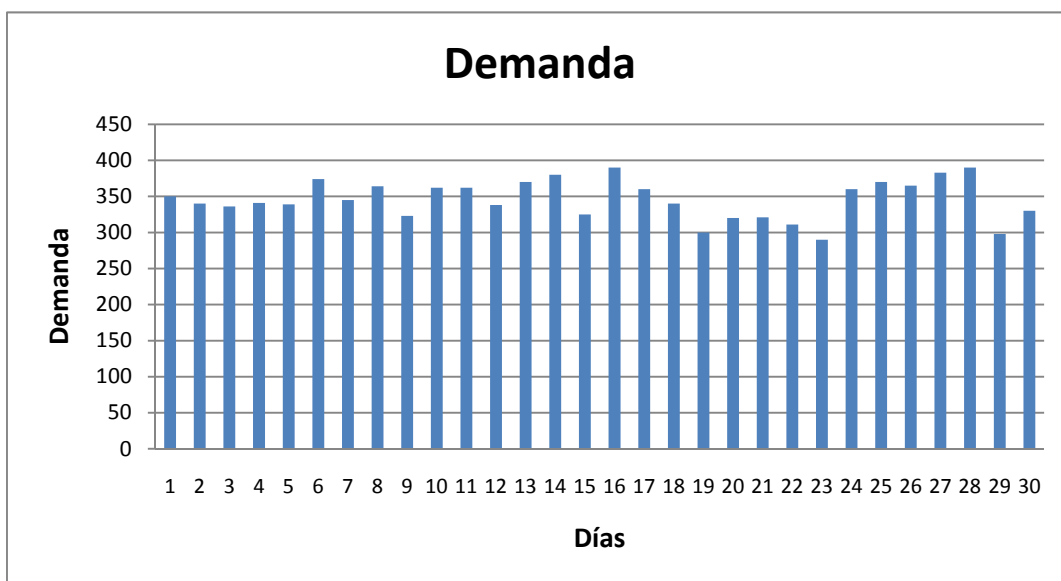
El lote económico de compra ( $x^*$ ) (EOQ) es de 3303 unidades, al realizar los pedidos por este número, la relación de costos de inventario será mínima, generando el mayor beneficio para el proyecto.

b. El Stock de Seguridad ( $S_s$ ).

- Cálculo de la desviación estándar para la demanda media. ( $\sigma_{Dm}$ ).

DETERMINACIÓN DE LA DESVIACIÓN ESTÁNDAR PARA LA DEMANDA							
Día	Demanda (u)	(Xi-Xmed)	(Xi-Xmed) <sup>2</sup>	Día	Demanda (u)	(Xi-Xmed)	(Xi-Xmed) <sup>2</sup>
1	350	4.1	16.81	16	390	44.1	1944.81
2	340	-5.9	34.81	17	360	14.1	198.81
3	336	-9.9	98.01	18	340	-5.9	34.81
4	341	-4.9	24.01	19	300	-45.9	2106.81
5	339	-6.9	47.61	20	320	-25.9	670.81
6	374	28.1	789.61	21	321	-24.9	620.01
7	345	-0.9	0.81	22	311	-34.9	1218.01
8	364	18.1	327.61	23	290	-55.9	3124.81
9	323	-22.9	524.41	24	360	14.1	198.81
10	362	16.1	259.21	25	370	24.1	580.81
11	362	16.1	259.21	26	365	19.1	364.81
12	338	-7.9	62.41	27	383	37.1	1376.41
13	370	24.1	580.81	28	390	44.1	1944.81
14	380	34.1	1162.81	29	298	-47.9	2294.41
15	325	-20.9	436.81	30	330	-15.9	252.81
<b>TOTAL</b>					<b>10377</b>	<b><math>\Sigma(xi-xmed)^2</math></b>	<b>21556.7</b>

Elaborado por: Roberto Villacis      Tabla: Tabla:3.5.b



Elaborado por: Roberto Villacis

El promedio del consumo se lo obtiene dividiendo la demanda para el período de tiempo, en este caso 30 días.

$$x_{med} = Dm = \frac{10377}{30} = 345.9 \text{ u.}$$

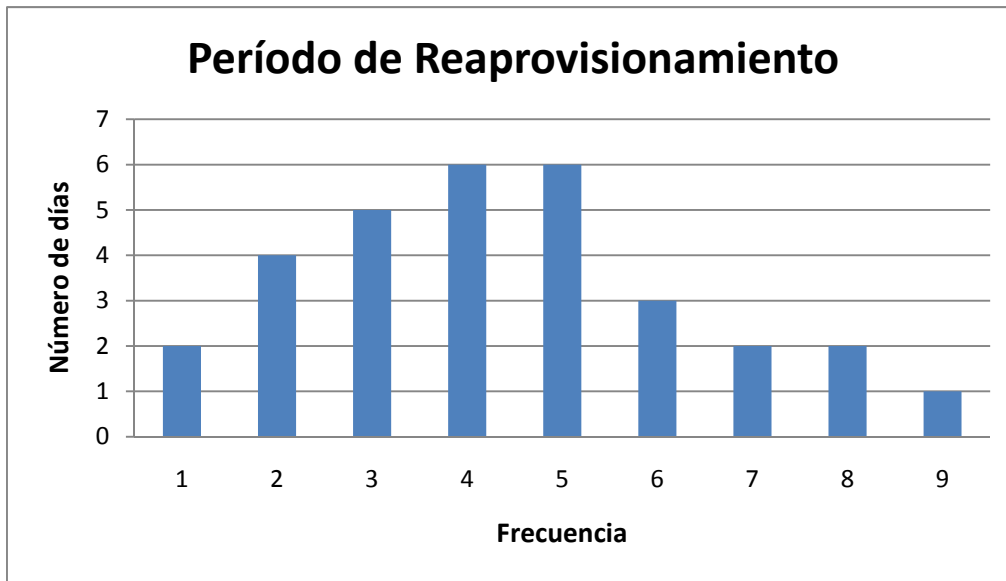
Reemplazamos los valores del promedio de la demanda (Dm) y los obtenidos en base a la tabla 3.5.b, en la siguiente ecuación (datos no agrupados) para obtener la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - x_{med})^2} = \sqrt{\frac{1}{30-1} \times 21556.7}$$

$$\sigma_{Dm} = 27.26 \text{ unidades.}$$

- *Cálculo de la desviación estándar para el período de aprovisionamiento ( $\sigma_{PR}$ )*

Tiempo de entrega (días) (xi)	Frecuencia (fi)	Xi*fi	xi <sup>2</sup> *fi
1	2	2	2
2	4	8	16
3	5	15	45
4	6	24	96
5	6	30	150
6	3	18	108
7	2	14	98
8	2	16	128
9	1	9	81
<b>Σ</b>	<b>31</b>	<b>136</b>	<b>724</b>
Elaborado por: Roberto Villacis			
Tabla:3.5.c			



Elaborado por: Roberto Villacis

El promedio del tiempo que tarda el proveedor en entregar la orden desde que se emite la misma hasta que el pedido llega a bodega (plazo de reaprovisionamiento) se lo obtiene con la siguiente ecuación (datos agrupados).

$$x_{med} = Prm = \frac{\sum_{i=1}^N (xi \times fi)}{N} = \frac{136}{31}$$

$$Prm = 4.39 \text{ días.}$$

Reemplazamos los valores del promedio del reaprovisionamiento (Prm) y los obtenidos en base a la tabla 3.5.c, en la siguiente ecuación (datos agrupados) para obtener la desviación estándar.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (xi^2 \times fi) - \frac{[\sum_{i=1}^N (xi \times fi)]^2}{N}}{N}} = \sqrt{\frac{724 - \frac{136^2}{31}}{31}}$$

$$\sigma_{PR} = 2.03 \text{ días.}$$

- *Cálculo del Stock de Seguridad (Ss)*

Obtenidos los valores de las desviaciones estándar tanto para la demanda como para el periodo de aprovisionamiento, los reemplazamos en la fórmula del Stock de Seguridad (Ss).

$$Ss = u * \sqrt{Dm^2 \times \sigma_{PR}^2 + P_{RM} \times \sigma_{Dm}^2}$$

U = 1.28 (Nivel de Seguridad 90%) (Ver tabla 3.3.a)

Dm = 345.9 u

$\sigma_{PR} = 2.03$

$P_{RM} = 4.39$  días

$\sigma_{Dm} = 27.26$

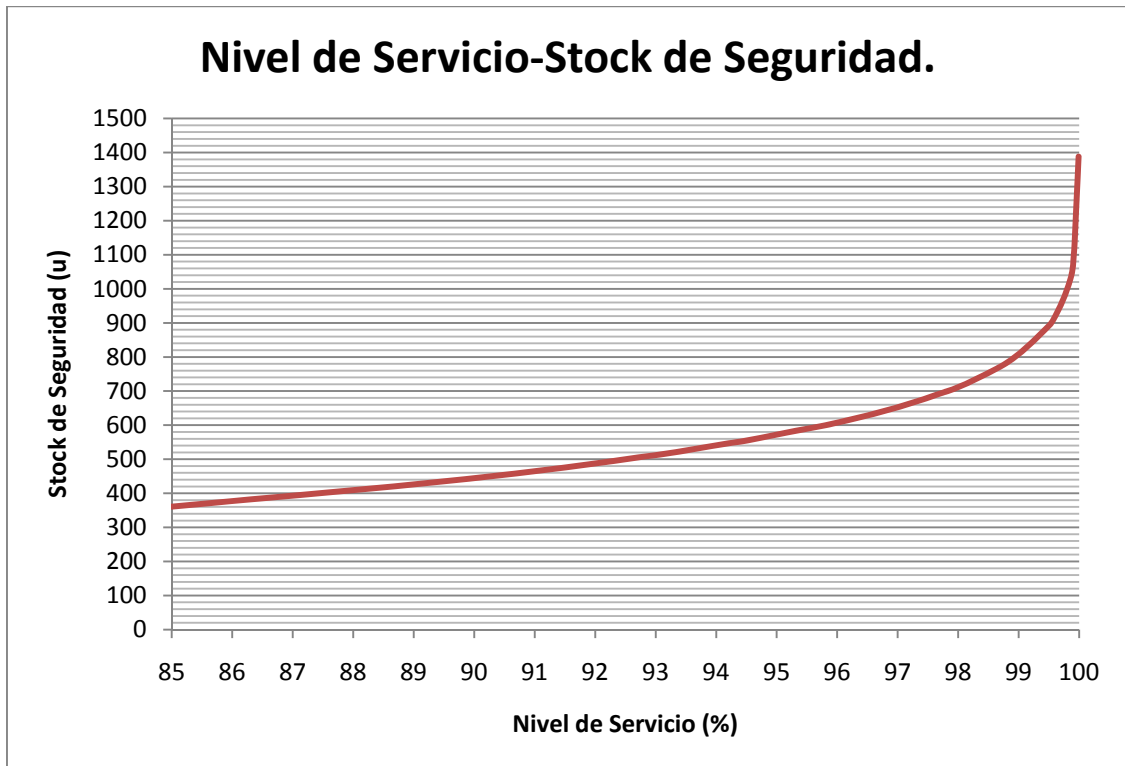
$$Ss = 1.28 * \sqrt{345.9^2 \times 2.03^2 + 4.39 \times 27.26^2}$$

*Ss = 444 unidades*

Para la toma de decisiones se tabula el stock de seguridad (Ss) en función del nivel de servicio.

NIVEL DE SERVICIO-STOCK DE SEGURIDAD						
Nivel de Servicio	Coficiente (u)	Ss (Unidades)		Nivel de Servicio	Coficiente (u)	Ss (Unidades)
85	1.04	361		98	2.05	711
90	1.28	444		98.61	2.2	763
93.32	1.5	520		99	2.33	808
94	1.56	541		99.5	2.57	892
94.52	1.6	555		99.6	2.65	920
95	1.65	573		99.7	2.75	954
96	1.75	607		99.8	2.88	999
97	1.88	652		99.9	3.09	1072
97.72	2	694		99.99	4	1388

Elaborado por: Roberto Villacis      Tabla: Tabla: 3.5.d



Elaborado por: Roberto Villacis.

Del gráfico podemos obtener el stock de seguridad en función del nivel de servicio que quisiéramos ofrecer, a medida que aumentamos el nivel de servicio aumenta también el Stock de Seguridad.

*c. El punto de Pedido (Pp)*

Usaremos la siguiente ecuación (ver 3.4):

$$Pp = (Dm \times P_{RM}) + Ss$$

$Dm = 345.9 \text{ u /día}$

$P_{RM} = 4.39 \text{ días.}$

$Ss: 444 \text{ u (Nivel de servicio 90%)}$

Reemplazando los valores obtenemos la siguiente respuesta:

$$Pp = (345.9 \times 4.39) + 444 = 1963 \text{ u}$$

Cada vez que el nivel de inventario descienda a 1963 unidades deberemos lanzar la orden de pedidos, teóricamente, para cuando llegue el pedido a la bodega, el nivel de existencias estará justo en el valor del stock de seguridad (Ss), asegurando un constante flujo de materiales, dejando el stock de seguridad para fluctuaciones inesperadas de la demanda. El valor obtenido es alto, porque el desempeño del proveedor no es bueno, este tarda en promedio 4.39 días en abastecer de los insumos, lo que obliga a tener un inventario extra para suplir la demanda en ese período de tiempo.

*d. Costo asociado a los inventarios (CT) (Caso lote económico de compra).*

Calcularemos el valor económico que le representa a la organización el hecho de disponer del inventario bajo las condiciones de lote económico de compra. El nivel que almacenaremos será igual al lote económico sumado el Stock de Seguridad (Ss), el cálculo se detalla a continuación:

$$D = 10377 \text{ u}$$

$$Cp = 41 \text{ US\$/pedido}$$

$$x = x^* = 3303 \text{ u}$$

$$PU = 0.39 \text{ US\$/u}$$

$$Ca = 20\%$$

$$Ss = 444 \text{ u (Nivel de servicio 90\%)}$$

$$CT = \frac{D * Cp}{x} + \frac{x * PU * Ca}{2} = \frac{10377 \times 41}{3303} + \frac{(3303 + 444) \times 0.39 \times 0.20}{2}$$

$$CT = 274.94 \text{ US\$}.$$

El costo total relacionados a los inventarios (Costo lanzamiento de pedido + Costo almacenamiento y mantención) para el lote económico de compra es de 274.94 US\$. Este

valor es el mínimo posible que tiene que afrontar la organización si desea disponer de un inventario.

El costo total real (CTr) por los bloques será igual a:

$$\text{Costo total real (CTr)} = CT + Cadq$$

$$\text{Costo total real (CTr)} = 274.94 + 0.39 \times 10377$$

$$\text{Costo total real (CTr)} = 4321.97 \text{ US\$}$$

El valor de 4321.97 US\$ corresponde al valor de la mercancía y el costo total de inventario de la misma, el costo económico de los materiales no es esta determinado solamente por el proveedor, este aumenta de acuerdo a las características del inventario de la empresa.

e. Si el proveedor ofrece un precio unitario de 0.385 US\$/u a partir de pedidos que igualen o superen las 9000 unidades. ¿Qué cantidad nos interesa comprar cada vez?

Determinaremos los costos totales reales (CTr) relacionados al inventario bajo los términos que propone el proveedor, luego los compararemos con los obtenidos bajo condiciones de lote económico de compra. Verificaremos si el descuento que ofrece el proveedor, supera o no la ventaja económica que obtenemos al trabajar con el lote económico de compra (EOQ).

*Datos para condiciones con descuento:*

$$D = 10377 \text{ u}$$

$$C_p = 41 \text{ US\$/pedido}$$

$$x_1 = 9000 \text{ u (Propuesta del proveedor)}$$

$$PU = 0.385 \text{ US\$/u (Incluye descuento)}$$

$$Ca = 20\%$$

$$\text{Costo total} = CT = \frac{D * C_p}{x} + \frac{x * PU * Ca}{2} = \frac{10377 \times 41}{9000} + \frac{9000 \times 0.385 \times 0.20}{2}$$

$$CT = 393.77 \text{ US\$}.$$

El costo total del inventario para las condiciones propuestas por el vendedor es de 393.77 US\$, al sumar el valor de la mercancía considerando el precio unitario con descuento, determinaremos el costo total real (CTr).

$$\text{Costo total real (CTr)} = CT + Cadq$$

$$\text{Costo total real (CTr)} = 393.77 + 0.385 \times 10377$$

$$\text{Costo total real (CTr)} = 4388.92 \text{ US\$}$$

Con el descuento propuesto por el vendedor pagaremos por el inventario (incluyendo valor de la mercancía) 4388.92 US\$, mientras que en condiciones de lote económico de compra pagaríamos 4321.97 US\$. Realizar la compra bajo las condiciones que nos propone el proveedor no nos resulta conveniente, el descuento que nos ofrece no es justificable, comparando los costos totales reales del inventario.

Se recomendaría renegociar la oferta del proveedor de manera que los costos totales reales de inventarios que se obtengan sean menores que los del lote económico de compra, o si no es posible esta renegociación optar por la opción de comprar la cantidad (EOQ).

### **3.6. Almacenamiento de los materiales.**

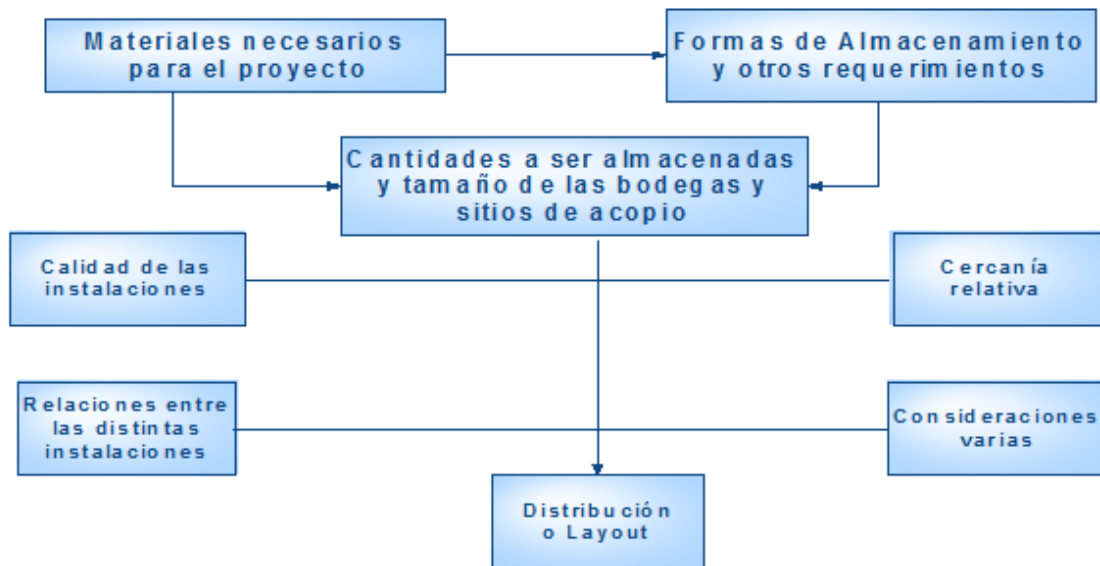
La diversidad de materiales necesarios para el desarrollo de un proyecto de construcción de viviendas, obliga a tener cuidado en el almacenamiento de los mismos, para evitar daños, pérdidas, y robos. Según Alfredo Serpell, “Es bastante normal que en una obra, debido a las causas mencionadas, se produzcan pérdidas de materiales que alcanzan de un 10 a 20% del total de materiales adquiridos”<sup>9</sup>

Se plantea el manejo de ciertos elementos que exigen especial cuidado en su manipulación y almacenamiento, como es el caso del cemento, los aditivos, el acero, sustancias químicas en general, etc. Para obtener una respuesta óptima de los mismos, se los debe almacenar y manipular técnicamente respetando sus particularidades.

---

<sup>9</sup> Alfredo Serpell. Administración de Operaciones de Construcción. Alfaomega. México. 2002

Para la disminución de las pérdidas es necesario tener una correcta distribución en obra, adecuado almacenamiento, y protección de los materiales. El diseño y planificación de esta distribución incluye las actividades del siguiente esquema.



Fuente: Administración de Operaciones de Construcción (Alfredo Serpell B.)

#### a. Materiales necesarios para el proyecto.

Las características de cada material determinarán los requerimientos del almacenamiento, materiales diferentes necesitarán bodegas e instalaciones diferentes. El primer antecedente que se debe conocer en el proceso de la distribución y almacenamiento de los materiales son los tipos de materiales.

En un proyecto de construcción de viviendas existe diversidad de materiales, se los debe agrupar de forma que se tengan insumos afines, con necesidades de almacenamiento similares. Esta agrupación dependerá de factores como: perecibilidad, capacidad de estar al exterior, costo, toxicidad, fragilidad, etc.

#### b. Formas de almacenamiento y otros requerimientos.

El almacenamiento de materiales consiste en varias operaciones, las mismas que deben ser cumplidas eficientemente, entre las que se incluyen:

1. Envío de los materiales a la obra.

2. Descarga en la obra: dar las condiciones necesarias para que esta operación se realice con eficiencia, disponer del suficiente espacio físico, que la ruta del sitio de entrega del material hacia el lugar del almacenamiento sea fácilmente transitable.
3. Ordenamiento.
4. Proveer protecciones anti-deterioro y pérdidas.
5. Despacho de los materiales a los obreros: deberá ser rápido y eficiente, los trabajadores no tendrán que esperar demasiado hasta obtener los insumos necesarios para el desarrollo del rubro.
6. Cargar para envío a las áreas de construcción.
7. Movimiento de bienes y material en general.

Las áreas de almacenamiento que encontramos en la industria de la construcción son los siguientes:

1. *Áreas de almacenamiento temporal*: son sitios donde los materiales e insumos se almacenan por corto tiempo, ubicados cerca del área de trabajo, minimizando las distancias de acarreo y el tiempo necesario para el mismo. Generalmente son materiales de utilización inmediata. Por ejemplo, para el desarrollo del rubro de mampostería en un proyecto de viviendas, se distribuyen los bloques en zonas, en lugar de almacenarlos todos en el centro de acopio.
2. *Áreas de acopio de materiales*: son espacios físicos destinados para el almacenamiento externo (fuera de techo) de materiales de grandes dimensiones y materiales en masa, que no son “mayormente” afectados por las condiciones ambientales. Se deben tener en cuenta los siguientes factores:
  - a. Restricciones en el espacio físico disponible.
  - b. Los límites existentes de la obra.
  - c. La disponibilidad de los materiales.
  - d. El Tamaño del contrato o proyecto.
  - e. Las curvas de nivel.

3. En el caso de bodegas.- se pueden producir dos posibilidades:

- a. Bodegas para dar un servicio a las requerimientos del programa de construcción
- b. Bodegas que se deben proveer ciertas condiciones ambientales a ciertos tipos de materiales.

Además de estas formas de almacenamiento, existen otras instalaciones que también cumplen esta tarea en forma parcial, como son los de talleres de fabricación de materiales como: taller de cerrajería, de prefabricados, de elementos en madera, etc.

### **c. Cantidad a almacenar y tamaño de la instalación**

Determinados los materiales según su tipo y las formas de almacenamiento a usar, el siguiente paso es determinar la cantidad de materiales que deberá almacenarse, con lo cual se obtendrá el tamaño requerido para las instalaciones.

El volumen de los materiales se obtiene de la cuantificación numérica a través de los planos y especificaciones. No todos los materiales se requieren en la obra al mismo tiempo y, por lo tanto, las cantidades estimadas deben obtenerse con relación al cronograma de la obra. Usando los conceptos de la teoría de control de inventarios y la técnica de clasificación ABC, es posible calcular las cantidades necesarias en el inventario, ejecutando los trabajos libres de tropiezos optimizando el espacio físico.

El tamaño de las instalaciones destinadas al almacenamiento, manipulación y distribución de los materiales, será igual a la suma del área destinada para almacenamiento y el área adicional requerida para el manejo de los materiales, de manera que se puede expresar de la siguiente manera:

$$At = Au + Aa$$

de donde:

At: área total necesaria para el almacenamiento.

Au: área real para almacenamiento.

Am: área adicional para acceso, manipulación y otras actividades necesarias asociadas con los materiales.

El área real para almacenamiento tiene relación directa con los siguientes factores:

1. El tamaño y tipo de proyecto.
2. El programa de construcción.
3. El stock de seguridad (Ss) requerido para garantizar la continuidad del proyecto.
4. La disponibilidad de materiales en el mercado.
5. Programas de adquisiciones y despacho de materiales.
6. Condiciones ambientales.
7. El tamaño de los materiales almacenados.

El área adicional tiene relación con los siguientes factores:

1. Tamaño y tipo de proyecto.
2. Características de los medios de transporte que van a hacer la entrega de los materiales.
3. Necesidades de espacio físico para descargar los materiales.
4. Particularidades de la distribución interna de los insumos.

Analizando y evaluando estos factores se puede llegar a determinar el tamaño de la instalación.

#### **d. Calidad de las instalaciones:**

La construcción de viviendas tiene características particulares entre ellas es una actividad nómada, por tanto es adecuada la pregunta: ¿Es necesario proveer calidad a las instalaciones destinadas al almacenamiento de los materiales?, cuando estas van a ser derrocadas al término del proyecto, el hecho de proveer calidad involucra costos, que difícilmente querrá enfrentar el responsable financiero del proyecto.

Sin embargo deberemos dar las condiciones mínimas que ayuden a agilizar el proceso de almacenamiento, control, manipulación de materiales, seguridad, protección de los trabajadores, etc. Las condiciones mínimas que ofrecen dichas condiciones son las siguientes:

1. Suficiente espacio físico de acuerdo al volumen de materiales que se va a manejar.

2. Correcta iluminación y ventilación de las instalaciones, que respeten las condiciones de almacenamiento de materiales de tratamiento especial.
3. Elementos de seguridad industrial: extintor, botiquín, elementos de protección para los encargados de la bodega, letreros de identificación, etc.
4. Repisas, elementos de transporte interno, y otros elementos que ayuden la manipulación interna.
5. Computador con software especializado en el manejo y control de inventarios.

**e. Cercanía relativa**

Hace referencia al lugar del almacenamiento con respecto a los frentes de trabajo y a la facilidad para recibir los materiales que llegan a la obra.

Se tratará de ubicar el lugar de almacenamiento de materiales en una posición céntrica, la distribución de los materiales será efectiva y equilibrada. Colocarlo en las cotas más elevadas del proyecto para que los viajes de los obreros hacia la bodega (condición sin carga) los realicen con la pendiente en contra, y los viajes hacia el frente de trabajo (condición con carga) los realicen con pendiente a favor.

**f. Consideraciones varias.**

Algunos factores a considerar al respecto son los siguientes:

1. Planificación: el diseño de las instalaciones y su distribución deben ser flexibles para poder manejar variaciones en el programa de ejecución de obra.
2. Seguridad: importante ante robo.

Todas las consideraciones, proporcionan herramientas válidas para diseñar una distribución eficiente de las instalaciones de almacenamiento destinadas al desarrollo de un proyecto de construcción de viviendas, contribuirán significativamente a la productividad de la obra en particular.

## **CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN DEL PROCESO.**

### **4.1. Introducción.**

La industria de la construcción es el motor de la economía de un país, un proyecto da trabajo a gran cantidad de personas directa e indirectamente, este trabajo es ramificado, abarcando muchos sectores de la sociedad, incluyendo los más vulnerables, encontrando en la construcción su fuente de ingreso o modo de vida.

“Sin embargo, y paradójicamente, la industria de la construcción es, probablemente, uno de los sectores que presenta el menor grado de desarrollo en la mayoría de los países latinoamericanos, con un atraso significativo frente a naciones más desarrolladas”<sup>10</sup>, por tanto, debemos buscar un avance constante, poner en práctica nuevos métodos y procesos, introducir nuevas teorías tanto técnicas como administrativas, todo esto para lograr nuevos y mejores niveles de desempeño.

En el campo de administración y manejo de inventarios se pueden hacer cambios sustanciales, la teoría de inventarios no es aplicada, normalmente se manejan los materiales sin seguir metodologías adecuadas, con poco control de los mismos a pesar de que económicamente representan una gran inversión

El manejo y control tecnificado de inventarios brinda ventajas y minimiza los costos del inventario, generando mayores beneficios para la organización. Disminuye las pérdidas por robo o extravío de materiales, orienta los esfuerzos a donde realmente se los necesita, evita que incurramos en situaciones que generen pérdidas económicas e incluso nuestra reputación se vea afectada por retrasos e incumplimientos muchas veces evitables.

La industria de la construcción tiene características, que explican en parte y de manera general los problemas que se presentan, para enumerar algunos de estos podemos mencionar los siguientes:

---

<sup>10</sup> Alfredo Serpel. Administración de Operaciones de Construcción. Alfaomega. México. 2002. Página 13.

1. Limitada oportunidad de aprendizaje por parte del personal, debido a la constante movilización del mismo. No es justificable “gastar” recursos en la capacitación si no existe permanencia de los obreros.
2. Sensibilidad al clima, la mayoría de las actividades se realizan al aire libre, dependiendo de las condiciones climáticas para el desarrollo de los rubros.
3. Presión de trabajo, siempre se busca realizar las actividades lo más rápido posible manteniendo la calidad, lo que hace que el ambiente de trabajo sea de constante presión, limitando el tiempo para la planificación.
4. Pocos incentivos a los trabajadores, no se ven entusiasmados ni económicamente ni moralmente, cumplen su trabajo por la necesidad económica, no existe compromiso con la empresa ni con el proyecto.
5. Base en la experiencia, existe poco interés en el cambio de metodologías, se escucha decir: “si así lo he hecho toda la vida y me está generando ganancias, no requiero cambiar.
6. Planificación deficiente, la necesidad de “andar sobre la marcha” dificulta la planificación, cambios de última hora en el diseño y situaciones ajenas modifican lo que se tenía planeado.

Los puntos mencionados condicionan la aplicación del proceso, determinando situaciones propias de la industria de la construcción de viviendas. Estos problemas son los puntos en los que podemos trabajar si queremos mayores beneficios, la teoría de la administración brinda metodologías que correctamente aplicadas y con el compromiso del personal de la empresa generan buenos resultados.

Fundación VIDA está interesada en buscar procedimientos que le permitan mejorar las ganancias, por el estrecho margen de utilidades que le genera actualmente la construcción de viviendas “Tipo”. Por esta razón, escogí como proyecto de aplicación, la construcción de 10 viviendas “Tipo”, donde es necesario cuidar al máximo los recursos que disponemos, optimizando el manejo y control de inventarios con el fin de generar beneficios para la organización.

Existen otro tipo de proyectos de viviendas en donde para los propietarios no es justificable la aplicación de la metodología, por el rango de utilidad que tienen. En este

sector existe poco interés al cambio, centran sus esfuerzos a que el producto final tenga características estéticas que sean de agrado para el mercado.

#### **4.2. Descripción general del proyecto.**

El proyecto consiste en la construcción de 10 viviendas “Tipo” (ver anexos 1), con características idénticas, destinadas a los sectores más vulnerables de la sociedad y auspiciadas por el Ministerio de Desarrollo y Vivienda (MIDUVI).

Fundación VIDA (Vivienda, Desarrollo, Ambiente), desempeña distintos trabajos asociados a la industria de la construcción, uno de ellos es la construcción de viviendas “Tipo”. Tiene sus oficinas en la zona de Carcelén industrial, donde también funciona: su centro de acopio o bodega general, la carpintería, y la cerrajería.

#### ***Financiamiento.***

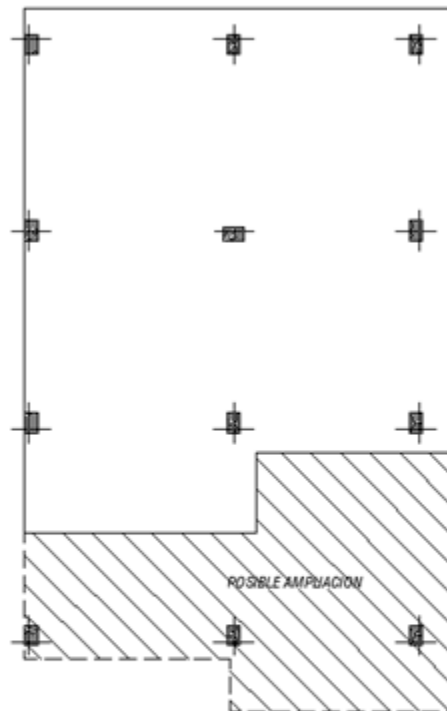
La construcción de la vivienda “Tipo” tiene un costo de: 6561.08 US\$, se realiza con el aporte conjunto del beneficiario y el MIDUVI (Ministerio de Inclusión Desarrollo y Vivienda), de la siguiente manera:

1. El beneficiario deberá aportar el 10% del costo total de la vivienda en una institución financiera acreditada por el MIDUVI. Esta suma de dinero, le permite aplicar para el bono de la vivienda, monto que será retirado únicamente por el contratista (Fundación VIDA).
2. El MIDUVI entregará un bono de vivienda por US\$ 3600 dólares, valor que el beneficiario endosa al contratista para que lo presente al cobro en el MIDUVI.
3. La diferencia aportará la familia antes de comenzar los trabajos.

#### ***Aspectos Técnicos (ver anexos 1).***

1. Área de construcción: 39.20 m<sup>2</sup> en una planta, con posibilidad de ampliación.
2. Tipo de cimentación: plintos aislados (80x80) cm, con cadenas de cimentación de (20x20) cm.
3. Cubierta de Eternit con estructura metálica.
4. Distribución interna:
  - 2 Dormitorios (280x270) (290x270)cm (Dimensiones internas)

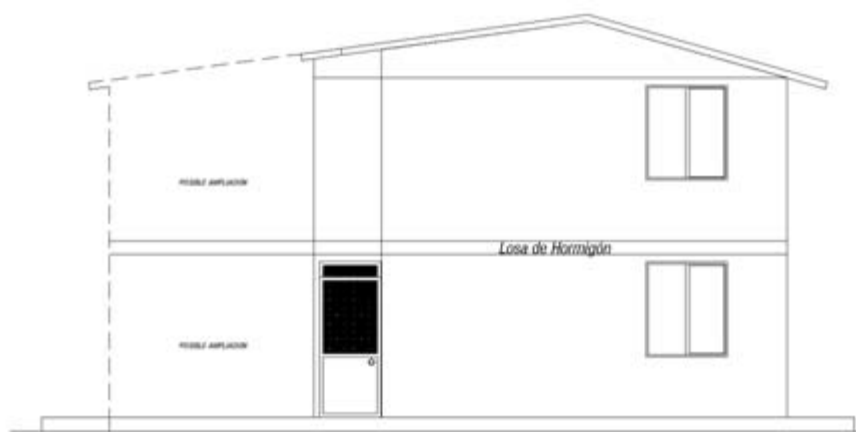
- 1 Baño (185x120) cm (dimensión interna)
  - 1 Cocina, 1 Sala con un área compartida de 17.86 m<sup>2</sup>.
5. Instalaciones Sanitarias.
  6. Instalaciones Eléctricas.
  7. Mampostería: bloque de 15 cm perimetral, y de 10 cm interno
  8. Columnas de (20x30) cm.
  9. Capacidad de ampliación en área extendiendo un pórtico. Para esta operación se deja pasado los aceros correspondientes a la cadena de cimentación, donde se deberá hacer el respectivo traslape.



**AMPLIACION EN AREA  
Sin escala**

**Fuente: Fundación VIDA**

10. Posibilidad de ampliación en altura, eliminando la cubierta de eternit y reemplazándola por losa de hormigón.



**AMPLIACION EN ALTURA.  
Sin escala**

**Fuente: Fundación VIDA**

Las opciones de ampliación fueron concebidas en el cálculo estructural, cumpliendo con los requerimientos en todos los casos.

Toda esta capacidad de ampliación tanto en altura como en área de planta hace que a este tipo de viviendas se las conozca con el nombre de “progresistas”.

### ***Varios.***

1. El tiempo de duración del proyecto es de 25 días, de los cuales 19 son laborables y 6 sábados y domingos.
2. En la unidad de vivienda tipo trabajan 3 peones, 2 albañiles y 1 maestro mayor, el mismo que puede distribuirse en la construcción de tres unidades de vivienda.
3. Se trabaja con un anticipo del 100%, la forma tradicional o habitual que Fundación VIDA adquiere los materiales, es realizando un único pedido por la totalidad de los insumos que se van a utilizar a lo largo del proyecto, esta situación será determinante en el cálculo de los costos totales de inventario en condiciones tradicionales.

LISTADO DE MATERIALES VIVIENDA TIPO Y PROYECTO						
HOJA 1 DE 2						
N	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD VIVIENDA "TIPO"	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL
1	ACEITE QUEMADO	GALON	\$ 0.60	11.63	116.26	\$ 69.76
2	ACERO F`Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	548.88	5,488.76	\$ 5,653.42
3	ADITIVO: PLASTIMET	KG	\$ 1.21	0.43	4.32	\$ 5.23
4	AGUA	M3	\$ 1.05	3.92	39.15	\$ 41.11
5	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	\$ 2.39	31.48	314.84	\$ 752.46
6	ALFAJÍA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	U	\$ 2.51	13.34	133.39	\$ 334.65
7	ALFAJIAS 4*4*240 CM	U	\$ 0.46	16.70	167.00	\$ 76.82
8	ARENA	M3	\$ 8.00	10.23	102.33	\$ 818.65
9	BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	\$ 0.27	337.50	3,375.00	\$ 907.20
10	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	662.50	6,625.00	\$ 1,921.25
11	BOQUILLA COLGANTE DE BAQUELITA	U	\$ 0.52	5.00	50.00	\$ 26.00
12	BREAKER 1 POLO 1/2` 15 - 50 AMP. GE	U	\$ 4.50	3.00	30.00	\$ 135.00
13	Caballete Eurolit (15°x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 7.89	11.00	110.00	\$ 867.90
14	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	M	\$ 0.67	84.00	840.00	\$ 562.41
15	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	M	\$ 0.41	96.00	960.00	\$ 395.24
16	CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	\$ 0.80	5.00	50.00	\$ 40.00
17	CAJA RECTANGULAR BAJA	U	\$ 0.28	11.00	110.00	\$ 30.80
18	CEMENTO	SACO	\$ 7.00	94.46	944.63	\$ 6,612.39
19	CLAVOS	KG	\$ 1.57	6.69	66.86	\$ 104.97
20	CODO PVC 110 MM	U	\$ 2.11	2.35	23.50	\$ 49.59
21	CODO PVC 50 MM	U	\$ 1.05	2.70	27.00	\$ 28.35
22	CODO PVC-P 1/2` ROSCABLE	U	\$ 0.47	12.00	120.00	\$ 56.40
23	ESTACAS DE MADERA	U	\$ 0.20	19.60	196.00	\$ 39.20
24	Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 9.35	35.00	350.00	\$ 3,272.50
25	FREGADERO 8` LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	U	\$ 28.94	1.00	10.00	\$ 289.41
26	INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	U	\$ 62.34	1.00	10.00	\$ 623.39
27	INTERRUPTOR SIMPLE	U	\$ 2.68	5.00	50.00	\$ 134.00
28	LAVAMANOS 4` LINEA JAZZ CROMO	U	\$ 37.33	1.00	10.00	\$ 373.30
29	LLAVE ANGULAR DE ACERO PARA INODORO	U	\$ 4.33	1.00	10.00	\$ 43.34
30	LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	U	\$ 25.39	1.00	10.00	\$ 253.90
31	LLAVE PARA LAVABO CRUZ BRAZIL	U	\$ 7.30	1.00	10.00	\$ 73.00
32	MANGUERA NEGRA 1/2`	ML	\$ 0.13	20.00	200.00	\$ 26.00
33	MANGUERA NEGRA 1`	ML	\$ 0.35	18.00	180.00	\$ 63.00
34	MANGUERA NEGRA 3/4`	ML	\$ 0.22	21.00	210.00	\$ 46.20
35	MASILLA PARA VIDRIO	KG	\$ 0.95	1.83	18.33	\$ 17.41
36	NEPLO FLEX 1/2`	U	\$ 0.25	6.00	60.00	\$ 14.78
37	PERFIL ESTRUCTURAL	KG	\$ 1.15	150.00	1,500.00	\$ 1,725.00
38	PERMATEX	ONZ	\$ 2.06	0.25	2.50	\$ 5.15

LISTADO DE MATERIALES VIVIENDA TIPO Y PROYECTO						
HOJA 2 DE 2						
N	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD VIVIENDA "TIPO"	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL
39	PIEDRA BASÍLICA	U	\$ 0.06	528.30	5,283.00	\$ 316.98
40	PINGOS	M	\$ 0.95	26.85	268.50	\$ 255.08
41	PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	\$ 18.65	0.51	5.06	\$ 94.28
42	PIOLA NYLON	ML	\$ 0.02	156.80	1,568.00	\$ 31.36
43	POLIETILENO	M2	\$ 0.35	33.01	330.12	\$ 115.54
44	POLILIMPIA	4000 CC	\$ 20.48	0.02	0.22	\$ 4.40
45	POLIPEGA	LT	\$ 40.74	0.07	0.72	\$ 29.33
46	PROTECCION VARILLA 3/8''	M2	\$ 16.80	6.11	61.10	\$ 1,026.48
47	PUERTA ALUMINIO NATURAL	M	\$ 51.75	1.00	10.00	\$ 517.50
48	PUERTA HIERRO-MADERA	U	\$ 140.00	2.00	20.00	\$ 2,800.00
49	REJILLA DE ALUMINIO 75 MM	U	\$ 2.89	3.00	30.00	\$ 86.70
50	RIEL DE EUCALIPTO DE PRIMERA	U	\$ 1.95	6.88	68.80	\$ 134.16
51	RIPIO	M3	\$ 8.00	11.41	114.12	\$ 912.96
52	SIFON PVC 4''	U	\$ 2.41	1.00	10.00	\$ 24.10
53	SIFÓN PVC 50 MM	U	\$ 2.13	3.50	35.00	\$ 74.55
54	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	\$ 2.10	39.89	398.94	\$ 837.78
55	TABLERO G.E. 4PTOS	U	\$ 16.48	1.00	10.00	\$ 164.80
56	TAIPE	ROLLO	\$ 0.38	0.70	7.00	\$ 2.66
57	TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	\$ 1.11	2.70	27.00	\$ 29.97
58	TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	\$ 2.87	2.35	23.50	\$ 67.45
59	TEE PVC ROSCABLE 1/2	U	\$ 1.04	6.00	60.00	\$ 62.40
60	TEFLON	U	\$ 0.16	0.90	9.00	\$ 1.44
61	TIRAFONDOS	U	\$ 0.07	200.00	2,000.00	\$ 140.00
62	TOMA DOBLE POLARIZADO BLANCO C/PLACA LEV.	U	\$ 2.02	6.00	60.00	\$ 120.96
63	TUB. PVC ROSCABLE 1/2''	ML	\$ 1.24	24.00	240.00	\$ 297.60
64	TUBERIA DE ABASTO NYLON	U	\$ 0.63	1.00	10.00	\$ 6.30
65	TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	\$ 4.08	6.18	61.80	\$ 252.14
66	TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	\$ 8.89	5.03	50.30	\$ 447.17
67	UNIÓN PVC ROSCABLE 1/2	U	\$ 0.30	1.02	10.20	\$ 3.06
68	VENTANA DE HIERRO	M2	\$ 32.11	6.11	61.10	\$ 1,961.92
69	VIDRIO CLARO 3MM	M2	\$ 6.54	6.72	67.21	\$ 439.55
Elaborado por: Roberto Villacis					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 37,747.80</b>
Fuente: APU				Tabla: 4.2.a		

El proyecto consiste en la construcción de 10 unidades de vivienda con características idénticas, por tanto, los volúmenes de obra para el proyecto serán los obtenidos para una unidad multiplicados por 10.

#### **4.3. Cálculo del Costo de lanzamiento de pedido ( $C_p$ ) para Fundación VIDA.**

Los costos de lanzamiento de pedido, son el resultado de todo el proceso que se realiza para ordenar cualquier cantidad de material (personal, teléfonos, cartas, preparar especificaciones, seguimiento de pedidos, recepción e inspección del material, etc).

Usando registros históricos y siguiendo el flujo del pedido podemos llegar a obtener la siguiente tabla que describe el costo que representa realizar el pedido (para el caso de Fundación VIDA). El período de análisis es el correspondiente a un mes, los sueldos son sin descuentos y el porcentaje de intervención (grado de aportación del elemento en el proceso de lanzamiento de pedido) ha sido consultado con cada uno de los partícipes, ajustándose a la realidad.

Para el cálculo se usa la siguiente ecuación (ver 2.3.2):

$$C_p = \frac{C_{p1} + C_{p2} + C_{p3} + \dots + C_{pn}}{N_p}$$

$$C_p = \frac{287.16}{8} = 35.90 \text{ US\$/pedido}$$

CÁLCULO DEL COSTO DE LANZAMIENTO DE PEDIDOS (Cp).						
Concepto	Desarrollo					
Sueldos y Salarios (Cp1)	Función		% Intervención	Salario	Valor / mes	
	Contador General.		7	429.36	30.0552	
	Ingeniero Residente.		15	655	98.25	
	Secretaria.		3	271.8	8.154	
	Bodegero.		30	280.3	84.09	
	Mensajero		5	232.4	11.62	
	Gerente general		2	920	18.4	
	<b>TOTAL</b>					<b>250.57</b>
Material Informático (Cp2)	Elemento	Valor Total	% Intervención	Vida Util	Valor Residual	Valor / mes
	Computador contabilidad	832.6	5	36	124.89	0.98
	Computador secretaria.	755.6	5	36	113.34	0.89
	Computador ingeniero residente	652.3	8	36	97.845	1.23
	Calculdora	20	5	36	3	0.02
	Copiadora	630	2	60	94.5	0.18
	Fax	220	2	60	33	0.06
	Impresora laser	178.5	5	60	26.775	0.13
	<b>TOTAL</b>					<b>3.50</b>
Telecomunicaciones (Cp3)	Descripción		% Intervención	Valor	Valor / mes	
	Internet (Banda ancha 256kbbs)		5	24.95	1.2475	
	Celulares		5	100	5	
	Telefono Fijo		5	72.95	3.6475	
<b>TOTAL</b>					<b>9.90</b>	
Imprevistos (Cp4=5%[Cp1+Cp2+Cp3])					<b>13.20</b>	
Material de Oficina (Cp5)					<b>10.00</b>	
TOTAL (Cp1+Cp2+Cp3+Cp4+Cp5)					<b>287.16</b>	
NUMERO DE PEDIDOS REALIZADOS (Np):					<b>8.00</b>	
<b>COSTO DE LANZAMIENTO DE PEDIDOS (Cp)</b>					<b>35.90</b>	
Fuente: Fundación VIDA      Elaborado por : Roberto Villacis      Tabla: 4.3.a						

Al realizar un pedido Fundación VIDA incurre en un gasto de 35.90 US\$, si se requirieran hacer más pedidos los porcentajes de intervención de los aspectos analizados aumentarían proporcionalmente también.

#### 4.4. Cálculo de los costos de almacenamiento (Ca) para Fundación VIDA.

Son todos los costos relacionados con el manejo de los insumos desde el momento que llegan a bodega hasta que son puestos en obra para el desarrollo de los rubros, incluyen los costos financieros, los seguros, los deterioros, el pago de personal, vigilancia, servicios básicos, etc.

Encontraremos los costos promedio de almacenamiento de los materiales existentes en la bodega de Fundación VIDA, en el período de tiempo de un año. El objetivo será encontrar que porcentaje del valor total del inventario representa el almacenamiento del mismo, este valor lo utilizaremos para todo el inventario que manejará Fundación VIDA, y en los cálculos del costo total de inventario en condición tradicional y con el modelo propuesto.

Las fórmulas para el cálculo son las siguientes (ver 2.3.1):

$$CA = Cal + Co$$

$$Ca = \%Cal + \%Co$$

$$\%Cal = \frac{Cal}{t \times \Sigma(\text{Stock medio} \times PU)} \times 100$$

$$Co = \frac{\Sigma(\text{Stock medio} \times PU) \times \%Co \times t}{100}$$

El procedimiento para la determinación del porcentaje del costo de almacenamiento (Ca) es el siguiente:

1. Determinamos la suma de los costos relacionados al almacenamiento (Cal) en un año de funcionamiento de la bodega.
2. Determinamos el Stock medio que se encuentra almacenado en bodega en unidades monetarias ( $\Sigma(\text{Stock medio} \cdot PU)$ ).

3. Obtenemos el porcentaje que representan los costos relacionados al almacenamiento (%Cal).
4. Obtenemos el porcentaje total de almacenamiento (Ca), sumando el porcentaje relacionado al costo de oportunidad (%Co) y el porcentaje obtenido en el literal 3 (%Cal).

**1. Determinación de los costos relacionados con el almacenamiento (Cal)**

Constituyen la suma de los costos relacionados al almacenamiento de los materiales, los gastos de la bodega, los de seguros, deterioros, sueldos y salarios, etc.

$$Cal = Ca1 + Ca2 + Ca3 + \dots + Can$$

El siguiente cuadro desglosa los parámetros constituyentes del costo (Cal) para el caso de la Fundación VIDA, el período de análisis es un mes.

<b>CALCULO DEL COSTO DE ALMACENAMIENTO (Ca).</b>							
<b>HOJA 1 DE 2</b>							
<b>Concepto</b>	<b>Desarrollo</b>						
<b>Insumos de Oficina (Ca1)</b>	<b>Descripción</b>					<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>
	Elementos de papelería (hojas, carpetas, lápices, etc)					<b>5.70</b>	<b>68.4</b>
<b>Servicios Básicos (Ca2)</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Intervención</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>		
	Agua	5	40	2	24.00		
	Luz	25	70	17.5	210.00		
	Internet (Banda ancha 256kbbs)	5	24.95	1.2475	14.97		
	Teléfono Fijo	7	72.95	5.1065	61.28		
	<b>TOTAL</b>				<b>25.85</b>	<b>310.248</b>	
<b>Sueldos y Salarios (Ca3)</b>	<b>Función</b>	<b>% Intervención</b>	<b>Salario</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>		
	Contador General.	10	429.36	42.936	515.23		
	Secretaria.	5	271.8	13.59	163.08		
	Bodegero.	100	280.3	280.3	3363.60		
	Mensajero	5	232.4	11.62	139.44		
	Gerente general	4	920	36.8	441.60		
	<b>TOTAL</b>				<b>385.25</b>	<b>4622.952</b>	
<b>Depreciación de las edificaciones, equipos de manipulación y equipos informáticos (Ca4)</b>	<b>Elemento</b>	<b>Valor Total</b>	<b>% Intervención</b>	<b>Vida Util</b>	<b>Valor Residual</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>
	Estanterías	300	100	60	45	4.25	51.00
	Balanza	109	5	36	16.35	0.13	1.54
	Calculadora	20	100	60	3	0.28	3.40
	Computador contabilidad	832.6	5	36	124.89	0.98	11.80
	Computador secretaria.	755.6	5	36	113.34	0.89	10.70
	Calculadora	20	5	36	3	0.02	0.28
	Copiadora	630	2	60	94.5	0.18	2.14
	Computador ingeniero residente	652.3	8	36	97.845	1.23	14.79
	Impresora laser	178.5	5	60	26.775	0.13	1.52
	<b>TOTAL</b>						<b>8.10</b>

<b>CALCULO DEL COSTO DE ALMACENAMIENTO (Ca).</b>						
<b>HOJA 2 DE 2</b>						
<b>Costo de pérdidas por deterioro, reposiciones y degradación de los elementos (Ca5)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidad</b>	<b>PU</b>	<b>Cantidad perdida/ mes</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>
	Cemento	saco	6.32	1	6.32	75.84
	Inodoro	u	62.34	0.2	12.47	149.62
	Eternit	m2	5.5	0.5	2.75	33.00
	Tira 2.50 cm x 2.50 m	u	0.22	3	0.66	7.92
	Aditivo Plastimed	Kg	1.21	1	1.21	14.52
	Tabla de monte	U	1.27	5	6.35	76.20
	<b>TOTAL</b>					<b>29.76</b>
<b>Seguros y alquiler de instalaciones o equipos (Ca6)</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor</b>	<b>%Intervención</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>	
	Seguros (contra robo e incendio)	50	100	50.00	600.00	
	Arriendo Terreno	800	60	480.00	5760.00	
	<b>TOTAL</b>				<b>530.00</b>	<b>6360.00</b>
<b>Mantenimiento y reparación de la bodega (Ca7)</b>	El personal de Fundación VIDA afirma que en 5 años realizaron una reparación y labores de mantenimiento en la bodega, el valor gastado en esa ocasión fue de 150 US\$ por tanto el valor/mes será:	<b>Valor Total</b>	<b>Período (meses)</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>	
		150	60	2.50	30.00	
	<b>TOTAL</b>				<b>2.50</b>	<b>30.00</b>
<b>Varios (Ca8)</b>	<b>Descripción</b>	<b>% Intervención</b>	<b>Valor</b>	<b>Valor / mes</b>	<b>Valor/año</b>	
	Seguridad (1 Guachiman)	100	80	80	960.00	
	Formación y entrenamiento del personal	0	0	0	0.00	
	<b>TOTAL</b>				<b>80.00</b>	<b>960.00</b>
<b>TOTAL (Ca1+Ca2+Ca3+Ca4+Ca5+Ca6+Ca7+Ca8)</b>					<b>1067.16</b>	<b>12805.87</b>

Elaborado por : Roberto Villacis

Tabla:4.4.a.

El costo de 1067.16 US\$ es el valor que Fundación VIDA paga por el almacenamiento de los materiales en un mes, este valor tiene relación con la cantidad almacenada en el inventario, nos interesa conocer la cantidad media (Stock medio) de materiales que tenemos almacenada en el período de análisis (1 mes).

## ***2. Determinación del stock medio almacenado.***

En el mes no tenemos cantidades constantes de materiales, por el flujo de estos hacia producción, para determinar el stock medio haremos dos mediciones del inventario en condiciones extremas:

1. En condición con stock alto, los niveles máximos registrados en el período de análisis de cada uno de los materiales que constituye el inventario.
2. En condición de stock bajo o mínimo, corresponde a los niveles mínimos de los insumos en un mes.

El Stock medio será el promedio de las dos condiciones mencionadas, deberemos expresarlo en unidades monetarias para lo cual multiplicaremos el stock medio por el precio unitario (PU). El cálculo expuesto se encuentra en la siguiente tabla:

**CALCULO DEL STOCK MEDIO ALMACENADO.**

**HOJA 1 DE 2**

DESCRIPCIÓN	U	PU	STOCK INVENTARIO ALTO	STOCK INVENTARIO BAJO	STOCK MEDIO	STOCK MEDIO * PU (Mensual)
SILICON	U	\$ 2.86	5	1	3	8.58
CEMENTINA	KG	\$ 0.13	300	50	175	22.75
CERAMICA GRAIMAN	M2	\$ 7.12	100	5	52.5	373.80
DUCHA SENCILLA CROMADA	U	\$ 9.10	20	2	11	100.10
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	\$ 2.39	300.00	20.00	160.00	382.40
ALFAJÍA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	U	\$ 2.51	150.00	20.00	85.00	213.25
CEMENTO DE CONTACTO	GALON	\$ 9.80	1	0.1	0.55	5.39
ADOQUIN GRIS	U	\$ 0.28	300	50	175	49.00
TABLA DE MONTE 0.30m	M	\$ 0.68	150	20	85	57.80
MALLA ELECTROSOLDADA 8.15	M2	\$ 6.15	90	10	50	307.50
THINNER	GALON	\$ 6.50	5	0.2	2.6	16.90
ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	5500	320	2910	2997.30
ADITIVO: PLASTIMET	KG	\$ 1.21	20	5.00	12.50	15.13
ALFAJIAS 4*4*240 CM	U	\$ 0.46	150.00	20.00	85.00	39.10
BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	\$ 0.27	500.00	0.00	250.00	67.20
BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	500.00	0.00	250.00	72.50
BOQUILLA COLGANTE DE BAQUELITA	U	\$ 0.52	50.00	5.00	27.50	14.30
BREAKER 1 POLO 1/2" 15 - 50 AMP. GE	U	\$ 4.50	40.00	5.00	22.50	101.25
Caballete Eurolit (15"x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 7.89	110.00	11.00	60.50	477.35
CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	M	\$ 0.67	900.00	100.00	500.00	334.77
CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	M	\$ 0.41	1,000.00	100.00	550.00	226.44
CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	\$ 0.80	50.00	5.00	27.50	22.00
CAJA RECTANGULAR BAJA	U	\$ 0.28	110.00	11.00	60.50	16.94
CEMENTO	SACO	\$ 7.00	100.00	10.00	55.00	385.00
CLAVOS	KG	\$ 1.57	70.00	10.00	40.00	62.80
CODO PVC 110 MM	U	\$ 2.11	30.00	5.00	17.50	36.93
CODO PVC 50 MM	U	\$ 1.05	30.00	5.00	17.50	18.38
CODO PVC-P 1/2" ROSCABLE	U	\$ 0.47	120.00	12.00	66.00	31.02
Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 9.35	200.00	40.00	120.00	1122.00
FREGADERO 8" LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	U	\$ 28.94	10.00	1.00	5.50	159.17
INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	U	\$ 62.34	10.00	1.00	5.50	342.87
INTERRUPTOR SIMPLE	U	\$ 2.68	50.00	5.00	27.50	73.70
LAVAMANOS 4" LINEA JAZZ CROMO	U	\$ 37.33	10.00	1.00	5.50	205.31
LLAVE ANGULAR DE ACERO PARA INODORO	U	\$ 4.33	10.00	1.00	5.50	23.84
LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	U	\$ 25.39	10.00	1.00	5.50	139.65
LLAVE PARA LAVABO CRUZ BRAZIL	U	\$ 7.30	10.00	1.00	5.50	40.15

**CALCULO DEL STOCK MEDIO ALMACENADO.**

**HOJA 2 DE 2**

DESCRIPCIÓN	U	PU	STOCK INVENTARIO ALTO	STOCK INVENTARIO BAJO	STOCK MEDIO	STOCK MEDIO * PU (Mensual)
MANGUERA NEGRA 1/2''	ML	\$ 0.13	200.00	20.00	110.00	14.30
MANGUERA NEGRA 1''	ML	\$ 0.35	200.00	20.00	110.00	38.50
MANGUERA NEGRA 3/4''	ML	\$ 0.22	200.00	20.00	110.00	24.20
MASILLA PARA VIDRIO	KG	\$ 0.95	10.00	1.00	5.50	5.23
NEPLO FLEX 1/2''	U	\$ 0.25	60.00	5.00	32.50	8.01
PERFIL ESTRUCTURAL	KG	\$ 1.15	2,500.00	300.00	1,400.00	1610.00
PERMATEX	ONZ	\$ 2.06	20.00	0.00	10.00	20.60
PINGOS	M	\$ 0.95	100.00	10.00	55.00	52.25
PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	\$ 18.65	5.00	0.00	2.50	46.63
POLIETILENO	M2	\$ 0.35	300.00	10.00	155.00	54.25
POLILIMPIA	4000 CC	\$ 20.48	0.50	0.10	0.30	6.15
POLIPEGA	LT	\$ 40.74	1.00	0.00	0.50	20.37
PROTECCION VARILLA 3/8''	M2	\$ 16.80	30.00	5.00	17.50	294.00
PUERTA ALUMINIO NATURAL	M	\$ 51.75	10.00	0.00	5.00	258.75
PUERTA HIERRO-MADERA	U	\$ 140.00	10.00	0.00	5.00	700.00
REJILLA DE ALUMINIO 75 MM	U	\$ 2.89	10.00	0.00	5.00	14.45
RIEL DE EUCALIPTO DE PRIMERA	U	\$ 1.95	50.00	10.00	30.00	58.50
SIFON PVC 4''	U	\$ 2.41	10.00	1.00	5.50	13.26
SIFÓN PVC 50 MM	U	\$ 2.13	35.00	1.00	18.00	38.34
TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	\$ 2.10	200.00	10.00	105.00	220.50
TABLERO G.E. 4PTOS	U	\$ 16.48	10.00	1.00	5.50	90.64
TAIPE	ROLLO	\$ 0.38	20.00	1.00	10.50	3.99
TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	\$ 1.11	30.00	2.00	16.00	17.76
TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	\$ 2.87	20.00	2.00	11.00	31.57
TEE PVC ROSCABLE 1/2	U	\$ 1.04	60.00	5.00	32.50	33.80
TEFLON	U	\$ 0.16	30.00	1.00	15.50	2.48
TIRAFONDOS	U	\$ 0.07	500.00	50.00	275.00	19.25
TOMA DOBLE POLARIZADO BLANCO C/PLACA LEV.	U	\$ 2.02	60.00	5.00	32.50	65.52
TUB. PVC ROSCABLE 1/2''	ML	\$ 1.24	200.00	12.00	106.00	131.44
TUBERIA DE ABASTO NYLON	U	\$ 0.63	20.00	0.00	10.00	6.30
TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	\$ 4.08	60.00	12.00	36.00	146.88
TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	\$ 8.89	60.00	12.00	36.00	320.04
UNIÓN PVC ROSCABLE 1/2	U	\$ 0.30	10.00	0.00	5.00	1.50
VENTANA DE HIERRO	M2	\$ 32.11	30.00	5.00	17.50	561.93
VIDRIO CLARO 3MM	M2	\$ 6.54	30.00	5.00	17.50	114.45
Elaborado por: Roberto Villacis					<b>TOTAL</b>	<b>13,608.36</b>
Fuente: Bodega Fundación VIDA				Tabla: 4.4.b		

El valor de 13608.36 US\$ representa el stock medio en unidades monetarias que tiene almacenado Fundación VIDA, es igual a la sumatoria de la cantidad media de cada material inventariado, multiplicado por el precio unitario del mismo.

### **3. Obtención del porcentaje de los costos de almacenamiento.**

Este porcentaje representa la relación entre el costo que afronta la organización por el almacenamiento físico de los materiales, y el valor de mercancía que en promedio tiene en inventario, se calcula con la siguiente expresión:

$$\%Cal = \frac{Cal}{t \times \sum(Stock\ medio \times PU)} \times 100$$

$$\%Cal = \frac{12805.87\ US\$/año}{12\ \frac{meses}{año} \times 13608.36\ \frac{US\$}{mes}} \times 100 = 7.84\ \%$$

### **4. Determinación del porcentaje total de almacenamiento (Ca).**

El porcentaje total de almacenamiento refleja la tasa o fracción del precio del lote que la organización tiene que pagar por el almacenamiento y administración de los materiales, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Ca = \%Cal + \%Co$$

Para el caso de la Fundación VIDA, el porcentaje relacionado propiamente al almacenamiento de los materiales (%Cal) es del 7.84%, por otro lado, si en lugar de almacenar los materiales, buscamos un rendimiento alternativo al dinero invertido en los mismos, obtendríamos regalías que perdemos con el almacenamiento. Para el caso en estudio vamos a asumir un rendimiento alternativo del 9% anual, valor que representa un 0.75% mensual, resultando un margen relativamente bajo pero alcanzable en negocios lícitos y seguros. Entonces el porcentaje total de almacenamiento (Ca) será:

$$Ca = \%Cal + \%Co$$

$$Ca = 7.84 + 9 = 16.84\%$$

El valor responde satisfactoriamente al rango expresado anteriormente (15-20%), resulta estar en los rangos más bajos, porque en la industria de la construcción se trata de dar las condiciones mínimas al almacenamiento con los menores costos posibles.

Conocer este valor en las organizaciones, permite obtener el lote económico de compra ( $x^*$ ). Es útil expresarlo en porcentaje, porque sin importar el volumen del lote podemos calcular la repercusión económica del mismo, siendo la relación directamente proporcional al tamaño del mismo.

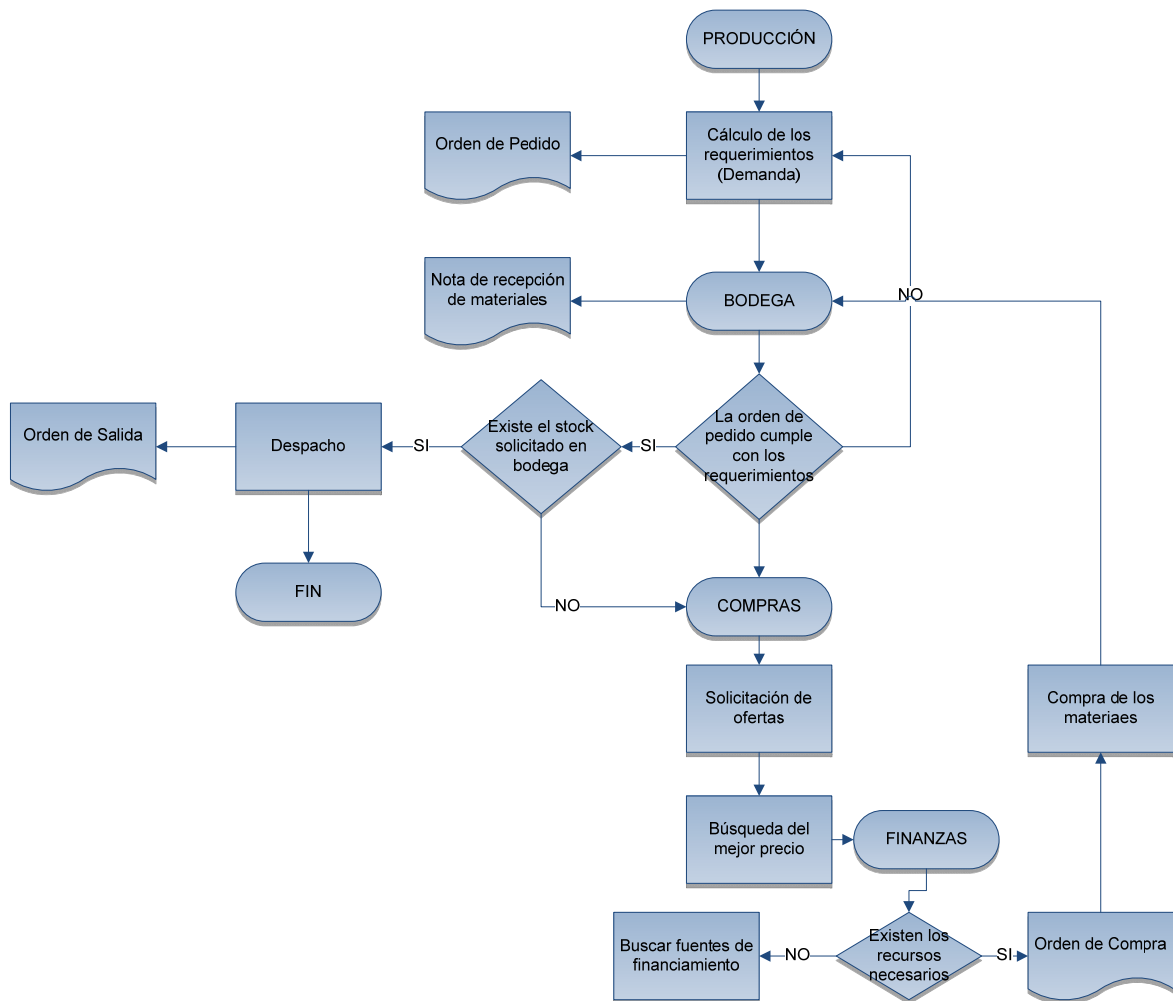
#### **4.5. El Proceso Tradicional.**

La industria de la construcción tiene deficiencias en el manejo y control de inventarios, Fundación VIDA no es la excepción, continuamente se ve enfrentada a situaciones de falta de registro, exceso de inventario, insuficiencia del mismo, con consecuencias poco deseables. Todas estas situaciones condicionan la producción, cualquier déficit administrativo se verá reflejado en: rendimientos por debajo de lo esperado, retraso con respecto al cronograma y costos extras que la organización deberá enfrentar.

El flujo de los materiales dentro de Fundación VIDA se maneja como se muestra en el diagrama, el proceso inicia en Producción donde se determinan los requerimientos, luego en Bodega se verifica si existen o no los materiales en los niveles deseados, en caso de cumplir los requerimientos, se despacha, caso contrario se solicitará a Compras la adquisición del elemento. Producción deberá esperar hasta que llegue el material a Bodega, con la correspondiente pérdida que esto representa. En caso de emergencia, Compras no solicitará ofertas sino que directamente hará la adquisición del elemento a un proveedor de confianza, con las repercusiones que esto implica.

La solicitud de ofertas se lo realiza previo al inicio del proyecto, nótese que el factor a evaluar es precio, dejando a un lado calidad y servicio.

## DIAGRAMA DEL PROCESO TRADICIONAL



Elaborado por: Roberto Villacis  
Fuente: Fundación VIDA.

En cuanto al control de materiales, no existe un software especializado, que permita conocer los niveles de cualquier material en un instante deseado. El ingeniero residente solicita con anticipación los materiales que va a utilizar, el encargado de la bodega verifica aproximadamente los niveles de los insumos, si son suficientes, despacha, pero si no lo son, tiene que solicitar la compra del material faltante, ocasionando retrasos en el avance de la obra con los costos que esto representa.

#### **4.5.1. Características del proceso tradicional.**

Fundación VIDA y la industria de la construcción en general enfrentan problemas en la gestión de inventarios entre los cuales podemos enumerar:

- a. Se dispone de un nivel alto de ciertos materiales, sin embargo existen faltantes de otros.
- b. Se requiere demasiado tiempo para encontrar elementos.
- c. Existen pérdidas elevadas por robo y/o deterioro.
- d. Proveedores que no cumplen con los plazos de entrega y evaluados únicamente por el costo de venta del artículo.
- e. Stocks de seguridad (Ss) no analizados, basados en la experiencia, etc.
- f. No existe concentración de esfuerzos de acuerdo con el grado de importancia del material.
- g. No se determina el instante en el cual se debe realizar los pedidos (Pp) para que estos lleguen a tiempo.
- h. No se utiliza un software especializado en el control de inventarios, lo que dificulta el control, la planificación y pone en riesgo la producción.
- i. Pérdida de materiales perecederos que superaron el tiempo en el cual pueden ser utilizados.
- j. Falta de capital de trabajo que se ve inmovilizado en el inventario.
- k. Dificil control de los elementos constituyentes del inventario.
- l. Retrasos en el cronograma, generando pérdidas y multas por incumplimiento.
- m. Pago injustificado a los obreros, quienes no trabajan por no disponer de insumos.
- n. Aumento en el precio unitario de compra del artículo, que por situaciones de emergencia se ha tenido que pagar.
- o. Pago de horas extras a los trabajadores para recuperar el tiempo perdido, en horarios extraordinarios con el correspondiente aumento en el costo horario.

#### **4.5.2. Análisis del proceso tradicional.**

El objetivo será buscar el costo total (CT) del inventario bajo las condiciones de manejo llevadas por Fundación VIDA, este valor será comparado con el obtenido en el proceso propuesto, así se verá los supuestos beneficios que se generan al aplicar la teoría de inventarios.

##### **4.5.2.1 Cálculo de los costos del inventario para el proyecto (Proceso Tradicional).**

Para realizar el cálculo, debemos conocer la metodología que usa Fundación VIDA para la adquisición de los insumos, en el caso de la construcción de viviendas “Tipo” la misma es de la siguiente manera:

1. Se recibe el 100% de anticipo de la obra. Es decir al inicio del proyecto se dispone de la totalidad del recurso económico.
2. Se lanza una orden de pedido por la totalidad de elementos que se van a utilizar en el proyecto.
3. Se almacena y se distribuye los materiales para la construcción de las unidades de vivienda.

#### ***Ventajas***

- Brinda seguridad y tranquilidad ante fenómenos especulativos o de cualquier índole.
- La producción no se verá detenida por falta de elementos para el desarrollo de los rubros.

#### ***Desventajas***

- Los costos de almacenamiento (Ca) son elevados, por la gran cantidad de materiales que se tienen que administrar. Esto se ve reflejado en disminución de las utilidades del proyecto.
- El control de los insumos es costoso y complicado por el volumen de elementos.
- Existen mayores pérdidas por deterioro de los materiales perecibles.
- Pérdida de espacio físico y difícil manipulación de los elementos.

El personal técnico de Fundación VIDA, manifestó que es mejor comprar la totalidad de los elementos de una vez, principalmente por razones de seguridad ante fluctuaciones en los precios, como la que sucedió con el acero, “que bajo ninguna circunstancia nos hubiéramos esperado tal cambio de precio”.

#### 4.5.2.1.1. Cálculo del costo total del inventario (CT).

Es el costo que Fundación VIDA tiene que pagar por tener inventario, corresponde a la suma de los costos de lanzamiento de pedido ( $C_p$ ) y los costos de almacenamiento ( $Ca$ ), bajo las condiciones tradicionales de administración para el lote de materiales analizado. El cálculo se realiza con la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total} = CT = \frac{D * C_p}{x} + \frac{x * PU * Ca}{2}$$

pero:

$$N_{pedidos} = \frac{D}{x} ; \quad \frac{x * PU}{2} = \frac{Cadq}{2}$$

de manera que:

$$\text{Costo total} = CT = N_{pedidos} * C_p + \frac{Cadq}{2} * Ca$$

Como mencionamos, Fundación VIDA para el desarrollo de estos proyectos dispone del 100% como anticipo, su política de compras es realizar un único pedido por la totalidad de los materiales que se van a utilizar.

*Datos:*

CT = Costo Total (La incógnita).

$N_{pedidos}$  = 1 pedido (Número de pedidos realizados).

$C_p$  = 35.90 US\$/pedido (ver 4.3).

$Cadq$  = 37747.80 US\$. (Valor por el 100% de materiales a usar en el proyecto).

$Ca$  = 16.84 % (ver 4.4).

Reemplazando los datos tenemos que:

$$\text{Costo total} = CT = 1 * 35.90 + \frac{37747.80}{2} * 0.1684 = 3214.26 \text{ US\$}$$

Este es el valor que Fundación VIDA paga por el manejo control y distribución de los insumos para el desarrollo del proyecto de viviendas en análisis. Este valor será comparado con el obtenido bajo las condiciones propuestas para evaluar los posibles beneficios.

#### **4.5.2.1.2. Cálculo del costo total real del inventario (CTr).**

Para el proyecto de construcción de 10 viviendas “Tipo” el costo total real de inventario (CTr) será igual a la suma del costo total de inventario (CT) y el valor de la mercancía, de manera que:

$$\text{Costo total real (CTr)} = CT + Cadq$$

Datos:

$$CT = 3214.26 \text{ (Ver 4.5.2.1.1)}$$

$$Cadq = 37747.80 \text{ US\$}$$

$$\text{Costo total real (CTr)} = 3214.26 + 37747.80 = 40962.06 \text{ US\$}$$

Normalmente se cree que el valor de la mercancía está únicamente determinado por el valor propuesto por el proveedor (Cadq), pero a este valor es necesario aumentar el costo que representa el tener en inventario estos insumos.

#### **4.6. El proceso Propuesto.**

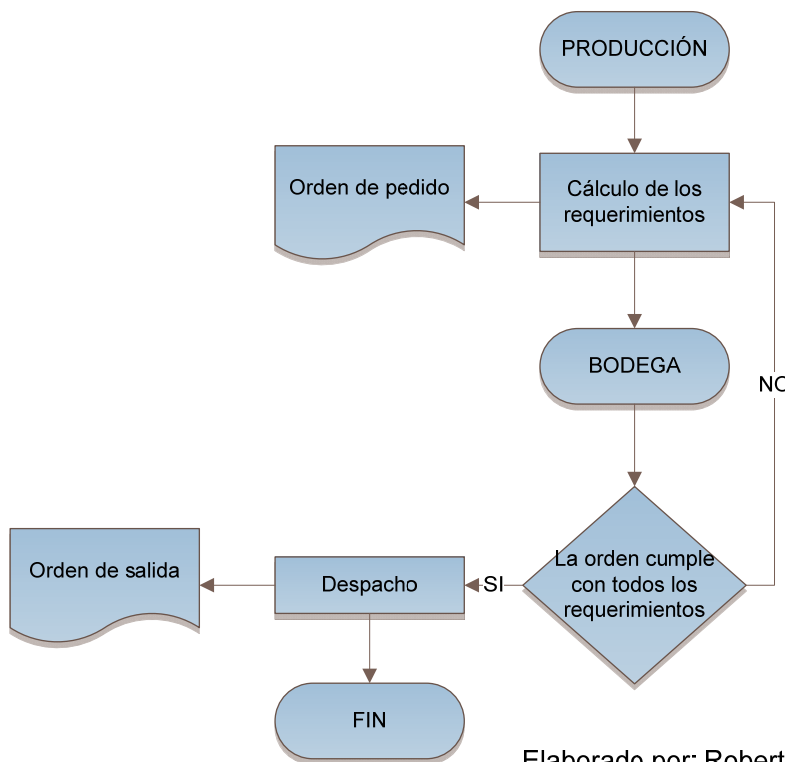
La teoría de inventarios busca dar un flujo continuo de materiales a producción al menor precio posible, en el modelo propuesto siempre van a existir los materiales para el desarrollo de los rubros, a no ser de que no se disponga de los recursos económicos para la reposición de los elementos en el momento que se debe, o existan cambios en el diseño original que no han sido tomado en cuenta.

El inicio del proceso es la selección de los proveedores, siguiendo la metodología planteada (ver 1.5.3), para finalmente escoger aquel proveedor que ofrezca la mejor relación entre precio, calidad y servicio.

El flujo de los materiales entre Producción y Bodega se realiza de la siguiente manera:

1. Producción calcula los requerimientos de los materiales (Demanda), los mismos que son transmitidos a Bodega.
2. Bodega revisa que la orden de pedido cumpla con todos los requerimientos, y despacha si todo está en regla, caso contrario regresará la orden a Producción donde se harán las respectivas correcciones.

### FLUJO DE MATERIALES BODEGA-PRODUCCIÓN MODELO PROPUESTO.



Elaborado por: Roberto Villacis

El diagrama anterior asume que siempre existe material para ser despachado, el modelo propuesto brinda la metodología para que esto se cumpla, asegurando probabilísticamente (en función del nivel de servicio) que los niveles en inventario sean los

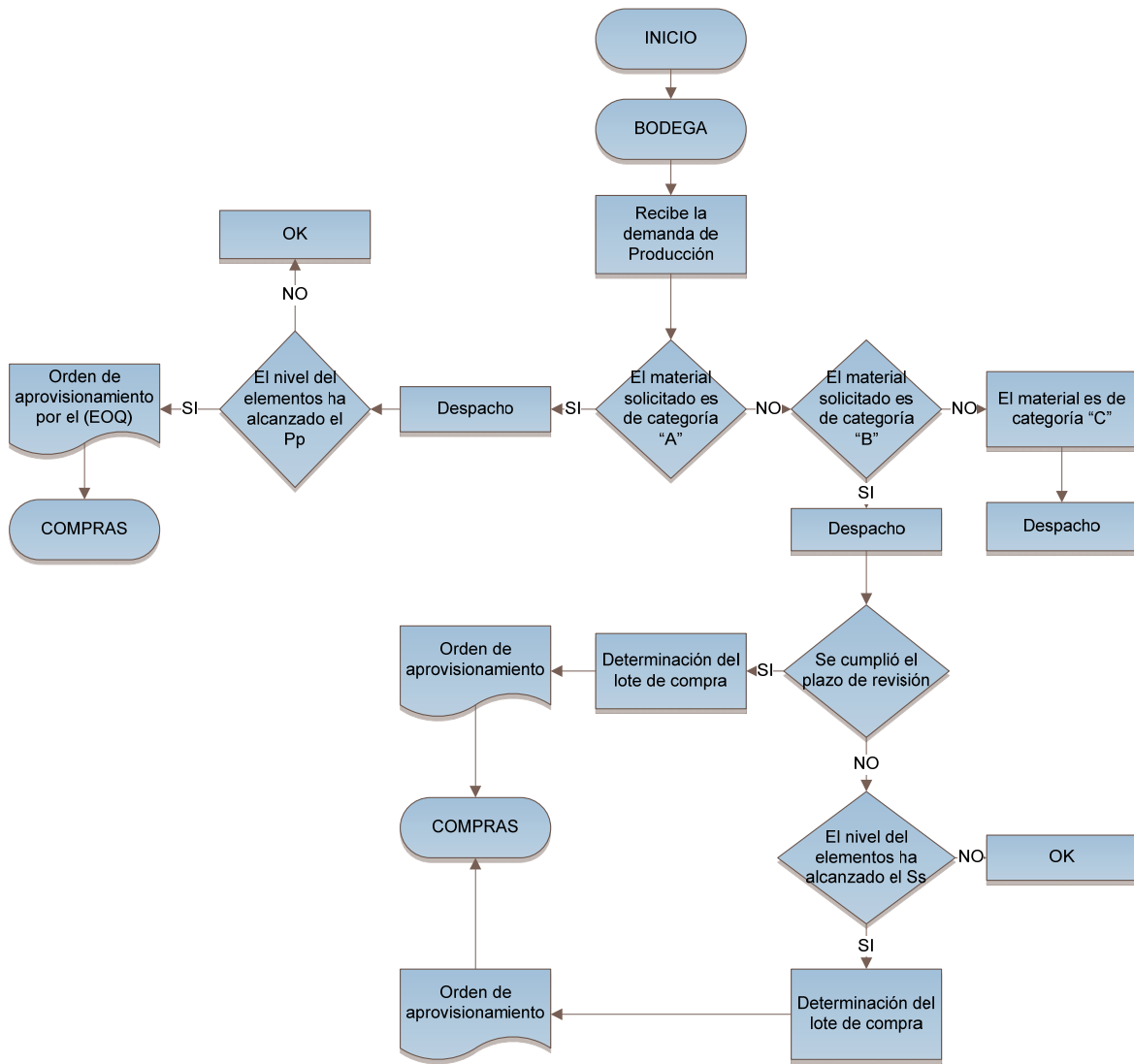
adecuados, proporcionando a través del análisis del inventario (lote económico y nivel objetivo), del registro computarizado de entradas y salidas de los elementos, del stock de seguridad y del punto de pedidos, un flujo ininterrumpido de materiales.

Para aplicar el modelo propuesto, es necesario en primer lugar, que Compras realice la clasificación ABC de los materiales, determinando el tipo de inventario que se va a tener de la siguiente manera:

Clasificados los materiales de acuerdo a su prioridad, la administración de los mismos será delegado a Bodega donde se aplicará una metodología para cada tipo de material, el funcionamiento es de la siguiente manera:

1. *Para los materiales de categoría "A"*: se recibe de producción el requerimiento, se lo despacha y el nivel actual es comparado con el punto de pedidos ( $P_p$ ), si este es igual o inferior se emite la orden de aprovisionamiento por el correspondiente lote económico de compra (EOQ) o ( $x^*$ ).
2. *Para los materiales de categoría "B"*: se recibe el requerimiento, se despacha el material y se verifica si la fecha actual es la correspondiente al período de aprovisionamiento, si es así, se calcula el lote de compra que se necesita para llegar al nivel objetivo ( $N_o$ ). Por seguridad, cada vez que existe una salida de material se compara el nivel actual con el stock de seguridad ( $S_s$ ), si este es igual o inferior se emite la orden de aprovisionamiento por el lote que se requiere para llegar a nivel objetivo ( $N_o$ ), esta práctica no debería ser necesaria, pero si sucede, será necesario recalibrar el período de aprovisionamiento, haciendo que este sea más corto, o en su defecto se aumenta el Nivel objetivo ( $N_o$ ).
3. *Para los materiales de categoría "C"*: llega el pedido a Bodega y se despacha, no habrá problemas porque la totalidad de los materiales que se van a usar en el proyecto se los adquirió antes de iniciar las actividades.

## DIAGRAMA DEL PROCESO PROPUESTO



Elaborado por: Roberto Villacis

El diagrama anterior muestra el funcionamiento de la bodega con el modelo propuesto, bajo estas características se despacha materiales de manera constante, el funcionamiento es diferente para cada categoría de material, pero la constante es que el

manejo de los insumos es tecnificado, realizando los pedidos cuando se los necesita y manteniendo un nivel de elementos razonable en el inventario, condiciones que mejoran el desenvolvimiento de la organización.

#### **4.6.1. Características**

Entre las características que podemos enumerar resaltan las siguientes:

- a. Niveles de inventario reducidos.
- b. Ininterrumpido flujo de materiales para producción.
- c. Disminución en el tiempo para encontrar los elementos en bodega, al tener menor cantidad de elementos en el inventario resulta más fácil las operaciones de manejo de los insumos.
- d. Disminución de las pérdidas por robo y/o deterioro, por el control detallado.
- e. Proveedores evaluados por el costo de venta del artículo, la calidad y el servicio que prestan.
- f. Stocks de seguridad analizados matemáticamente y corroborados por la experiencia.
- g. Concentración de esfuerzos en mantenimiento y control de acuerdo con el grado de importancia del material (categorías A, B, C).
- h. Análisis del punto de pedidos en materiales de categoría “A”.

#### **4.6.2. La metodología del proceso propuesto.**

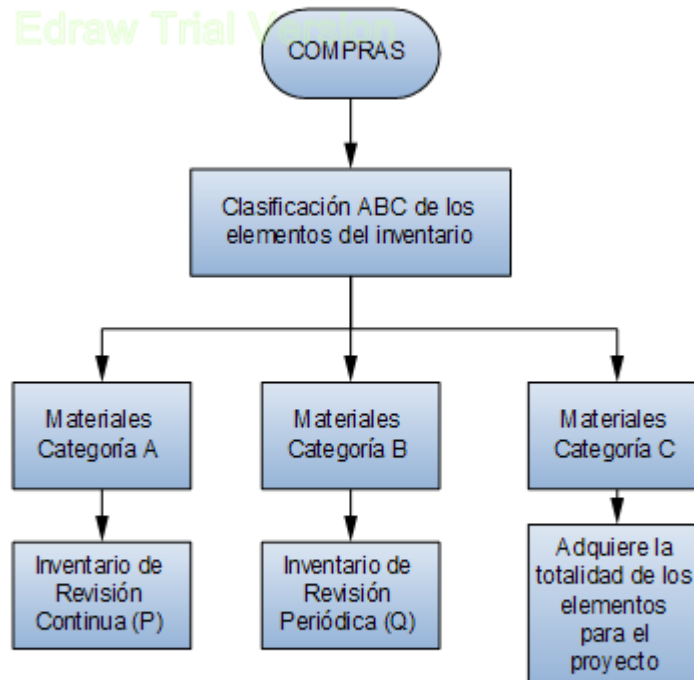
“La teoría del inventario trata de la determinación de los procedimientos óptimos de adquisición de existencias de artículos para satisfacer la demanda futura”<sup>11</sup>. Partiendo de esta premisa y en base a la investigación bibliográfica, se plantea la metodología para el proceso de adquisición, manejo y control de inventarios en la construcción de viviendas la misma que requiere el desarrollo de los siguientes pasos:

---

<sup>11</sup>Martin K. Starr y David W. Miller. Control de inventarios teoría y práctica. México, Editorial Diana, 1979. Página 17.

1. Partiendo del diseño arquitectónico, estructural, de instalaciones eléctricas, y de instalaciones sanitarias, calcularemos los volúmenes (demanda) de los elementos. El análisis será detallado, con resultados que reflejen los requerimientos reales del proyecto.
2. Realizamos el análisis de precios unitarios y obtenemos el presupuesto de la vivienda (ver anexos 2).
3. Realizamos el cronograma valorado del proyecto. Este nos servirá para los fijar los requerimientos de materiales en función del tiempo.
4. Calcularemos el costo de lanzamiento de pedido ( $C_p$ ) y el costo de almacenamiento y mantención del inventario ( $C_a$ ), este dato será propio de la organización.
5. Partiendo del análisis de precios unitarios, aislamos los materiales que vamos a utilizar en el proyecto y realizamos la clasificación ABC (ver 5.3), determinando trascendencia económica de cada uno de ellos.
  - a. Para los materiales de Categoría “A”: llevaremos inventario de revisión continua (P) con planificación exhaustiva, calcularemos para elemento el lote económico de compra (EOQ) analizando posibles descuentos. Será necesario determinar el stock de seguridad (Ss) y el punto de pedidos (Pp) para aplicar el modelo de cantidad fija de reorden.
  - b. Para los materiales de Categoría “B”: llevaremos un inventario con revisión periódica (Q). Analizaremos el período de revisión, el nivel objetivo (No) y el stock de seguridad (Ss), para aplicar el modelo con período fijo de reorden.
  - c. Para los materiales de Categoría “C”: llevaremos un inventario con revisiones periódicas de elementos al azar, se comprará la totalidad de elementos al inicio del proyecto.

## TIPO DE REVISIÓN SEGÚN CATEGORÍA DE MATERIAL



Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: Administración de Operaciones de Construcción.  
(Alfredo Serpell).

6. Calcularemos los costos totales del inventario (CT y CT<sub>r</sub>) aplicando esta metodología propuesta, compararemos los resultados con el procedimiento tradicional para evaluar los posibles beneficios del proceso propuesto.

### 4.6.3. Análisis del proceso propuesto.

#### 4.6.3.1. Sistema de Clasificación ABC para el proyecto.

El sistema de clasificación ABC nos permite asignar importancia a los elementos constituyentes del inventario, para que los esfuerzos aplicados al control, almacenamiento, manipulación y puesta en obra de los mismos sean coherentes y justificables. Los materiales serán clasificados en tres categorías (A, B y C), para de acuerdo a su importancia económica, darles el tratamiento explicado anteriormente (Ver 4.6.2).

A partir del listado de materiales obtenido en el análisis de precios unitarios, clasificaremos a los elementos del inventario en tres categorías A, B y C de acuerdo a la importancia económica de cada una de ellos.

CLASIFICACIÓN ABC.										
HOJA 1 DE 2										
COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL	ORDEN	% ITEMS ACUMULADO	CATEGORÍA	VALOR CATEGORÍA	% DEL VALOR
A001	CEMENTO	SACO	\$ 7.00	944.63	\$ 6,612.39	1	1	CATEGORÍA A	\$ 27,661.02	73.3
A002	ACERO F"Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	5,488.76	\$ 5,653.42	2	3			
A003	Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 9.35	350.00	\$ 3,272.50	3	4			
A004	PUERTA HIERRO-MADERA	U	\$ 140.00	20.00	\$ 2,800.00	4	6			
A005	VENTANA DE HIERRO	M2	\$ 32.11	61.10	\$ 1,961.92	5	7			
A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	6,625.00	\$ 1,921.25	6	9			
A007	PERFIL ESTRUCTURAL	KG	\$ 1.15	1,500.00	\$ 1,725.00	7	10			
A008	PROTECCION VARILLA 3/8"	M2	\$ 16.80	61.10	\$ 1,026.48	8	12			
A009	RIPIO	M3	\$ 8.00	114.12	\$ 912.96	9	13			
A010	BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	\$ 0.27	3,375.00	\$ 907.20	10	14			
A011	Caballote Eurolit (15"x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 7.89	110.00	\$ 867.90	11	16			
B001	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	\$ 2.10	398.94	\$ 837.78	12	17	CATEGORÍA B	\$ 7,767.21	20.6
B002	ARENA	M3	\$ 8.00	102.33	\$ 818.65	13	19			
B003	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	\$ 2.39	314.84	\$ 752.46	14	20			
B004	INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	U	\$ 62.34	10.00	\$ 623.39	15	22			
B005	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	M	\$ 0.67	840.00	\$ 562.41	16	23			
B006	PUERTA ALUMINIO NATURAL	M	\$ 51.75	10.00	\$ 517.50	17	25			
B007	TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	\$ 8.89	50.30	\$ 447.17	18	26			
B008	VIDRIO CLARO 3MM	M2	\$ 6.54	67.21	\$ 439.55	19	28			
B009	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	M	\$ 0.41	960.00	\$ 395.24	20	29			
B010	LAVAMANOS 4" LINEA JAZZ CROMO	U	\$ 37.33	10.00	\$ 373.30	21	30			
B011	ALFAJÍA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	U	\$ 2.51	133.39	\$ 334.65	22	32			
B012	PIEDRA BASÍLICA	U	\$ 0.06	5,283.00	\$ 316.98	23	33			
B013	TUB. PVC ROSCABLE 1/2"	ML	\$ 1.24	240.00	\$ 297.60	24	35			
B014	FREGADERO 8" LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	U	\$ 28.94	10.00	\$ 289.41	25	36			
B015	PINGOS	M	\$ 0.95	268.50	\$ 255.08	26	38			
B016	LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	U	\$ 25.39	10.00	\$ 253.90	27	39			
B017	TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	\$ 4.08	61.80	\$ 252.14	28	41			

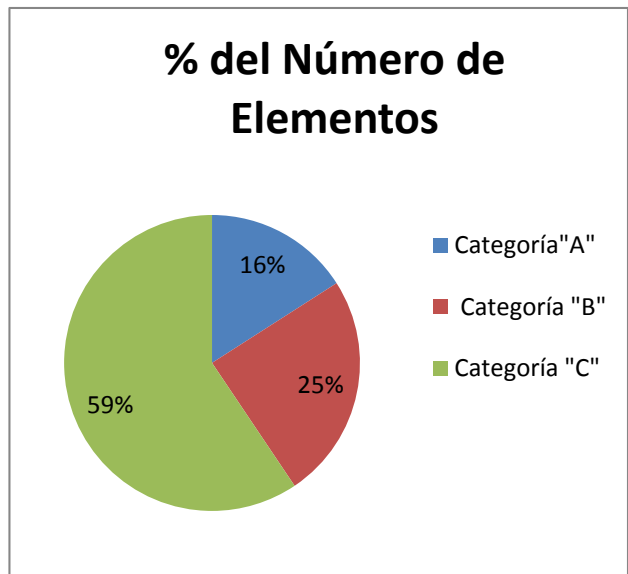
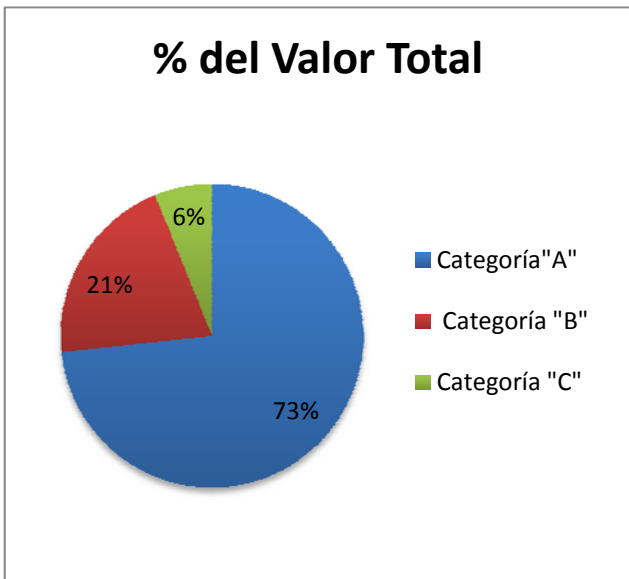
CLASIFICACIÓN ABC.										
HOJA 2 DE 2										
COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL	ORDEN	% ITEMS ACUMULADO	CATEGORIA	VALOR CATEGORIA	% DEL VALOR
C001	TABLERO G.E. 4PTOS	U	\$ 16.48	10.00	\$ 164.80	29	42	CATEGORIA C	\$ 2,319.57	6.1
C002	TIRAFONDOS	U	\$ 0.07	2,000.00	\$ 140.00	30	43			
C003	BREAKER 1 POLO 1/2" 15 - 50 AMP. GE	U	\$ 4.50	30.00	\$ 135.00	31	45			
C004	RIEL DE EUCALIPTO DE PRIMERA	U	\$ 1.95	68.80	\$ 134.16	32	46			
C005	INTERRUPTOR SIMPLE	U	\$ 2.68	50.00	\$ 134.00	33	48			
C006	TOMA DOBLE POLARIZADO BLANCO C/PLACA LEV.	U	\$ 2.02	60.00	\$ 120.96	34	49			
C007	POLIETILENO	M2	\$ 0.35	330.12	\$ 115.54	35	51			
C008	CLAVOS	KG	\$ 1.57	66.86	\$ 104.97	36	52			
C009	PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	\$ 18.65	5.06	\$ 94.28	37	54			
C010	REJILLA DE ALUMINIO 75 MM	U	\$ 2.89	30.00	\$ 86.70	38	55			
C011	ALFAJIAS 4*4*240 CM	U	\$ 0.46	167.00	\$ 76.82	39	57			
C012	SIFÓN PVC 50 MM	U	\$ 2.13	35.00	\$ 74.55	40	58			
C013	LLAVE PARA LAVABO CRUZ BRAZIL	U	\$ 7.30	10.00	\$ 73.00	41	59			
C014	ACEITE QUEMADO	GALON	\$ 0.60	116.26	\$ 69.76	42	61			
C015	TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	\$ 2.87	23.50	\$ 67.45	43	62			
C016	MANGUERA NEGRA 1"	ML	\$ 0.35	180.00	\$ 63.00	44	64			
C017	TEE PVC ROSCABLE 1/2	U	\$ 1.04	60.00	\$ 62.40	45	65			
C018	CODO PVC-P 1/2" ROSCABLE	U	\$ 0.47	120.00	\$ 56.40	46	67			
C019	CODO PVC 110 MM	U	\$ 2.11	23.50	\$ 49.59	47	68			
C020	MANGUERA NEGRA 3/4"	ML	\$ 0.22	210.00	\$ 46.20	48	70			
C021	LLAVE ANGULAR DE ACERO PARA INODORO	U	\$ 4.33	10.00	\$ 43.34	49	71			
C022	AGUA	M3	\$ 1.05	39.15	\$ 41.11	50	72			
C023	CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	\$ 0.80	50.00	\$ 40.00	51	74			
C024	ESTACAS DE MADERA	U	\$ 0.20	196.00	\$ 39.20	52	75			
C025	PIOLA NYLON	ML	\$ 0.02	1,568.00	\$ 31.36	53	77			
C026	CAJA RECTANGULAR BAJA	U	\$ 0.28	110.00	\$ 30.80	54	78			
C027	TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	\$ 1.11	27.00	\$ 29.97	55	80			
C028	POLIPEGA	LT	\$ 40.74	0.72	\$ 29.33	56	81			
C029	CODO PVC 50 MM	U	\$ 1.05	27.00	\$ 28.35	57	83			
C030	BOQUILLA COLGANTE DE BAQUELITA	U	\$ 0.52	50.00	\$ 26.00	58	84			
C031	MANGUERA NEGRA 1/2"	ML	\$ 0.13	200.00	\$ 26.00	59	86			
C032	SIFON PVC 4"	U	\$ 2.41	10.00	\$ 24.10	60	87			
C033	MASILLA PARA VIDRIO	KG	\$ 0.95	18.33	\$ 17.41	61	88			
C034	NEPLO FLEX 1/2"	U	\$ 0.25	60.00	\$ 14.78	62	90			
C035	TUBERIA DE ABASTO NYLON	U	\$ 0.63	10.00	\$ 6.30	63	91			
C036	ADITIVO: PLASTIMET	KG	\$ 1.21	4.32	\$ 5.23	64	93			
C037	PERMATEX	ONZ	\$ 2.06	2.50	\$ 5.15	65	94			
C038	POLILIMPIA	4000 CC	\$ 20.48	0.22	\$ 4.40	66	96			
C039	UNIÓN PVC ROSCABLE 1/2	U	\$ 0.30	10.20	\$ 3.06	67	97			
C040	TAIPE	ROLLO	\$ 0.38	7.00	\$ 2.66	68	99			
C041	TEFLON	U	\$ 0.16	9.00	\$ 1.44	69	100			
Elaborado por: Roberto Villacis				Fuente: APU		<b>TOTAL</b>		<b>\$ 37,747.80</b>		
								Tabla:4.6.3.1.a		

El esquema de clasificación elegido fue el siguiente: A=16% de los ítems, B=25% de los ítems y C=59% de los ítems. Para el cálculo se usó la metodología expuesta en el capítulo de control de inventarios (ver 5.3).

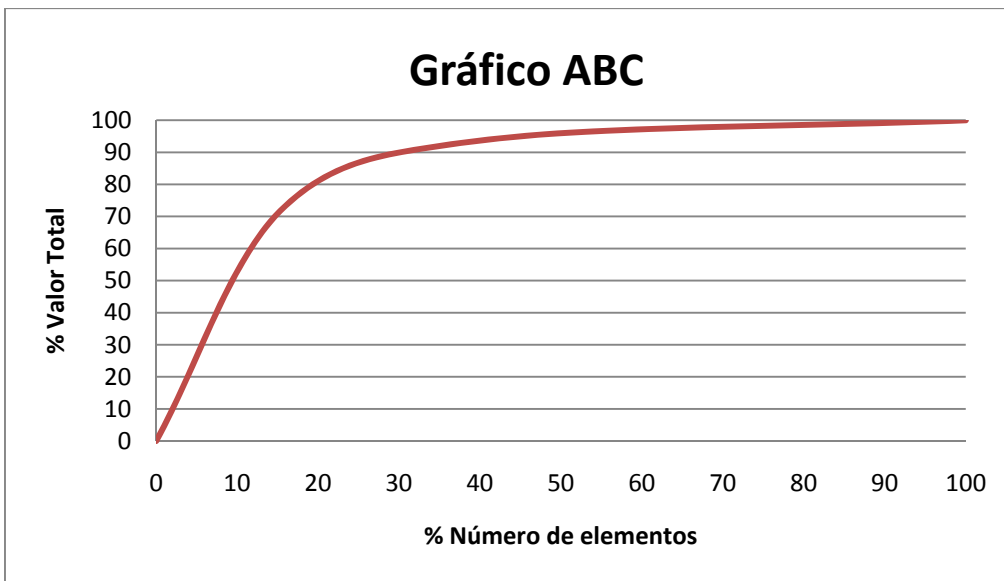
En el proyecto el 73.3% de la inversión económica en materiales está concentrada en 11 elementos que son los correspondientes a la categoría “A”. Los materiales de la categoría “B” constituyen 17 elementos con un 20.6% de la inversión y los restantes 41 elementos representan solamente el 6.1% del total de la inversión siendo los elementos de la categoría “C”.

En resumen:

<b>RESUMEN DE LA CLASIFICACIÓN ABC.</b>						
<b>Categoría</b>	<b>Valor Total</b>	<b>% del Valor Total</b>	<b>Número de elementos</b>	<b>% del Número de Elementos</b>	<b>% del Valor Total (Acumulado)</b>	<b>% del Número de Elementos (Acumulado)</b>
Categoría "A"	\$ 27,661.02	73.3	11	16	0	0
Categoría "B"	\$ 7,767.21	20.6	17	25	73.3	16
Categoría "C"	\$ 2,319.57	6.1	41	59	93.9	41
<b>TOTAL</b>	<b>\$ 37,747.80</b>	<b>100.0</b>	<b>69</b>	<b>100</b>	<b>100.0</b>	<b>100</b>
Elaborado por: Roberto Villacis Fuente: Tabla 4.6.3.1.a Tabla: 4.6.3.1.b						



Elaborado por: Roberto Villacis.



Elaborado por: Roberto Villacis.

Será conveniente centrar nuestros esfuerzos en los elementos de la categoría “A” y en menor parte de la categoría “B”. Eliminaremos la atención en los elementos de la categoría “C” comprando la totalidad de insumos antes del inicio del proyecto.

#### 4.6.3.2. Modelo con cantidad fija de reorden (Materiales Categoría “A”).

Este modelo requiere el cálculo de los siguientes parámetros:

- Lote económico de compra (EOQ) o ( $x^*$ ).
- Stock de Seguridad (Ss).
- Punto de Pedidos (Pp).

En el primer pedido se solicitan materiales para las tres categorías, el valor de este pedido será considerado en la categoría “C” y será despreciado en los cálculos de la categoría “A” y “B” para evitar que se dupliquen los valores, esta consideración será mencionada en los cálculos asociados a dicha condición.

a. *Determinación del lote económico de compra (EOQ) o ( $x^*$ )*

Para la determinación del lote económico de compra usaremos a siguiente ecuación:

$$x^* = \sqrt{\frac{2 * D * C_p}{PU * C_a}}$$

CÁLCULO DEL LOTE ECONÓMICO DE COMPRA.	
<i>Datos:</i>	
Ca (%)	16.84
Cp (US\$/pedido)	35.9

COD	DESCRIPCION	U	PU	DEMANDA (Cantidad Proyecto)	TOTAL	X*	Número de pedidos (calculado)
A001	CEMENTO	SACO	\$ 7.00	945	\$ 6,612.39	240	3.94
A002	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	5,489	\$ 5,653.42	1,507	3.64
A003	Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 9.35	350	\$ 3,272.50	126	2.77
A004	PUERTA HIERRO-MADERA	U	\$ 140.00	20	\$ 2,800.00	8	2.56
A005	VENTANA DE HIERRO	M2	\$ 32.11	61	\$ 1,961.92	28	2.15
A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	6,625	\$ 1,921.25	3,121	2.12
A007	PERFIL ESTRUCTURAL	KG	\$ 1.15	1,500	\$ 1,725.00	746	2.01
A008	PROTECCION VARILLA 3/8"	M2	\$ 16.80	61	\$ 1,026.48	39	1.55
A009	RIPIO	M3	\$ 8.00	114	\$ 912.96	78	1.46
A010	BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	\$ 0.27	3,375	\$ 907.20	2,314	1.46
A011	Caballote Eurolit (15"x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 7.89	110	\$ 867.90	77	1.43
Elaborado por: Roberto Villacis Tabla: 4.6.3.2.a Fuente: Clasificación ABC)					<b>TOTAL</b>	<b>\$ 27,661.02</b>	
						(Valor de la categoría A)	

La tabla muestra la cantidad de material ( $x^*$ ) que genera el menor costo de inventario, al dividir la demanda (D) para este valor ( $x^*$ ) obtendríamos el número de pedidos a realizar, resultado expresado en la mayoría de casos en decimales. El objetivo será buscar un número entero de pedidos con cantidades iguales a ordenar en cada uno de ellos, tenemos 2 opciones: redondear al múltiplo superior (opción A) o redondear al múltiplo inferior (opción B), la respuesta será la que genere los menores costos de inventario. El cálculo se lo muestra en la siguiente tabla:

ANÁLISIS DE LA MEJOR OPCIÓN DE COMPRA EN FUNCIÓN DEL NÚMERO DE PEDIDOS															
Datos							Análisis opción A y B						Respuesta		
COD	U	PU	DEMANDA (Cantidad Proyecto)	TOTAL	$x^*$	Número de pedidos (calculado)	Número de pedidos (A)	Número de pedidos (B)	x (A)	x (B)	CT (A)	CT (B)	Número de pedidos (final)	x (final)	CT
A001	SACO	\$ 7.00	945	\$ 6,612.39	240	3.94	4	3	236	315	282.79	293.29	4.00	236	282.79
A002	KG	\$ 1.03	5,489	\$ 5,653.42	1,507	3.64	4	3	1372	1830	262.60	266.37	4.00	1372	262.60
A003	U	\$ 9.35	350	\$ 3,272.50	126	2.77	3	2	117	175	199.55	209.57	3.00	117	199.55
A004	U	\$ 140.00	20	\$ 2,800.00	8	2.56	3	2	7	10	186.29	189.68	3.00	7	186.29
A005	M2	\$ 32.11	61	\$ 1,961.92	28	2.15	3	2	20	31	162.76	154.40	2.00	31	154.40
A006	U	\$ 0.29	6,625	\$ 1,921.25	3,121	2.12	3	2	2208	3313	161.62	152.68	2.00	3313	152.68
A007	KG	\$ 1.15	1,500	\$ 1,725.00	746	2.01	3	2	500	750	156.12	144.42	2.00	750	144.42
A008	M2	\$ 16.80	61	\$ 1,026.48	39	1.55	2	1	31	61	115.01	122.33	2.00	31	115.01
A009	M3	\$ 8.00	114	\$ 912.96	78	1.46	2	1	57	114	110.24	112.77	1.00	114	112.77
A010	U	\$ 0.27	3,375	\$ 907.20	2,314	1.46	2	1	1688	3375	109.99	112.29	2.00	1688	109.99
A011	U	\$ 7.89	110	\$ 867.90	77	1.43	2	1	55	110	108.34	108.98	2.00	55	108.34
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 27,661.02</b>	<b>Elaborado por: Roberto Villacis    Tabla: 4.6.3.2.b</b>										

Este es el cálculo matemático, pero estos valores se los deben adaptar a las condiciones particulares de la industria de la construcción de viviendas y particularmente al proyecto en análisis. En el proyecto existen condiciones que limitan la aplicabilidad del método, para aclarar la situación se requiere determinar los consumos diarios de los insumos correspondientes a las categorías “A” y “B”.

La tabla 4.6.3.2.c muestra los consumos diarios de material para el proyecto analizado, se la obtuvo a partir del análisis de precios unitarios y el cronograma valorado. Se puede observar cuanto y en que período (días en este caso) se requiere cualquier material de las categorías A y B.

**INSUMOS POR PERÍODO PARA LOS MATERIALES DE LA CATEGORÍA "A" Y "B" DEL PROYECTO**

COD	Material	Cantidad	PU	U	Precio Total	Categoría	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4				Comentario				
							Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves					
							Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12	Periodo 13	Periodo 14	Periodo 15	Periodo 16	Periodo 17	Periodo 18	Periodo 19	Periodo 20	Periodo 21	Periodo 22	Periodo 23	Periodo 24	Periodo 25					
A001	CEMENTO	944.63	7.00	SACO	6,612.41	Categoría A					109.20					130.17	166.62	169.95	98.79	82.44					55.25	35.15	1.16		21.70			0.87	0.29	36.74	36.30	Si es aplicable
A002	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	5,488.76	1.03	KG	5,653.42			780.10	780.10	780.10	780.10						768.40	768.40	693.56							69.00	69.00									Si es aplicable
A003	Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	350.00	9.35	U	3,272.50																							122.50	122.50	105.00						No es aplicable
A004	PUERTA HIERRO-MADERA	20.00	140.00	U	2,800.00																							20.00								No es aplicable
A005	VENTANA DE HIERRO	61.10	32.11	M2	1,961.92																							61.10								No es aplicable
A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	6,625.20	0.29	U	1,921.31														1,656.30	1,656.30						1,656.30	1,656.30									Si es aplicable
A007	PERFIL ESTRUCTURAL	1,500.00	1.15	KG	1,725.00																							525.00	525.00	450.00						No es aplicable
A008	PROTECCION VARILLA 3/8"	61.10	16.80	M2	1,026.48																							61.10								No es aplicable
A009	RIPIO	114.12	8.00	M3	912.96							35.03																								No es aplicable
A010	BLOQUE PESADO DE 10X20X40	3,375.00	0.27	U	907.20															1,687.50	675.00						1,012.50									No es aplicable
A011	Caballote Eurolit (15"x 1.10) 6 ondas perfil 7	110.00	7.89	U	867.90																							38.50	38.50	33.00						No es aplicable
B001	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	398.94	2.10	U	837.77												45.90	45.90	102.34	34.20	34.20					77.20	59.20	0.00							Si es aplicable	
B002	ARENA	102.33	8.00	M3	818.64						11.27						4.15	9.34	15.57	16.02	12.31					11.57	7.56	0.30		3.71		0.30	0.15	5.49	4.60	No es aplicable
B003	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	314.84	2.39	KG	752.47																						39.60	39.60	39.60	89.44					Si es aplicable	
B004	INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	10.00	62.34	U	623.39																											10.00				No es aplicable
B005	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	840.00	0.67	M	562.41																											840.00				No es aplicable
B006	PUERTA ALUMINIO NATURAL	10.00	51.75	M	517.50																					10.00									No es aplicable	
B007	TUBO PVC 110 MM X 3 M	50.30	8.89	U	447.17																							4.40								No es aplicable
B008	VIDRIO CLARO 3MM	67.20	6.54	M2	439.49																														No es aplicable	
B009	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	960.00	0.41	M	395.24																											480.00	480.00			No es aplicable
B010	LAVAMANOS 4" LINEA JAZZ CROMO	10.00	37.33	U	373.30																											10.00				No es aplicable
B011	ALFAJÍA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	133.39	2.51	U	334.65												10.30	10.30	67.59	22.60	22.60														No es aplicable	
B012	PIEDRA BASÍLICA	5,283.00	0.06	U	316.98																															No es aplicable
B013	TUB. PVC ROSCABLE 1/2"	240.00	1.24	ML	297.60																															No es aplicable
B014	FREGADERO 8" LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	10.00	28.94	U	289.41																															No es aplicable
B015	PINGOS	268.50	0.95	M	255.08																															Si es aplicable
B016	LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	10.00	25.39	U	253.90																															No es aplicable
B017	TUBO PVC 50 MM. X 3 M	61.80	4.08	U	252.14																															No es aplicable
Elaborado por: Roberto Villacís		Fuente: APU, Cronograma Valorado		TOTAL	35,428.2																										Tabla 4.6.3.2.c.					

Una de las condiciones limitantes del proyecto es que existen materiales que solo se requieren por uno, dos, o tres días, haciendo que matemáticamente sea posible obtener un lote económico de compra, pero que en la práctica este no sea aplicable. Por ejemplo: el material: Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7 (Cod: A003), solo se utilizará por tres días, teóricamente deberíamos hacer tres pedidos (Ver tabla 4.6.3.2.b), el primero al inicio del proyecto y dos restantes en el lapso de tres días, situación que en la práctica no es recomendable.

Es necesario analizar si existe la posibilidad de aplicar lote económico de compra material a material. Por ejemplo: el ripio (Cod: A009) se ordena la totalidad del mismo al inicio del proyecto, dejando la cantidad correspondiente en cada vivienda “Tipo”, por tanto a pesar de que el cálculo refleja que la mejor opción es realizar 2 pedidos en el cálculo de costo total de inventario asumiremos un único pedido respondiendo a la realidad del medio de la construcción.

De la Tabla 4.6.3.2.c, podemos concluir que el método es aplicable para los siguientes elementos:

<b>MATERIALES CON POSIBILIDAD DE APLICACIÓN DEL PROCESO.</b>		
<b>Categoría</b>	<b>COD</b>	<b>Descripción</b>
Categoría “A”	A001	CEMENTO
	A002	ACERO F’Y=4200 KG/CM2
	A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40
Categoría “B”	B001	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M
	B003	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18
	B015	PINGOS
Elaborado por: Roberto Villacis		
Fuente: Tabla 4.6.3.2.c		

b. *Determinación del stock de seguridad (Ss)*

Las fluctuaciones en la demanda obligan a calcular un stock de seguridad (Ss) que brinde respaldo del constante flujo de los insumos hacia producción. La ecuación es la siguiente:

$$Ss = u * \sqrt{Dm^2 \times \sigma_{PR}^2 + P_{RM} \times \sigma_{Dm}^2}$$

El coeficiente multiplicador (u) se lo escoge de acuerdo al nivel de servicio que vamos a dar, en nuestro caso adoptaremos el valor de 90 %, por tanto, el coeficiente multiplicador (u) será igual a 1.28.

Calcularemos el stock de seguridad (Ss) para los materiales de la categoría “A” y “B”, el proceso será dividido en tres partes: la primera con el análisis de los datos del proveedor (Ferretería Padilla), la segunda con los datos de la demanda del proyecto, la tercera con la determinación del stock de seguridad propiamente dicho.

*b.1 Datos del proveedor*

Usando el registro histórico del desenvolvimiento del proveedor (Ferretería Padilla), obtenemos los siguientes datos, procedemos a determinar la desviación estándar del plazo de reaprovisionamiento ( $\sigma_{PR}$ ) y el período de reaprovisionamiento medio ( $P_{RM}$ ). La desviación estándar será calculada con a siguiente ecuación, rrespondientes a datos agrupados.

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (xi^2 \times fi) - \frac{[\sum_{i=1}^N (xi \times fi)]^2}{N}}{N}}$$

DETERMINACIÓN DE ( $P_{RM}$ , $\sigma_{PR}$ ) PARA EL PROVEEDOR.			
Tiempo de entrega (días) ( $x_i$ )	Frecuencia ( $f_i$ )	$x_i \cdot f_i$	$x_i^2 \cdot f_i$
1	15	15	15.00
2	7	14	28.00
3	1	3	9.00
4	1	4	16.00
5	1	5	25.00
$\Sigma$	25	41	93.00
SOLUCIÓN			
$P_{RM}$	1.64		
$\sigma_{PR}$	1.02		
Fuente: Fundación VIDA			
Elaborado por: Roberto Villacis			
Tabla: 4.6.3.2.d			

El proveedor (Ferretería Padilla) muestra buen historial, el promedio que tarda una orden desde que se emite hasta que llega a bodega es de 1.64 días. Las relaciones laborales con Fundación VIDA son cordiales, los niveles de servicio, calidad y precio son aceptables.

*b.2. Datos de la demanda.*

La tabla 4.6.3.2.c, muestra los requerimientos (demanda) diarios de los insumos que vamos a utilizar en el proyecto. Con estos datos de las fluctuaciones de la demanda determinaremos la desviación estándar de la demanda ( $\sigma_{Dm}$ ) y la demanda media ( $Dm$ ) para los insumos en análisis. La determinación está explicada en el siguiente cuadro:

DETERMINACIÓN DE (Dm, σDm) PARA LA DEMANDA.					
CATEGORÍA "A"					
SEMANA	PERÍODO	DÍA	MATERIAL		
			CEMENTO	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	BLOQUE PESADO 15X20X40 DE
SEMANA 1	Período 1	Lunes	0.00	0	0
	Período 2	Martes	0.00	780.1	0
	Período 3	Miércoles	0.00	780.1	0
	Período 4	Jueves	0.00	780.1	0
	Período 5	Viernes	109.20	780.1	0
SEMANA 2	Período 8	Lunes	0.00	0	0
	Período 9	Martes	0.00	0	0
	Período 10	Miércoles	130.17	768.4	0
	Período 11	Jueves	166.62	768.4	0
	Período 12	Viernes	169.95	693.56	0
SEMANA3	Período 15	Lunes	98.79	0	1656.3
	Período 16	Martes	82.44	0	1656.3
	Período 17	Miércoles	0.00	0	0
	Período 18	Jueves	0.00	0	0
	Período 19	Viernes	55.25	69	1656.3
SEMANA 4	Período 22	Lunes	35.15	69	1656.3
	Período 23	Martes	1.16	0	0
	Período 24	Miércoles	0.00	0	0
	Período 25	Jueves	21.70	0	0
CÁLCULOS	<b>Dm</b>		<b>45.81</b>	<b>288.88</b>	<b>348.69</b>
	<b>σDm</b>		<b>60.99</b>	<b>374.17</b>	<b>693.75</b>
Elaborado por: Roberto Villacis					
Fuente: APU, Cronograma Valorado					
Tabla 4.6.3.2.e1					

b.3 Cálculo del Stock de Seguridad (Ss).

Con los datos del proveedor (b.1.) y de la demanda (b.2) calcularemos el stock de seguridad propiamente dicho, la ecuación utilizada en el cuadro es la siguiente:

$$Ss = u * \sqrt{Dm^2 \times \sigma_{PR}^2 + P_{RM} \times \sigma_{Dm}^2}$$

CÁLCULO DEL STOCK DE SEGURIDAD (Ss).	
Datos	
Nivel de Servicio	90%
Coficiente multiplicador (u)	1.28
Promedio del Período de reaprovisionamiento (PRM)	1.64
Desviación estandar del período de reaprovisionamiento (σPR)	1.02

COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL	CATEGORÍA	Dm	σ <sub>Dm</sub>	Ss
A001	CEMENTO	SACO	\$ 7.00	944.63	\$ 6,612.39	"A"	45.81	60.99	116
A002	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	5,488.76	\$ 5,653.42		288.88	374.17	719
A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	6,625.00	\$ 1,921.25		348.69	693.75	1224
Elaborado por: Roberto Villacis						Fuente: Tabla 4.6.3.2.d y 4.6.3.2.e			
Tabla 4.6.3.2.f									

Estos valores nos darán seguridad en cuanto a las fluctuaciones de la demanda en el proyecto de viviendas, su cálculo podría estar sujeto a correcciones en caso de detectarse que este nivel es excesivo o insuficiente.

c. *Determinación del Punto de Pedidos (Pp).*

Se deberá determinar el instante en el cual es necesario realizar el pedido, impidiendo que exista déficit de materiales desde que se lanza la orden hasta que estos lleguen a bodega, a este nivel se lo conoce con el nombre de punto de pedidos y la ecuación para el cálculo es la siguiente:

$$Pp = (Dm \times P_{RM}) + Ss$$

En la administración de materiales para la metodología propuesta, cada vez que el nivel de los materiales de categoría "A" descienda hasta el nivel del punto de pedidos (Pp) el software especializado deberá lanzar la orden de pedido, de manera que exista suficiente tiempo para el reaprovisionamiento, así aseguramos el constante flujo de los materiales hacia producción. El cálculo se lo detalla a continuación:

CÁLCULO DEL PUNTO DE PEDIDOS (Pp).	
Datos.	
Promedio del Período de reaprovisionamiento (PRM)	1.64

COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL	CATEGORÍA	Dm	Ss	Pp
A001	CEMENTO	SACO	\$ 7.00	944.63	\$ 6,612.39	"A"	45.8121	116.35	<b>192</b>
A002	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	5,488.76	\$ 5,653.42		288.882	719.08	<b>1193</b>
A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	6,625.00	\$ 1,921.25		348.695	1224.12	<b>1796</b>
Elaborado por: Roberto Villacis						Fuente: Table 4.6.3.2.f			
Tabla 4.6.3.2.g									

#### 4.6.3.3. Modelo con período fijo de reorden (Materiales Categoría “B”).

El modelo requiere el cálculo de los siguientes parámetros:

- Período de Revisión.
- Stock de Seguridad (Ss).
- Nivel Objetivo (No).

##### a. *El Período de revisión*

Es el rango de tiempo en el cual se deben hacer las verificaciones del nivel del inventario de todos los materiales de categoría “B”, para que se emitan las órdenes de pedido por la cantidad que se requiere para llegar al Nivel Objetivo (No). Por tratarse de un proyecto que dura alrededor de un mes, será conveniente que estos períodos de revisión sean semanales.

##### b. *Stock de Seguridad (Ss)*

Seguiremos el mismo procedimiento que para los materiales de la categoría “A” (ver 4.6.3.2 literal b).

##### b.1. *Datos del proveedor.*

Puesto que el proveedor es el mismo, los datos obtenidos anteriormente no variarán, de manera que:

$$P_{RM} = 1.64 \text{ días}$$

$$\sigma_{PR} = 1.02 \text{ días.}$$

b.2. Datos de la demanda.

Aplicando la misma metodología obtenemos los siguientes resultados para los materiales de la categoría B:

DETERMINACIÓN DE (Dm, σDm) PARA LA DEMANDA.					
CATEGORÍA "B"					
SEMANA	PERÍODO	DÍA	MATERIAL		
			TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	PINGOS
SEMANA 1	Período 1	Lunes	0.00	0	0
	Período 2	Martes	0.00	39.6	0
	Período 3	Miércoles	0.00	39.6	0
	Período 4	Jueves	0.00	39.6	0
	Período 5	Viernes	0.00	89.44	0
SEMANA 2	Período 8	Lunes	0.00	0	0
	Período 9	Martes	0.00	0	0
	Período 10	Miércoles	45.90	32.7	0
	Período 11	Jueves	45.90	32.7	0
	Período 12	Viernes	102.34	34.6	61.5
SEMANA3	Período 15	Lunes	34.20	1.6	20.5
	Período 16	Martes	34.20	1.6	20.5
	Período 17	Miércoles	0.00	0	0
	Período 18	Jueves	0.00	0	0
	Período 19	Viernes	77.20	1.7	83
SEMANA 4	Período 22	Lunes	59.20	1.7	83
	Período 23	Martes	0.00	0	0
	Período 24	Miércoles	0.00	0	0
	Período 25	Jueves	0.00	0	0
CÁLCULOS		<b>Dm</b>	<b>21.00</b>	<b>16.57</b>	<b>14.13</b>
		<b>σDm</b>	<b>31.72</b>	<b>24.53</b>	<b>28.49</b>
Elaborado por: Roberto Villacis					
Fuente: APU, Cronograma Valorado					
Tabla 4.6.3.3.a					

b.3. Cálculo del Stock de Seguridad (Ss).

Con los datos del proveedor y de la demanda procedemos a calcular el stock de seguridad propiamente dicho, la ecuación utilizada en el cuadro es la siguiente:

$$Ss = u * \sqrt{Dm^2 \times \sigma_{PR}^2 + P_{RM} \times \sigma_{Dm}^2}$$

CÁLCULO DEL STOCK DE SEGURIDAD (Ss).	
Datos	
Nivel de Servicio	90%
Coficiente multiplicador (u)	1.28
Promedio del Período de reaprovisionamiento (PRM)	1.64
Desviación estandar del período de reaprovisionamiento (σPR)	1.02

COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	CANTIDAD PROYECTO	TOTAL	CATEGORÍA	Dm	σ <sub>Dm</sub>	Ss
B001	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	\$ 2.10	398.94	\$ 837.78	"B"	21.00	31.72	<b>59</b>
B003	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	\$ 2.39	314.84	\$ 752.46		16.57	24.53	<b>46</b>
B015	PINGOS	M	\$ 0.95	268.50	\$ 255.08		14.13	28.49	<b>50</b>
Elaborado por: Roberto Villacis Fuente: Tabla 4.6.3.2.d y 4.6.3.2.e									
Tabla 4.6.3.3.b									

c. *Nivel Objetivo (No)*

Para determinar el nivel objetivo deberemos tener en cuenta las demandas diarias dentro del período de revisión, la demanda en el plazo de reaprovisionamiento y un stock de seguridad que nos resguarde de las variaciones que puedan existir en el consumo de los materiales, la ecuación es la siguiente:

$$No = D + D_{pre} + Ss$$

de donde:

No: Nivel Objetivo

$D_{pre}$ : Demanda período de reaprovisionamiento

Ss: Stock de seguridad.

D: Demanda (dentro del período de revisión).

Para determinar el valor de la demanda en el período de revisión (semana), vamos a sumar los respectivos consumos diarios en cada semana, seleccionando por seguridad el máximo valor de la demanda en cada período analizado, el cálculo se detalla en la siguiente tabla:

DETERMINACIÓN DEL NIVEL OBJETIVO (No).					
SEMANA	PERÍODO	DÍA	MATERIAL		
			TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	PINGOS
SEMANA 1	Período 1	Lunes	0.00	0	0
	Período 2	Martes	0.00	39.6	0
	Período 3	Miércoles	0.00	39.6	0
	Período 4	Jueves	0.00	39.6	0
	Período 5	Viernes	0.00	89.44	0
TOTAL SEMANA			0.00	208.24	0.00
SEMANA 2	Período 8	Lunes	0.00	0	0
	Período 9	Martes	0.00	0	0
	Período 10	Miércoles	45.90	32.7	0
	Período 11	Jueves	45.90	32.7	0
	Período 12	Viernes	102.34	34.6	61.5
TOTAL SEMANA			194.14	100.00	61.50
SEMANA 3	Período 15	Lunes	34.20	1.6	20.5
	Período 16	Martes	34.20	1.6	20.5
	Período 17	Miércoles	0.00	0	0
	Período 18	Jueves	0.00	0	0
	Período 19	Viernes	77.20	1.7	83
TOTAL SEMANA			145.60	4.90	124.00
SEMANA 4	Período 22	Lunes	59.20	1.7	83
	Período 23	Martes	0.00	0	0
	Período 24	Miércoles	0.00	0	0
	Período 25	Jueves	0.00	0	0
TOTAL SEMANA			59.20	1.70	83.00
Dm (diario)			21.00	16.57	14.13
MÁXIMA DEMANDA SEMANAL (demanda período de revisión)			194.14	208.24	124.00
STOCK DE SEGURIDAD (Ss)			58.72	45.62	50.18
PROMEDIO DEL PERIODO DE REAPROVISIONAMIENTO (Pre)= 1.56 días					
DEMANDA PERÍODO DE REAROVISIONAMIENTO (Dpre)			32.76	25.85	22.05
<b>NIVEL OBJETIVO (No)</b>			<b>286</b>	<b>280</b>	<b>196</b>
Elaborado por: Roberto Villacis					
Fuente: APU, Cronograma Valorado			Tabla 4.6.3.3.c		

Los pedidos se harán los días viernes de cada semana y se ordenará la diferencia que se requiere para llegar al nivel objetivo.

#### 4.6.3.4. Cálculo de los Costos de inventario para el proyecto (Proceso Propuesto).

Usando la metodología propuesta, calcularemos los costos de inventario, dividiendo el proceso para cada categoría (“A”, “B” y “C”), esto por las características particulares de administración de cada una de ellas.

##### 1. Costo de inventario para materiales de la categoría “A”.

COSTOS DE INVENTARIO PARA MATERIALES CATEGORÍA “A”.									
COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	DEMANDA (Cantidad Proyecto)	TOTAL	Número de pedidos (final)	Ss	x (final)	x*PU
A001	CEMENTO	SACO	\$ 7.00	945	\$ 6,612.39	4.00	116	353	\$ 2,467.57
A002	ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	\$ 1.03	5,489	\$ 5,653.42	4.00	719	2091	\$ 2,154.00
A003	Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 9.35	350	\$ 3,272.50	1.00	---	350	\$ 3,272.50
A004	PUERTA HIERRO-MADERA	U	\$ 140.00	20	\$ 2,800.00	1.00	---	20	\$ 2,800.00
A005	VENTANA DE HIERRO	M2	\$ 32.11	61	\$ 1,961.92	1.00	---	61	\$ 1,961.92
A006	BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	\$ 0.29	6,625	\$ 1,921.25	2.00	1224	4537	\$ 1,315.62
A007	PERFIL ESTRUCTURAL	KG	\$ 1.15	1,500	\$ 1,725.00	1.00	---	1500	\$ 1,725.00
A008	PROTECCION VARILLA 3/8"	M2	\$ 16.80	61	\$ 1,026.48	1.00	---	61	\$ 1,026.48
A009	RIPIO	M3	\$ 8.00	114	\$ 912.96	1.00	---	114	\$ 912.96
A010	BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	\$ 0.27	3,375	\$ 907.20	1.00	---	3375	\$ 907.20
A011	Caballete Eurolit (15"x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	\$ 7.89	110	\$ 867.90	1.00	---	110	\$ 867.90
Elaborado por: Roberto Villacis				<b>TOTAL</b>	\$ 27,661.02	<b>18.00</b>	<b>TOTAL</b>		\$ 19,411.15
Fuente: APU, Cronograma Valorado				Tabla: 4.6.3.4.a					

Solamente se aplicó la metodología del lote económico de compra en los elementos: A001, A002 y A006, en el resto de insumos se hizo un único pedido al inicio del proyecto por la totalidad del requerimiento, ya que aplicar la metodología expuesta no resultaba práctico. El cálculo refleja esta situación, los elementos mencionados anteriormente son los únicos de la tabla que tienen un número de pedidos diferente de uno.

El valor de total de esta categoría es de 27661.02 US\$, pero con el lote económico de compra únicamente estamos almacenando el valor correspondiente a 19411.15 US\$, representando un ahorro en cuanto a los costos relacionados con el inventario. Nótese que en el cálculo se tomó en cuenta el

valor del Stock de Seguridad, ya que este nivel extra representa un costo adicional que debe ser afrontado por la organización.

En el primer pedido realizamos en la misma orden los pedidos para todos los materiales (categorías “A”, “B” y “C”), este valor es considerado en el cálculo del costo de inventario para los materiales de la categoría “C”. Por tanto el número de pedidos en la categoría “A” no serán 18 sino que a cada material deberemos restar el pedido correspondiente a la primera vez que ordenamos los materiales, caso contrario estaríamos aumentando erróneamente los costos de lanzamiento de pedidos.

$$N_{pedidos} = 18 - 11 = 7 \text{ pedidos}$$

El valor de la mercancía será la correspondiente a la cantidad de material almacenado bajo las condiciones propuestas multiplicado por el precio unitario respectivo. En esta

$$CT = N_{pedidos} * C_p + \frac{\text{Valor mercancía}}{2} * C_a$$
$$CT_{A''} = 7 * 35.90 + \frac{19411.15}{2} * 0.1684 = 1885.72 \text{ US\$}$$

## 2. Costo de inventario para materiales de la categoría “B”.

En esta categoría se analizó que era posible aplicar la metodología propuesta para tres elementos (B001, B003 y B015), en el resto de insumos existían condiciones que limitaban la aplicabilidad de la teoría de inventarios y por tanto se ordenará la totalidad del embarque al inicio del proyecto.

Para los elementos que se calculó el Nivel Objetivo (No) se utilizará el modelo de período fijo de reorden, los viernes de cada semana se emitirá la orden de pedido para estos tres elementos (B001, B003 y B015) por la cantidad que se requiera para alcanzar el Nivel Objetivo (No), dado que el proyecto durará 4 semanas por tanto se lanzará cuatro pedidos, con la misma consideración que para los materiales de categoría “A” (no se tomará en cuenta el primer pedido).

La siguiente tabla muestra el cálculo del valor económico de los insumos de la categoría “B” que no se aplicó la teoría de inventarios sino que se ordenó la totalidad del embarque en el inicio del proyecto.

COSTOS DE INVENTARIO PARA MATERIALES CATEGORÍA "B".								
COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	DEMANDA (Cantidad Proyecto)	TOTAL	Número de pedidos (final)	x (final)	x*PU
B002	ARENA	M3	\$ 8.00	102.33	\$ 818.65	1.00	102.33	\$ 818.65
B004	INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	U	\$ 62.34	10.00	\$ 623.39		10.00	\$ 623.39
B005	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	M	\$ 0.67	840.00	\$ 562.41		840.00	\$ 562.41
B006	PUERTA ALUMINIO NATURAL	M	\$ 51.75	10.00	\$ 517.50		10.00	\$ 517.50
B007	TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	\$ 8.89	50.30	\$ 447.17		50.30	\$ 447.17
B008	VIDRIO CLARO 3MM	M2	\$ 6.54	67.21	\$ 439.55		67.21	\$ 439.55
B009	CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	M	\$ 0.41	960.00	\$ 395.24		960.00	\$ 395.24
B010	LAVAMANOS 4" LINEA JAZZ CROMO	U	\$ 37.33	10.00	\$ 373.30		10.00	\$ 373.30
B011	ALFAJIA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	U	\$ 2.51	133.39	\$ 334.65		133.39	\$ 334.65
B012	PIEDRA BASÍLICA	U	\$ 0.06	5,283.00	\$ 316.98		5283.00	\$ 316.98
B013	TUB. PVC ROSCABLE 1/2"	ML	\$ 1.24	240.00	\$ 297.60		240.00	\$ 297.60
B014	FREGADERO 8" LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	U	\$ 28.94	10.00	\$ 289.41		10.00	\$ 289.41
B016	LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	U	\$ 25.39	10.00	\$ 253.90		10.00	\$ 253.90
B017	TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	\$ 4.08	61.80	\$ 252.14		61.80	\$ 252.14
Elbaorado por: Roberto Villacis							<b>TOTAL</b>	<b>\$ 5,921.90</b>
Fuente: APU, Cronograma Valorado					Tabla: 4.6.3.4.b			

Para los elementos que se aplicará el modelo con período fijo de reorden (B001, B003 y B015), se tendrá en cuenta que la cantidad almacenada será la correspondiente al Nivel Objetivo (No), el valor económico del lote será el equivalente a la multiplicación de este nivel y el precio unitario para cada insumo constituyente. La siguiente tabla muestra el cálculo expresado:

COSTOS DE INVENTARIO PARA MATERIALES CATEGORÍA "B".								
COD	DESCRIPCIÓN	U	PU	DEMANDA (Cantidad Proyecto)	TOTAL	Número de pedidos (final)	Nivel Objetivo (No)	NoxPU
B001	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	\$ 2.10	398.94	\$ 837.78	4	285.62	\$ 599.80
B003	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	\$ 2.39	314.84	\$ 752.46		279.71	\$ 668.50
B015	PINGOS	M	\$ 0.95	268.50	\$ 255.08		196.22	\$ 186.41
Elaborado por: Roberto Villacis					\$ 1,845.31		<b>TOTAL</b>	<b>\$ 1,454.70</b>
Fuente: APU, Cronograma Valorado					Tabla: 4.6.3.4.c			

Para el cálculo de los costos totales de inventario se aplicará la misma ecuación, teniendo en cuenta que el número de pedidos será igual a 3 ya que uno está considerado en los costos totales de inventario para la categoría C, de manera que:

$$N_{pedidos} = 4 - 1 = 3 \text{ pedidos}$$

$$CT = N_{pedidos} * C_p + \frac{\text{Valor mercancía}}{2} * C_a$$

$$CT_{"B"} = 3 * 35.90 + \frac{(5921.90 + 1454.70)}{2} * 0.1684 = 728.81 \text{ US\$}$$

### 3. Costo de inventario para materiales de la categoría "C".

Estos materiales por ser numerosos y de bajo costo se realiza un único pedido por la totalidad del requerimiento, el valor de la mercancía será el correspondiente al valor de la categoría "C" (Ver clasificación ABC), y en este caso se toma en cuenta el primer pedido que se venía arrastrando en las categorías anteriores.

$$CT = N_{pedidos} * C_p + \frac{\text{Valor mercancía}}{2} * C_a$$

$$CT_{"C"} = 1 * 35.90 + \frac{2319.57}{2} * 0.1684 = 231.21 \text{ US\$}.$$

### 4. Costo de inventario para la metodología propuesta.

El costo de inventario bajo las condiciones propuestas será la correspondiente suma algebraica de los costos de inventario de las tres categorías:

$$CT = CT_A + CT_{"B"} + CT_{"C"}$$

$$CT = 1885.72 + 728.81 + 231.21 = 2845.74 \text{ US\$}$$

#### 4.6.3.3.1. Cálculo del costo total real del inventario (CTr).

$$\text{Costo total real (CTr)} = \text{CT} + \text{Valor de la mercancía}$$

$$\text{Costo total real (CTr)} = 2845.74 + 37747.80 = 40593.54\text{US\$}.$$

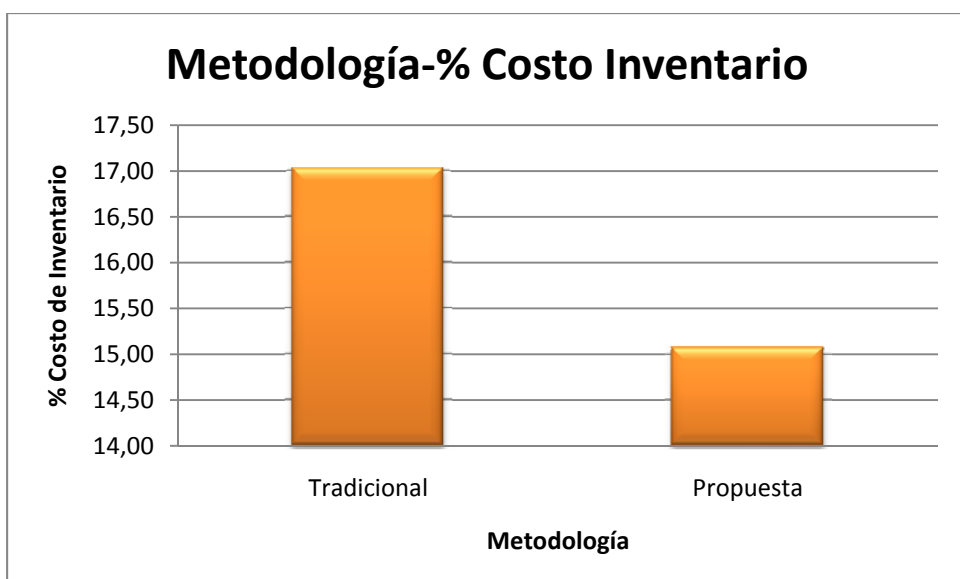
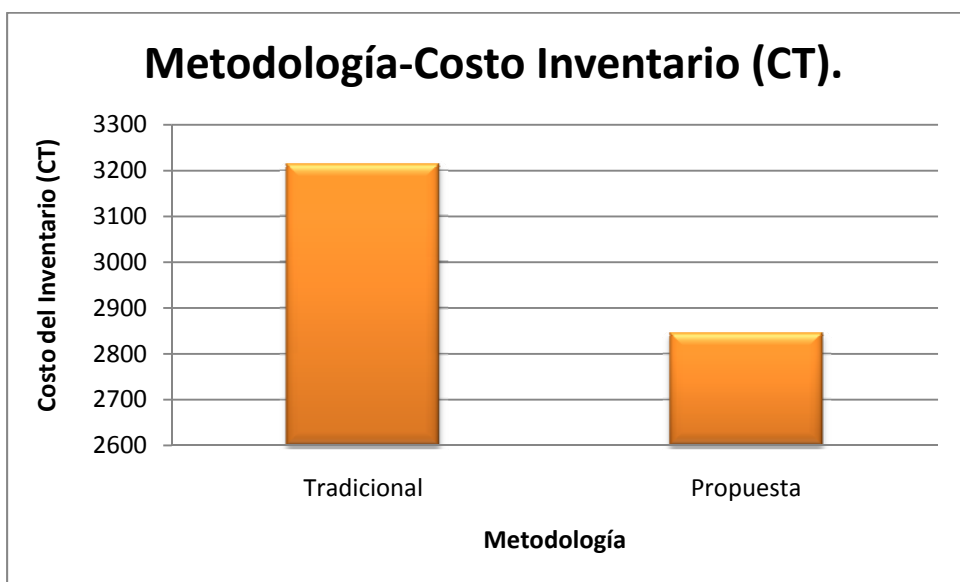
#### 4.7. Comparación entre el proceso tradicional y el implementado.

La manera de evaluar los resultados será comparar los costos de inventario obtenidos bajo la administración tradicional, versus los obtenidos usando la metodología propuesta, aquella opción que genere los menores costos de inventario será la de mayor ventaja para la organización y el proyecto.

El cuadro muestra los resultados obtenidos con las dos metodologías:

COMPARACIÓN ENTRE LAS METODOLOGÍAS.						
Metodología	Costo Inventario (CT) (US\$)	Valor Lote (US\$)	Costo Total Real (CTr) (US\$)	% Costo Inventario	Ahorro (US\$)	% Ahorro (respecto a CT)
Tradicional	3214.26	37747.8	40962.06	17.03	368.52	11.5
Propuesta	2845.74		40593.54	15.08		
Elaborado por: Roberto Villacis Fuente: 4.5.2.1.1 y 4.6.3.3.1						
Tabla: 4.7.a.						

La teoría de inventarios busca reducir los costos, considerando que por situaciones particulares del proyecto analizado, la metodología solo se aplicó a seis elementos los resultados son beneficiosos, con un ahorro del 11.5 %.



Elaborado por: Roberto Villacis.

Los gráficos muestran la ventaja económica obtenida con el proceso propuesto, pero estos resultados van más allá. El sistema ofrece seguridad ante fluctuaciones de la demanda, usando el stock de seguridad y el punto de pedidos, cálculos que son importantes para mantener un flujo continuo de materiales hacia producción. Adicionalmente brinda un control de los materiales de acuerdo a la importancia económica de los mismos, se dispone de los flujos de entradas y salidas de los elementos, haciendo que mejore la planificación, reduciendo los costos por robos, pérdidas y deterioro de los insumos.

El proyecto analizado tuvo características que fueron útiles para demostrar las posibles limitaciones del método cuando se lo aplica al campo de la construcción de viviendas, sin embargo, la propuesta tendrá mejores resultados cuando la demanda de los materiales sea durante períodos de tiempo más largos, en proyectos de viviendas de mayor duración.

## **CAPÍTULO 5: CONTROL DE INVENTARIOS.**

### **5.1. Introducción.**

El control es una etapa primordial en la administración, aunque la empresa cuente con magníficos planes, una estructura organizacional adecuada y una dirección eficiente, esta no podrá verificar cuál es su situación real, si no existe un mecanismo que sea capaz de verificar la realidad del desempeño de la organización.

Es necesario comprobar si todo ocurre de conformidad con los objetivos planteados, con las instrucciones emitidas y con los principios establecidos. Señalar las debilidades y errores a fin de rectificarlos e impedir que se produzcan nuevamente.

El control de inventario es la herramienta que nos permite controlar el flujo de materiales desde su recepción hasta su aplicación, para conocer las unidades en existencia del material y evitar malos manejos o aplicaciones indebidas. Cuida no solo el correcto flujo de los mismos dentro de la empresa, sino que vigila también la función de compras, desde el proceso de adquisición hasta su correcta utilización en el área de producción, es decir, el flujo completo del material dentro de la empresa.

Para que la planificación del aprovisionamiento funcione, se requiere de un control de existencias capaz de conocer el volumen de un determinado material en cualquier momento, a partir de este dato y aplicando la teoría de inventario determinaremos la mejor opción de compra para la organización, caso contrario toda la teoría será inútil y difícil de aplicarla. “El control 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 punto en que se necesita comprar más”<sup>12</sup>.

Dado el volumen de operaciones que se manejan tanto administrativas como financieras en un proyecto de construcción de viviendas, estas deben realizarse cuidadosamente, sobre todo en las

---

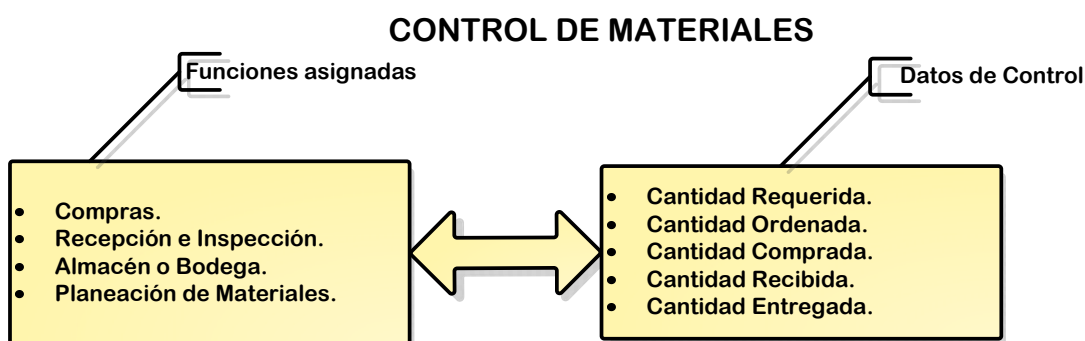
<sup>12</sup> Anzola Rojas Sérvulo. Administración de pequeñas empresas. Editorial Mc Graw Hill. Página 185.

que se encuentren involucrados los fondos, o bien los activos de la empresa, se hace necesario el diseño de un buen sistema de control interno.

El elemento de mayor importancia, por su peso económico en el análisis de precios unitarios para el caso en estudio, son los materiales, la trascendencia de su control es indiscutible. “Debido a la importancia de la inversión en los materiales de un proyecto, es necesario controlar el nivel de pérdidas que, como se dijo previamente, puede alcanzar hasta un 20% del total, reduciendo las utilidades del contratista y normalmente aumentando los costos para el mandante”<sup>13</sup>.

La responsabilidad por las diferentes fases del control de inventarios se asigna a las siguientes funciones:

1. Compras.
2. Recepción e inspección.
3. Almacenes o bodegas.
4. Planeación de materiales.



Fuente: Apuntes Administración de Empresas Constructoras II

---

<sup>13</sup> Alfredo Serpell B. Administración de Operaciones de Construcción. Chile, Editorial Alfaomega S.A., Página 255.

Se verificará el desempeño de las funciones a través de los datos de control que se muestran en el diagrama, el control busca determinar posibles irregularidades y encontrar dentro del flujo de materiales el punto donde estas suceden.

El correcto manejo y control de inventarios, evita muchos problemas relacionados a materiales, es generador de beneficios para la organización en varios aspectos de la misma, los constructores concuerdan que en nuestro medio el control de materiales es deficiente y generador de considerables pérdidas para la organización.

En la construcción de viviendas se tiene una persona a cargo del cuidado y registro del flujo de materiales, la mayoría de las veces no dispone de herramientas correctas que faciliten su trabajo, el uso de un software especializado es necesario, se debe empezar a llevar los registros técnicamente, conociendo en cualquier momento el nivel de las existencias para cualquier artículo deseado.

## **5.2. Medida de los Stocks.**

Para controlar adecuadamente los stocks, el gestor de los inventarios (persona encargada de la administración de los inventarios) debe contar con una serie de medidas y ratios de control que reflejen de la manera más completa la situación del activo circulante y, en su caso, de los recursos puestos a su disposición para el desarrollo de los rubros.

Las magnitudes objeto de medida las podemos agrupar en las siguientes categorías:

- Existencias.
- Movimientos.
- Rotación.
- Cobertura.

1. *La medida de existencias.*- consiste en la cuantificación del activo circulante (es la parte del activo formada por la caja y los recursos del activo que, son transformables en efectivo en el transcurso de los negocios, durante un año).

Las existencia suelen medirse en unidades físicas o número de elementos existentes en el inventario (volumen del inventario), las unidades que se usan en la cuantificación corresponden a las medidas comerciales (quintales, unidades, libras, m3, m2, etc).

2. *La medición de los movimientos del circulante.*- seguir las entradas y salidas de los elementos del inventario requiere de un software especializado, la oficina central será capaz de obtener

datos actuales y en poco tiempo. La medición de los movimientos es necesaria y puede realizarse sobre unidades físicas y excepcionalmente sobre unidades monetarias. Las entradas y salidas pueden medirse pedido a pedido, o en términos periódicos: entradas o salidas diarias, semanales, mensuales, o anuales.

3. *El ratio o tasa de rotación.*- número de veces que, en promedio, la mercancía almacenada se reemplaza durante un período específico, es magnitud fundamental para el control de los inventarios, relaciona las salidas con las existencias. Se define de la siguiente manera:

$$\text{Rotacion} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Existencias}}$$

El numerador de la expresión anterior corresponde a las salidas totales del período específico y en el denominador las existencias medidas de dicho período. El resultado (por ejemplo, 9), quiere decir que el material ha rotado en nuestro almacén 9 veces en el período de tiempo analizado. El ratio de control por excelencia es el de las rotaciones anuales, su análisis resulta más conveniente porque el rango de datos es mayor y más representativo.

Las unidades que se emplean en el numerador y denominador de la expresión deben ser físicas o monetarias y con las mismas unidades de medida.

4. *Cobertura.*- mide el número de días que permiten cubrir las existencias disponibles en cada momento (o las existencias medidas de cierto periodo). La expresión clásica de este indicador es la siguiente:

$$\text{Cobertura} = \frac{\text{Existencias}}{\text{Salidas (anuales)}} \times 365$$

Indica el número de días que las existencias disponibles serán capaces de cubrir la demanda. Si en el numerador se colocan las existencias medidas de un cierto periodo (semana, mes, etc.).

5. *Grado de utilización o de ocupación de los recursos.*- relaciona la capacidad de almacenamiento de la bodega, es un indicador que muestra el grado de ocupación física de un determinado elemento, se lo calcula de la siguiente manera:

$$Utilización = \frac{Existencias}{Capacidad}$$

### 5.3. El sistema de clasificación “ABC”.

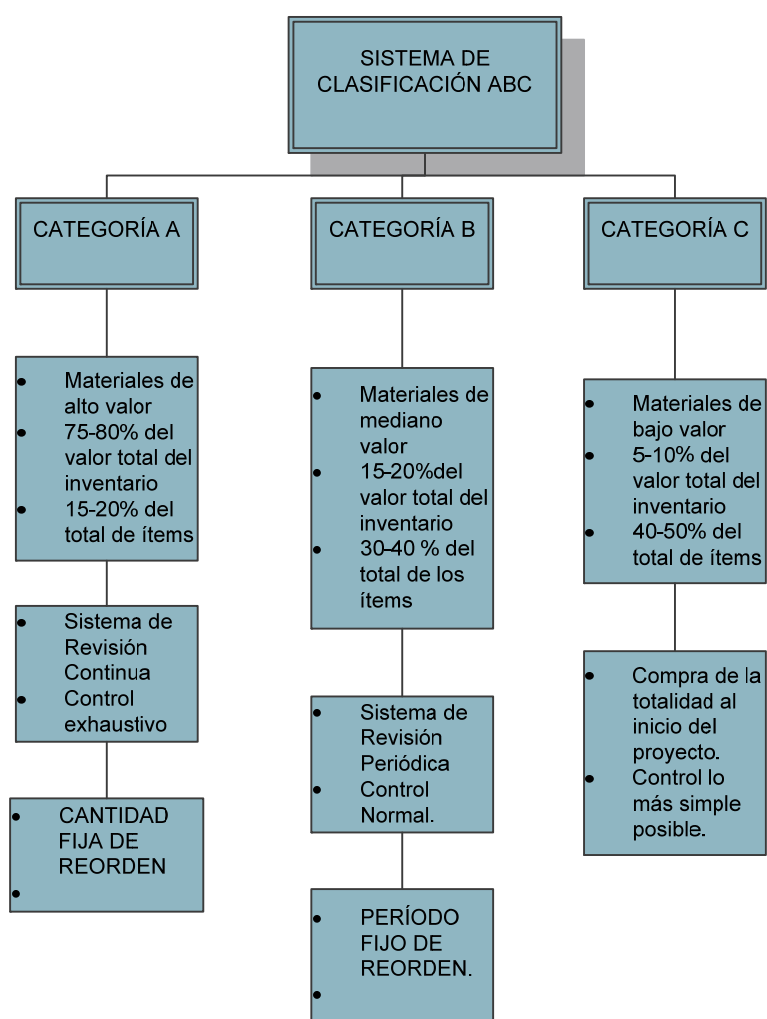
En la construcción de viviendas se tienen diversos elementos necesarios para el desarrollo de los rubros, algunos con mayor prioridad que otros, el sistema “ABC” clasifica estos elementos, para diferenciar aquellos que tienen mayor trascendencia económica y que corresponden a un reducido grupo de elementos (entre un 15 y 20% del total de ítems).

Un proyecto de viviendas tiene en bodega diversidad de artículos con valores unitarios distintos, algunos de estos con bajo costo, otros son costosos y representan gran parte de la inversión de la empresa. Generalmente el 20% de los elementos corresponden al 80% de la inversión en inventario, mientras que el 80% restante corresponden solamente al 20% de dicha inversión, por tanto habrá elementos en los cuales el control será prioritario.

El sistema diferencia los materiales de acuerdo a su “valor”, en tres categorías (alto, medianamente alto, bajo), para así aplicar un esfuerzo de administración y control consecuente con este ordenamiento, basándose en la idea de que pocos artículos tiene alto costo, con necesidad de vigilancia cercana, la metodología propone tres categorías:

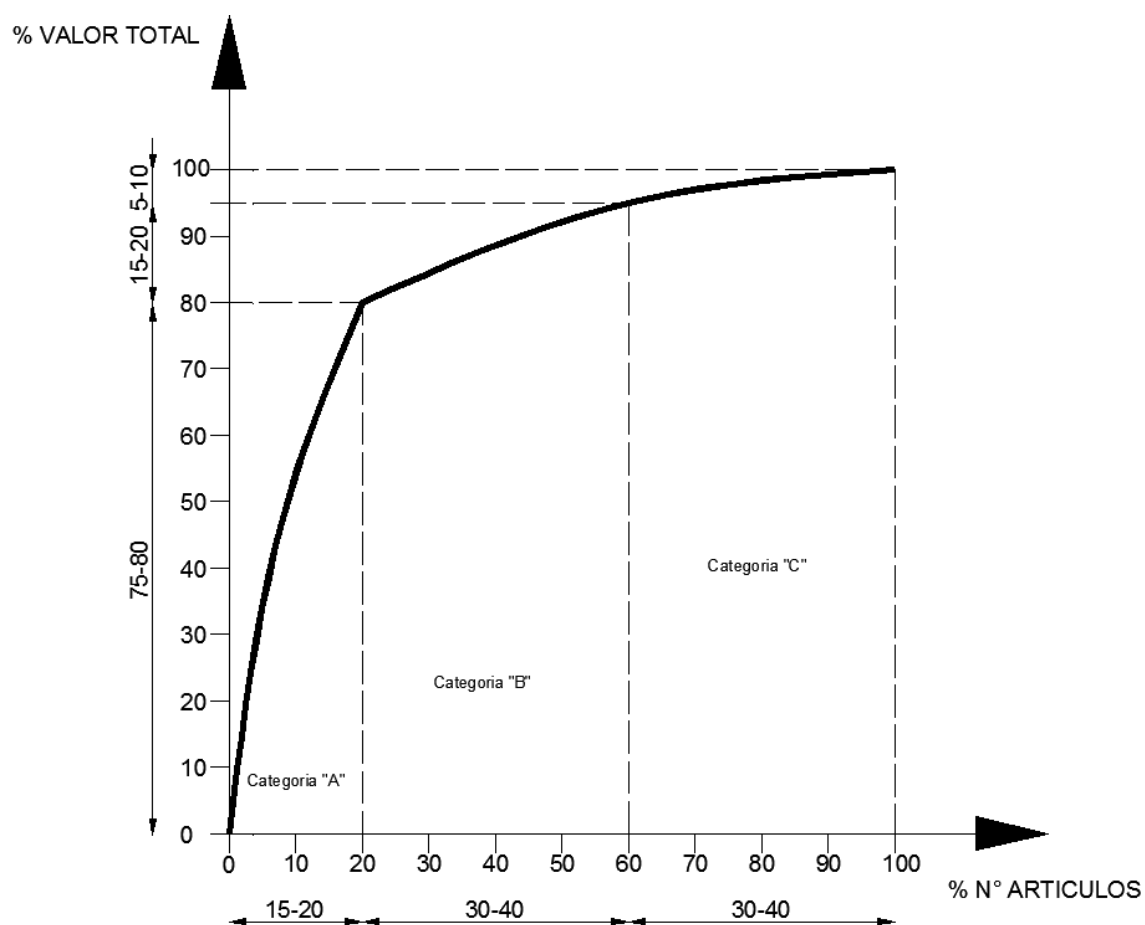
- **Categoría “A”:** materiales de alto valor, que corresponden a un 75-80% del valor total del inventario, y que son entre un 15-20% del total de ítems.
- **Categoría “B”:** aquellos materiales de valor medio, que equivalen a un 15-20% del valor total, y a un 30-40% de todos los ítems.
- **Categoría “C”:** los materiales de menor valor: 5-10% del total, y que son la mayor cantidad de ítems: 40-50% del total.

## CLASIFICACIÓN ABC



Fuente: Administración de Operaciones de Construcción

La curva que representa esta distribución se ilustra en la figura. El valor de los materiales se expresa normalmente en unidades monetarias, y el número de artículos en porcentaje respecto al total de insumos que se tenga almacenado.



### 5.3.1. Características de administración y control del inventario según categoría del elemento.

El sistema de clasificación ABC jerarquiza los elementos de acuerdo a su importancia económica, para que los esfuerzos de administración y control se los aplique en concordancia a su importancia. A continuación se describe parámetros de administración y control para cada categoría.

#### 1. Elementos Categoría "A".

Son elementos de alta prioridad, con control exhaustivo y elevado grado de automatización, será necesario el uso de elementos informáticos para tener de registros completos en cualquier momento. Se hará revisiones frecuentes y análisis de consumos en obra.

Aplicaremos el modelo de cantidad fija de reorden, determinando el lote económico de compras, stock de seguridad y punto de pedidos para cada elemento constituyente del grupo.

El almacenamiento de los materiales será óptimo, siguiendo todas las recomendaciones del fabricante.

## **2. Elementos Categoría “B”.**

Son elementos de mediana prioridad, aunque en casos especiales se los puede considerar de alta prioridad por características del proyecto, mercado o cualquier situación que obligue dicha asignación.

Su control será normal, con buenos registros y revisión periódica del nivel del inventario, en obra se vigilará su utilización escogiendo materiales al azar y verificando consumos.

Usaremos el modelo de período fijo de reorden, con cantidad variable a ordenar de acuerdo al nivel de existencias en el momento de revisión. Su almacenamiento será normal, tomando en cuenta las particularidades de los elementos.

## **3. Elementos Categoría “C”.**

Constituyen los elementos de baja prioridad, su control será lo más simple posible con revisiones periódicas de elementos al azar y registros simples.

Los pedidos serán en lo posible por la cantidad total que se va a usar en obra, su almacenamiento seguirá las mínimas condiciones necesarias con la menor inversión posible.

### **5.3.2. Procedimiento de Cálculo.**

Para efectuar la clasificación ABC se siguen los siguientes pasos:

1. Se realiza una lista de todos los elementos que se va a utilizar en el proyecto o de los cuales se desea hacer la clasificación, la información que debe contener la tabla es la siguiente:
  - a. Código del elemento.- en lo posible se asignará el código del elemento en función de la clasificación ABC, para que a través del mismo se conozca la importancia del insumo.
  - b. Descripción.
  - c. Cantidad (en las respectivas unidades de compra).
  - d. Precio Unitario (PU).
  - e. Costo total (Cantidad x Precio Unitario).
2. Se ordena la lista de manera descendente, de acuerdo al costo total. La información que debe contener la tabla es la siguiente:
  - a. Código del elemento.

- b. Descripción.
  - c. Cantidad (en las respectivas unidades de compra).
  - d. Precio Unitario (PU).
  - e. Costo total (Cantidad x Precio Unitario).
  - f. Orden (importancia económica del elemento el número 1 corresponde al de más alto valor, y así sucesivamente).
3. Se elige un esquema de clasificación. Comúnmente se asigna de la siguiente manera:
- a. Categoría A: el 15% de los ítems.
  - b. Categoría B: el 25% de los ítems.
  - c. Categoría C: el 60% de los ítems.

Estos porcentajes se escogen de acuerdo al criterio del analista, pueden variar en magnitudes pequeñas sin generar grandes cambios en el resultado final.

4. Se añade la columna llamada (Porcentaje Items Acumulado), se la calculará para cada elemento constituyente del análisis, la ecuación que se utiliza es la siguiente:

$$\text{Porcentaje Items Acumulado} = \frac{\text{Orden del elemento}}{\text{Número total de Items}} \times 100$$

5. Siguiendo el esquema asignado en el punto 3 la clasificación será de la siguiente manera:
- a. Categoría A: del 0 al 15% del Porcentaje Items Acumulado.
  - b. Categoría B: del 15 al 40% del Porcentaje Items Acumulado.
  - c. Categoría C: del 40 al 60% del Porcentaje Items Acumulado.

Tendremos tabulados los materiales de mayor valor que corresponden solamente a un 15% del total de los ítems, los materiales de mediano valor que corresponden a un 25% del total de los ítems, y los de bajo valor que corresponden al 60% de la cantidad de elementos constituyentes del inventario.

6. Sumaremos categoría por categoría el costo total de los elementos tipo A, los de tipo B y los de tipo C. La tabla deberá tener la siguiente información:
- a. Categoría.
  - b. Porcentaje de Items.
  - c. Valor del grupo.

- d. Porcentaje del total (relación entre el costo de la categoría y el costo total invertido en el inventario).

Para obtener el porcentaje del total usaremos la siguiente ecuación:

$$\text{Porcentaje del total} = \frac{\text{Valor del grupo}}{\text{Costo total inventario}} \times 100$$

Los valores obtenidos generalmente oscilan de la siguiente manera:

- a. Categoría A: del 75 al 80% del total del inventario.
- b. Categoría B: del 15 al 20 % del total del inventario.
- c. Categoría C: del 5 al 10% del total del inventario.

#### **5.4. Sistemas de Control de Inventarios.**

Son sistemas que buscan mantener el nivel de inventarios en condiciones óptimas, para que la producción reciba el flujo de materiales a tiempo, con las características adecuadas, al costo más bajo y con el correspondiente control del flujo de los mismos.

En la industria de la construcción se requiere utilizar los siguientes tipos:

- a. Sistema de Revisión Continua (Q).
- b. Sistema de Revisión Periódica (P).

En la construcción de viviendas se usan los dos sistemas, por la diversidad de materiales que se necesitan en el desarrollo de los rubros. El Sistema de Revisión Periódica (P), se aplica a los elementos de poco valor (materiales categoría “B”). El Sistema de Revisión Continua (Q) se utiliza para artículos costosos (categoría “A”) en los que se compensa los costos del exhaustivo control.

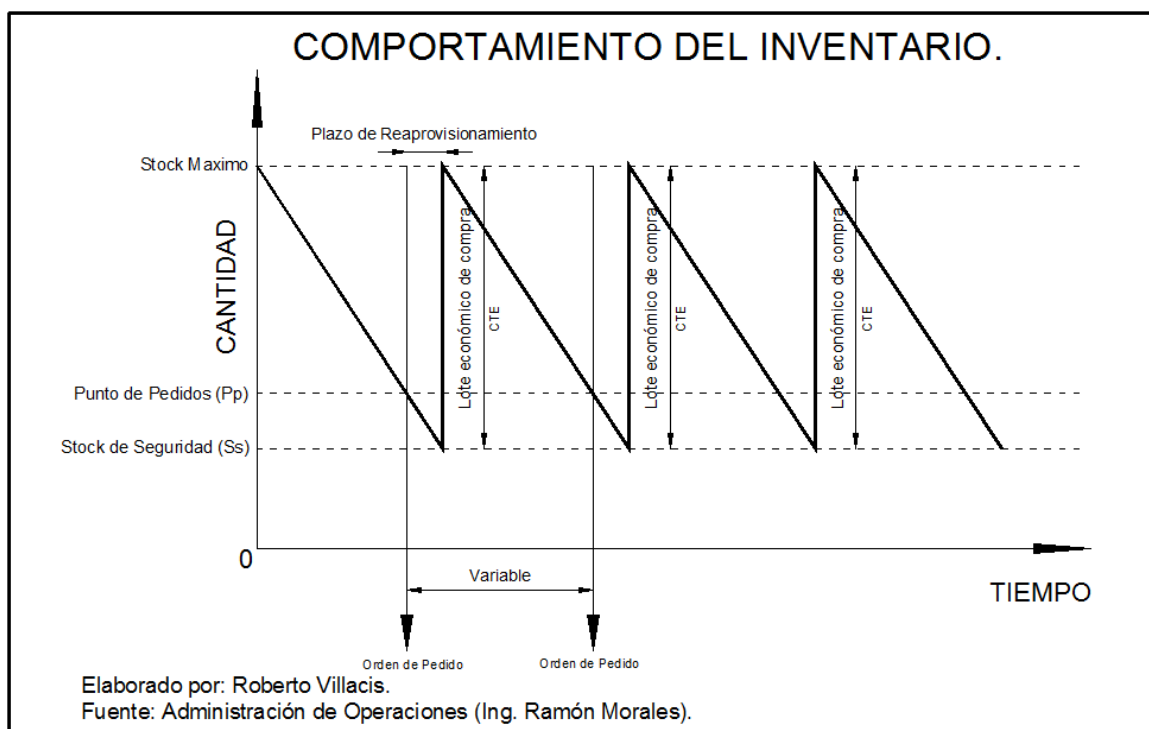
##### **5.4.1 Sistema de Revisión Continua (Q).**

Tiene estrecha relación con los modelos de gestión de inventarios del tipo de cantidad fija de reorden, todos los pedidos tienen el mismo tamaño (lote económico de compra) y se realizan cuando es necesario de acuerdo al nivel de existencias y de la demanda prevista.

El nivel de existencias se registra cada vez que se realiza una entrada o salida, también se lo conoce como inventario perpetuo, por el nivel de control existente. Cuando el nivel del inventario

desciende hasta cierto punto (Punto de Pedidos), se lanza el pedido por el correspondiente lote económico de compra (EOQ).

En este sistema se comprobará después de cada movimiento de bodega, las existencias reales, para luego compararlas con el Punto de Pedido ( $P_p$ ) previamente establecido. En el caso de que el nivel de existencias sea igual al punto de pedidos, se emitirá un pedido por la cantidad constante previamente calculada.

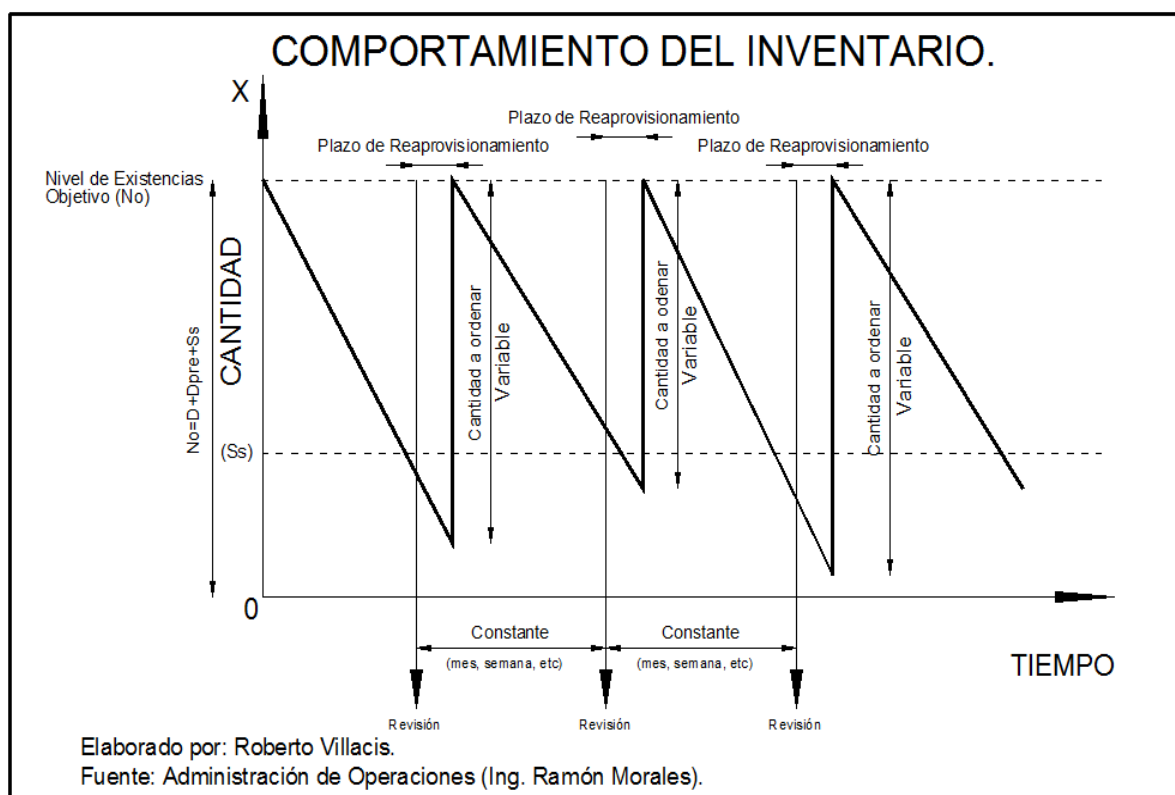


Se requiere la implantación de un sistema automatizado que permita un fácil registro de los flujos de los materiales, se puede usar:

- Código de barras de los elementos.
- Implantación de códigos.

### 5.4.2 Sistemas de Revisión Periódica (P).

Estos sistemas se relacionan directamente con los sistemas de período fijo de reorden, establecen un período de tiempo constante (mes, semana, etc.) en el cual se hacen las revisiones del nivel de inventario, determinando la cantidad que se requiere para llegar al nivel objetivo (No), y haciendo el pedido por dicha cantidad.



Consiste en realizar un recuento de los ítems cada cierto tiempo, verificando los niveles de existencias físicas con los registrados en el software. Los registros serán simples, el software señalará fácilmente las entradas y salidas de los elementos, y avisará cuales son los períodos de revisión, informando los niveles de los materiales de categoría “B”, con las cantidades a ordenar para alcanzar el nivel objetivo de cada uno de ellos.

### 5.5. Recuento de Stocks.

En la construcción de viviendas es necesario conocer constantemente el nivel de existencias, para analizar si lo efectuado está de acuerdo con lo planificado, detectar posibles desviaciones de los insumos, determinar el momento que se debe realizar los pedidos, y mantener el nivel de producción deseado.

El recuento de stocks deberá tener las siguientes características:

- Debe ser ordenado.
- Se lo realizará periódicamente.
- Se hará cuando el movimiento en la bodega pueda ser detenido, sin afectar la producción.
- Se calificará el estado de conservación, antigüedad y cualquier particularidad de los elementos.

El recuento de stocks, consiste en cuantificar las existencias para disponer de datos reales de los materiales existentes en bodega, es necesario contar con información de las entradas y salidas en tiempo real, a partir de estos datos las existencias serán igual a:

$$\text{Existencias (t)} = \text{existencias(t - 1)} + \text{entradas} - \text{salidas}$$

Las existencias en el instante (t) serán igual a las existencias medidas en el instante (t-1) sumada a las entradas de materiales desde (t-1) hasta (t) y restadas las salidas en el mismo período. El uso de un software permite conocer constantemente el nivel de un determinado material, la fórmula es sencilla, sin embargo, por la diversidad de elementos y la demanda variable el control requiere de la optimización del proceso, con registros simples y rápidos.

Para el control de materiales es necesario realizar recuentos físicos de los mismos, determinando posibles errores de contabilización que permitan actualizar el valor de las existencias (t-1). A su vez nos permite identificar si existen: desperdicios, mal uso de los elementos, robo, etc.

El recuento de los elementos se hará cada cierto período de tiempo (recuento cíclico), de acuerdo a la importancia de los elementos de la siguiente manera:

PERÍODOS DE RECuento RECOMENDADOS	
Categoría	Recuento
"A"	diario semanal
"B"	semanal quinceal mensual
"C"	quinceal mensual trimestral
Elaborado por: Roberto Villacis.	
Tabla: 5.5.a	

El control de inventarios requiere personal con el correspondiente costo económico, para minimizar el impacto se debe tener una lista de recuento en donde los materiales a recontar se alternen para no tener que realizar el conteo simultáneo de muchos elementos.

La lista de recuento será elaborada por la administración central y será entregada al encargado de la bodega, que al final de la jornada, todos los días tendrá uno o varios elementos que deberá contar. Enviará el respectivo informe a la oficina central, donde será comparado con el registro informático de entradas y salidas, que de ninguna manera tendrá acceso el encargado del recuento. Si existen diferencias entre la lectura y el registro informático entonces tenemos errores de proceso o pérdidas de materiales que están generando pérdidas a la organización.

Las salidas de los materiales deberán registrarse en el software, y en reportes escritos firmados por el encargado del despacho del material y los respectivos jefes de los frentes de trabajo, quienes justificarán el uso de los insumos, con el fin de detectar posibles incongruencias entre los informes, para posteriormente hacer un seguimiento del flujo de material.

### **5.6. Control interno de los materiales.**

El control interno comprende el plan de organización y el conjunto de métodos y medidas adoptadas para salvaguardar recursos, verificar la exactitud y veracidad de la información financiera y administrativa, promover la eficiencia en las operaciones, estimular la observación de las políticas prescrita y lograr el cumplimiento de las metas y objetivos programados.

Busca salvaguardar los activos de la organización y definir las funciones de los departamentos involucrados en la administración de los materiales desde su adquisición hasta que estos son puestos en obra, para evitar cualquier pérdida de recursos.

El control interno busca:

1. Proteger la inversión en inventarios, evitando fraudes.
2. Identificar robos, desperdicios, mal uso y desvío de elementos constituyentes del inventario, localizando los posibles responsables.
3. Tener un registro completo, confiable y actualizado de los niveles de inventario, que sea útil para la toma de decisiones.
4. Mejorar el desempeño o rendimiento de las personas responsables del manejo y control de los inventarios.

Principios y procedimientos del control interno necesarios en la industria de la construcción:

1. Las funciones de adquisición y la de administración en obra (bodega) deben trabajar individualmente. Un trabajo conjunto anula la capacidad de vigilar el inventario, las anomalías se detectan a partir de diferencias entre los informes de estas funciones.
2. El personal de bodega no tendrá acceso a los registros contables de inventarios, ni a los informes del nivel de existencias de los elementos proporcionado por el software de control de materiales. Los recuentos serán realizados a "ciegas", el encargado no sabrá cual es el nivel que debería tener el elemento, esta información será verificada en oficina central o por el encargado de auditar el inventario. El trabajo de los empleados de bodega será de complemento y no de revisión.
3. Los almacenes tienen que ofrecer seguridad, encontrarse limpios y ordenados
4. El área contable tiene que revisar los precios y cálculos de los productos recibidos en obra.
5. A la bodega solo tendrán acceso el personal autorizado.

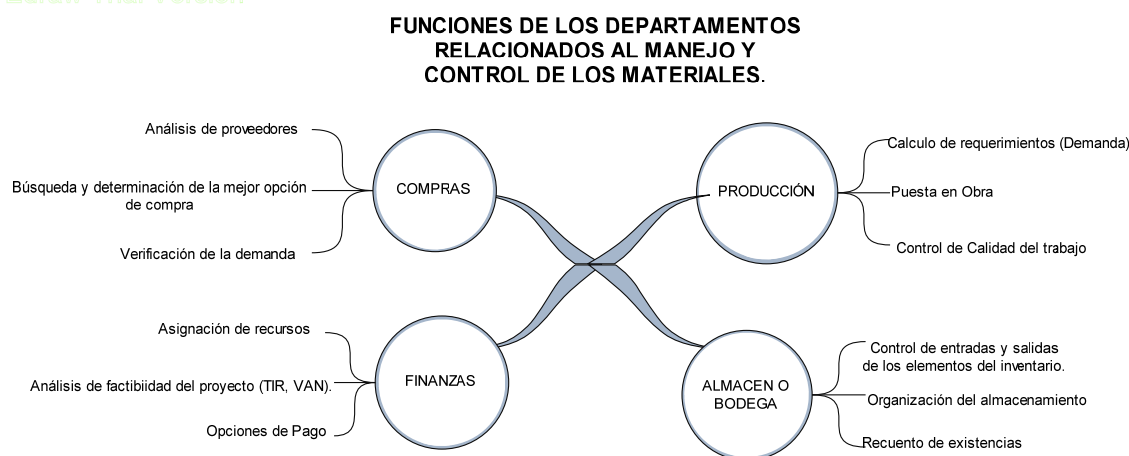
Si se desea controlar los materiales es necesario conocer el flujo de los mismos en todas las etapas, ser capaces de determinar irregularidades en el proceso, exige seguimiento y herramientas capaces de detectar dichas incongruencias.

En el capítulo uno se trató el proceso de adquisición de materiales, se planteó la metodología idónea para la compra de los insumos, proceso que finaliza con la recepción e inspección en bodega. El control en esta etapa se basa en seguir los pasos presentados, monitoreándolos y verificando: documentos, cantidades y calidad de los insumos. Cuando el material llega a bodega, se actualiza el inventario y se reporta los nuevos niveles a oficina central.

Desde que el material está en bodega el control se centra en dos departamentos: bodega y producción, los posibles desvíos se dan en estos departamentos. En bodega se controlará a través de: las entradas y salidas, y el recuento “a ciegas” que tiene que hacer el responsable de la bodega. En Producción se debe controlar los consumos y verificar alternadamente la puesta en obra de los materiales no solo en cantidad sino también en calidad. Los materiales a los que tendremos mayor cuidado serán los de categoría “A” por ser financieramente más representativos en el proyecto.

El flujo de los materiales en un proyecto de construcción de viviendas constituye un ciclo, originado en el departamento de producción, pasando por los departamentos de compras, finanzas, bodega y finalmente producción.

Edraw Trial Version



Elaborado por: Roberto Villacis.

Fuente: La Programación y el Control de los Aprovisionamientos.

Estos departamentos deberán tener relaciones independientes, con procesos ágiles y simples, aportarán el mejor esfuerzo para que el resultado final sea el mejor para la organización.

Las funciones de los departamentos con respecto al manejo y control de los materiales son las siguientes:

- *El departamento de compras:* buscará la mejor opción de adquisición para la organización analizando cantidades óptimas, punto de pedidos, stocks de seguridad, nivel objetivo y períodos de revisión para que el flujo de materiales hacia producción sea ininterrumpido, cumpliendo con las especificaciones y con los menores costos totales de inventario posibles. Evaluará los proveedores y los calificará de acuerdo a su desempeño en todos los factores (económicos, calidad y servicio). Verificará la demanda suministrada por producción, en caso de diferencias producción deberá justificarlo.
- *El departamento de bodega:* también conocido como almacén, registrará las entradas y salidas de los materiales, ordenará y organizará la bodega para que el despacho sea óptimo. Tendrá cuidado con el almacenamiento de materiales frágiles, susceptibles a deterioro o con cualquier característica especial. Vigilará los niveles de inventario obligando a que las reposiciones se hagan a tiempo, hará recuentos periódicos ordenados por la administración central y enviará reportes de los niveles de existencias. Manejará un software especializado, que registra las entradas y salidas, no tendrá acceso a los niveles de inventario, estos se usarán únicamente en la oficina central para la respectiva verificación y detección de irregularidades, entre el recuento físico y el nivel proporcionado por el software. Los elementos serán despachados hacia producción, con las órdenes de retiro de materiales que solo los jefes de los frentes de trabajo podrán emitir.
- *El departamento de producción:* determinará los requerimientos de materiales, recomendará a compras las especificaciones mínimas que debe cumplir los elementos constituyentes del proyecto. Es el encargado del desarrollo de los rubros por lo que será responsable de la puesta en obra de los elementos, vigilará que los procedimientos se hagan técnicamente, cuidando la calidad, y comprobando los consumos de los elementos en obra.
- *El departamento de finanzas:* asignará los recursos para el desarrollo del proyecto, buscará financiamiento en caso de ser necesario, analizando la mejor opción para la organización. Dispondrá lista de precios referenciales de los materiales debidamente actualizada, para comparar con los precios propuestos al departamento de compras por el proveedor elegido.

En la etapa de pre-factibilidad analizará la rentabilidad del proyecto, determinará el TIR (Tasa Interna de Retorno) y el VAN (Valor Actual Neto), reportará los posibles beneficios del proyecto comparándolos con las expectativas de la organización, en caso de superarlas el proyecto será de interés para la empresa.

#### **5.6.1. Tipos de pérdidas de materiales.**

En la construcción de viviendas existen dos tipos principales de pérdidas de materiales y estas son:

1. Pérdidas directas.- constituyen pérdidas completas de materiales
2. Pérdidas indirectas.- existen tres posibles posibilidades:
  - a. Sustitución.- sucede cuando el uso de los materiales en la obra es desviado, ósea un determinado elemento que estaba predestinado para un rubro se lo utiliza en otro.
  - b. Uso en producción.- uso excesivo de materiales en el desarrollo de los rubros, sucede mucho con los morteros, pintura, etc.
  - c. Negligencia.- como su nombre lo indica son las pérdidas producidas por errores, desconocimientos o mala planificación.

Generalmente existe algún tipo de control sobre las pérdidas directas, las que quedan registradas en los sistemas de control tradicionales. También identificaremos y calcularemos las pérdidas indirectas de materiales. Estas últimas solo pueden reconocerse durante la ejecución del trabajo, una vez completada la obra resulta más difícil de detectarlas.

Pero para identificar las pérdidas es necesario conocer las principales causas, entre ellas podemos mencionar las siguientes:

- Almacenamiento inadecuado.
- Falta de registros
- Errores con respecto al consumo de los materiales en cada rubro
- Puesta en obra inadecuada o manipulación incorrecta y/o excesiva.
- Uso excesivo o sobre uso, etc.
- Robo.

## **CAPÍTULO 6: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

Finalizada la presente investigación podemos establecer las siguientes conclusiones y recomendaciones relacionadas al manejo y control de inventarios en la construcción de viviendas:

### **6.1.CONCLUSIONES.**

1. Usando la metodología propuesta y a pesar de las limitaciones de aplicabilidad para el caso particular estudiado, obtuvimos un ahorro del 11.5% con respecto al costo total del inventario (CT) de la metodología tradicional.
2. Los modelos de cantidad y período fijo de reorden funciona con condiciones económicas estables, si existe inseguridad o cambios bruscos en el precio de los insumos la metodología no ofrece seguridad ni ahorro de recursos económicos. El ahorro que se obtuvo con la aplicación de la metodología propuesta, no será justificable por el cambio de precio de los insumos.
3. Usando la teoría de inventarios podemos mejorar la adquisición, almacenamiento, control y distribución de los insumos, generando beneficios para la organización, reflejados en ahorro de recursos y mejoramiento del desempeño en general, con un flujo ininterrumpido de materiales hacia producción.
4. No siempre que se obtiene un descuento con un proveedor quiere decir que sea de ventaja para la organización, es necesario comparar los costos totales de inventario con el lote económico de compra, para verificar si se está ganando o no.
5. La teoría de inventarios responde mejor con materiales de uso constante a lo largo del proyecto, matemáticamente podemos determinar la cantidad óptima, pero si este material se lo va a utilizar únicamente en dos días no resulta práctico hacer pedidos del elemento tan seguidos, esto provocaría retrasos. Es necesario analizar individualmente cada material para ver cuál es la mejor opción de compra y administración de los inventarios.
6. Entre mayor sea el tiempo de ejecución del proyecto la teoría de inventarios generará mayores beneficios, debido a que la demanda de los elementos no será puntual o de corta duración como en el proyecto analizado, y por tanto, se puede trabajar aplicar los modelos de gestión a un mayor número de elementos con la ventaja económica y administrativa que esto representa.

## 6.2.RECOMENDACIONES.

1. El uso de un software especializado que controle los flujos de materiales, y permita tener un registro actualizado del stock. Deberá ser capaz de emitir las órdenes de pedido, usando los modelos de cantidad y período fijo de reorden.
2. En la clasificación ABC es recomendable fijar la menor cantidad de elementos como categoría "A" (hasta un 16% de los elementos) buscando que la concentración de la inversión no sea menor del 70%, así reduciremos el número de pedidos. En esta categoría por cada elemento vamos a tener que realizar varios pedidos, y al ser individuales estos inflan el costo total del inventario.
3. Hacer seguimiento del desempeño del Stock de Seguridad (Ss), para encontrar el nivel de servicio que mejor se ajuste a la realidad de la industria de la construcción de viviendas, niveles de servicio altos inflan los costos de inventario, el objetivo será buscar el menor Stock de Seguridad que nos brinde seguridad y un flujo ininterrumpido de materiales hacia producción.
4. Se recomienda seguir la metodología propuesta para la evaluación de los proveedores, evaluando los tres factores: economía, calidad y servicio, así trabajaremos con el proveedor que nos ofrezca el mejor desempeño global.
5. Para el control de inventarios se recomienda centrar los esfuerzos de control en los materiales de categoría "A", en estos elementos está concentrado alrededor del 80% de la inversión en materiales, por lo cual su control es determinante en el desarrollo del proyecto.

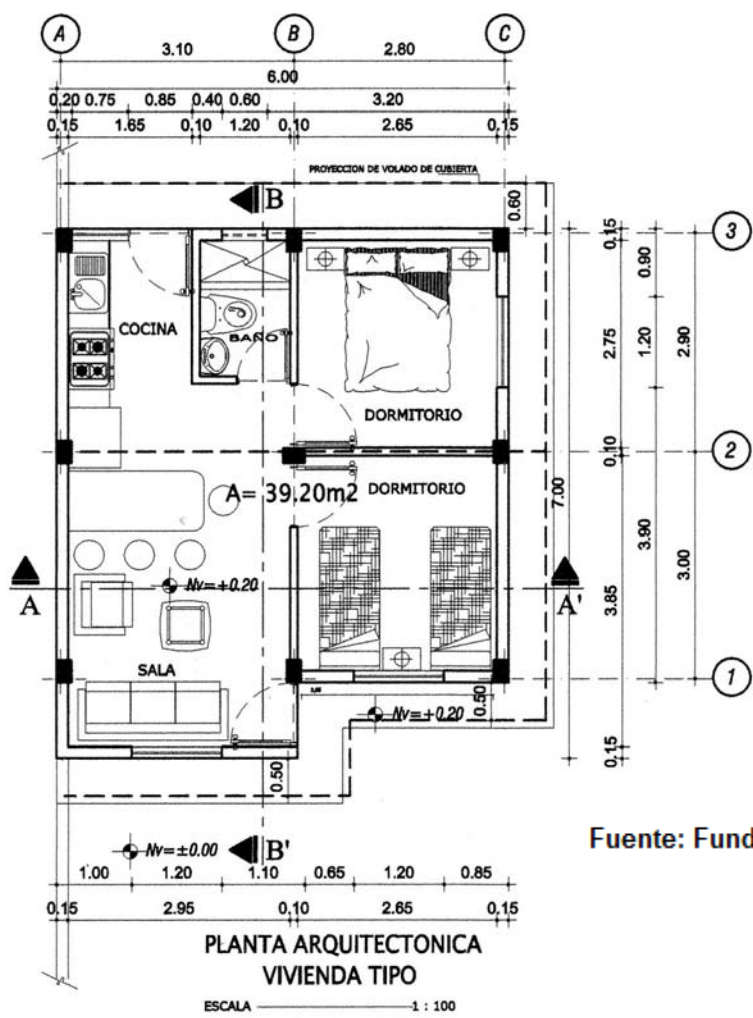
## BIBLIOGRAFIA:

- Alfredo Serpell B. Administración de Operaciones de Construcción. Editorial Alfaomega Mexico.
- Abelardo Ramirez, Alfonso Lopez Viñegla. Enciclopedia de Contabilidad. Editorial Panamericana Ltda.
- Max Muller. Fundamentos de Administración de Inventarios. Grupo Editorial Norma.
- <http://es.wikipedia.org>.
- Henry G Hodges, Abastecimiento la Ciencia Moderna de las Compras. Centro Regional de Ayuda Técnica. Agencia para el desarrollo internacional (AID). Mexico 1961.
- P. Baily, R. Bouroggi, y otros. Aprovisionamiento almacenaje y gestión de stocks. Ediciones Deusto S.A. 1979
- Ing. Raul Alarcón. Control de Existencias Compras e Inventarios. 1990
- Edward J. Hay. Justo a Tiempo. Grupo Norna. 2003
- Francisco Parra Guerrero. Gestión de Stocks. ESIC Editorial. 2005
- G. W. Plossl y O. W. Wight. El Control de las Producciones y los Stocks. Editorial Ediciones Universidad Navarra S. A. Pamplona-Barcelona. 1979.
- Marco Wilson Velez Salazar. Sistema de adquisiciones, establecimiento y control de stocks para empresas eléctricas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 1993.
- Mercedes Bravo Valdiviezo. Contabilidad General. Facultad de Ciencias Administrativas Universidad Central del Ecuador. 2003.
- Leonard Kazmier, Alfredo Díaz Mata. Estadística Aplicada a la Administración y a la Economía. McGraw-Hill. 1996.

**ANEXOS:**

**ANEXOS 1: PLANOS VIVIENDA “TIPO”**

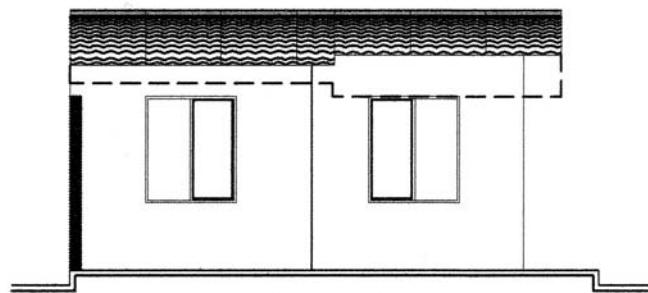
**PLANOS ARQUITECTONICOS**



Fuente: Fundación VIDA.

**C U A D R O D E A R E A S**

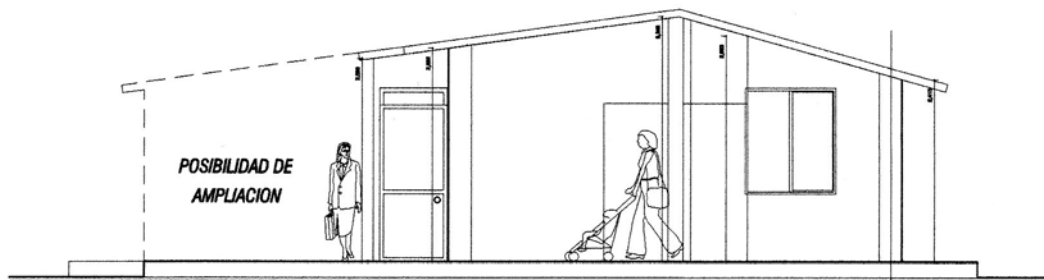
PLANTA	NIVEL	AREA UTIL	NO COMPUT	AREA CONSTRUCCION
PLANTA BAJA	±0.00	39.20	-	39.20
TOTAL		39.20M2	-	39.20M2



FACHADA FRONTAL

ESC: 1 : 100

Fuente: Fundación VIDA.



FACHADA LATERAL DERECHA

ESC: 1 : 100

Fuente: Fundación VIDA.

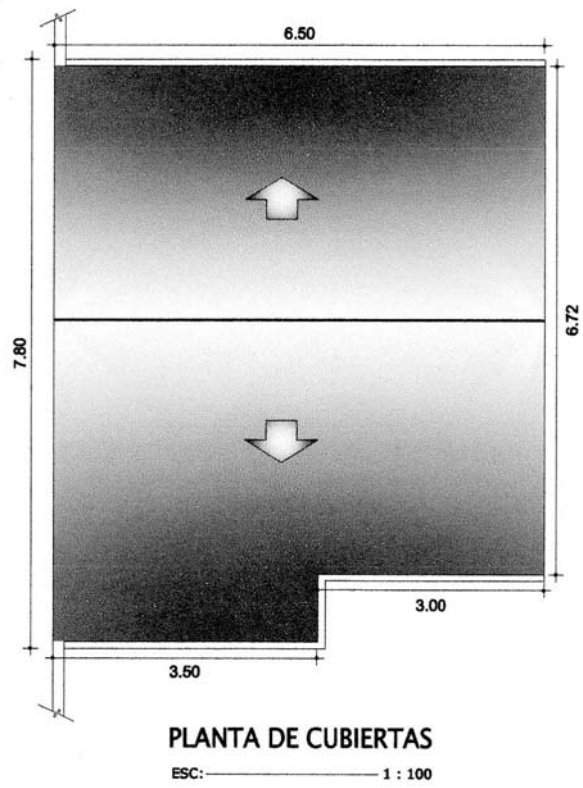
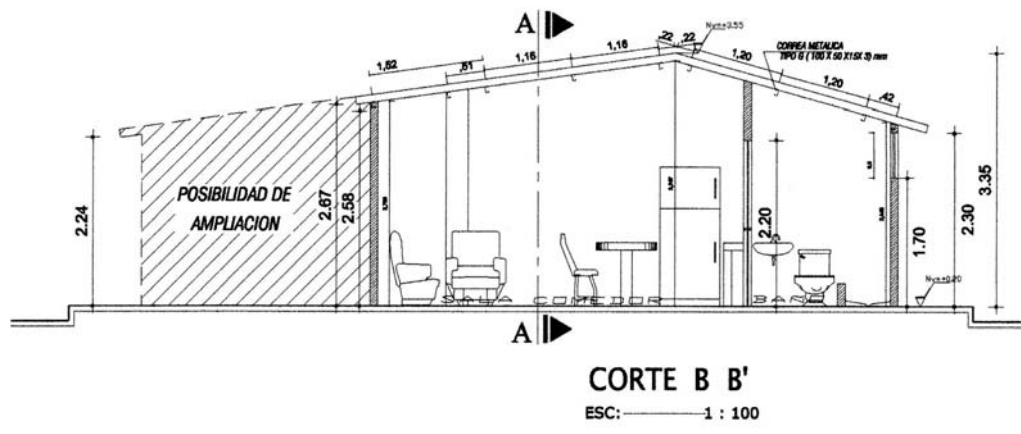


CORTE A A'

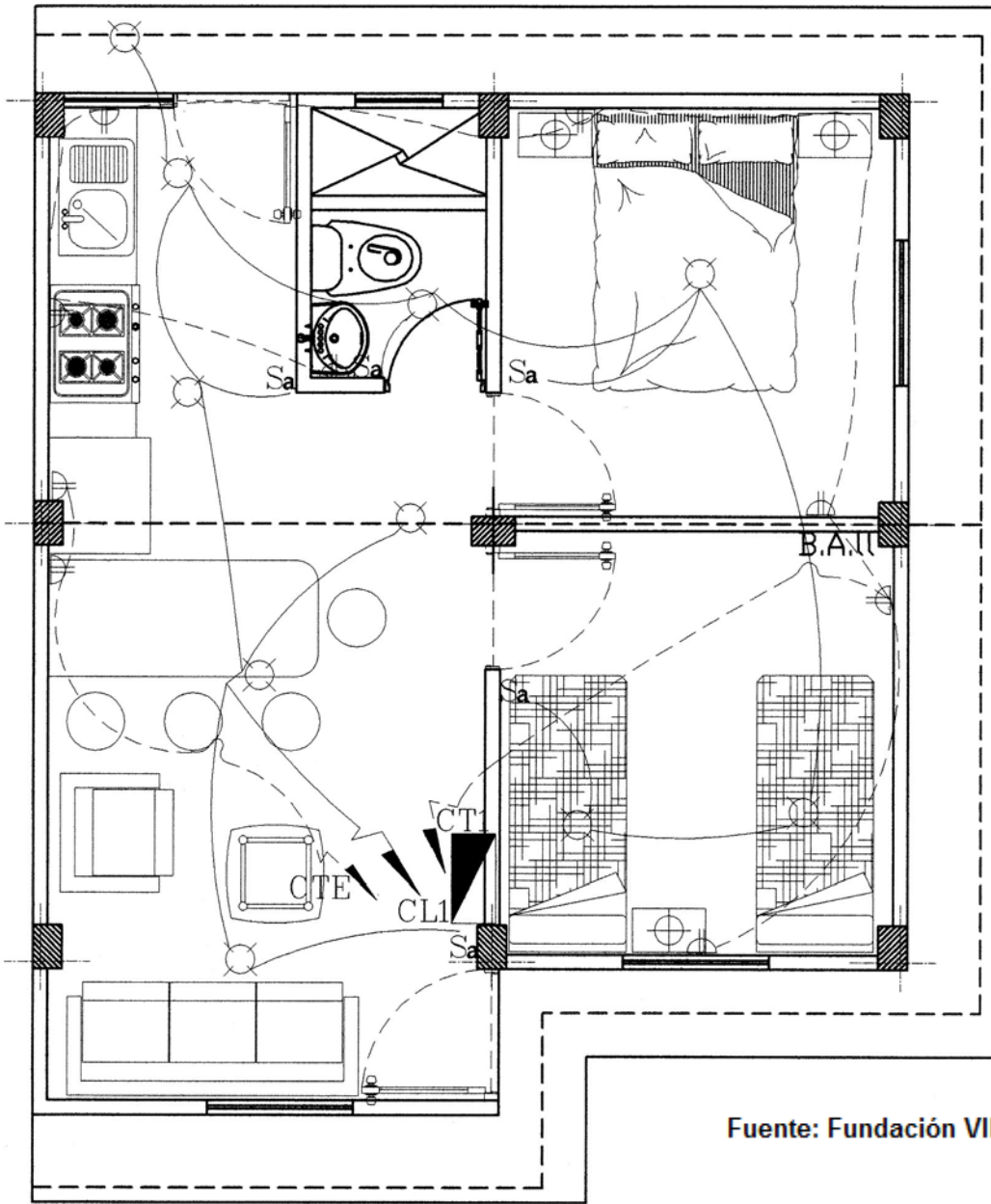
ESC: 1 : 100

Fuente: Fundación VIDA.

Fuente: Fundación VIDA.



Fuente: Fundación VIDA.



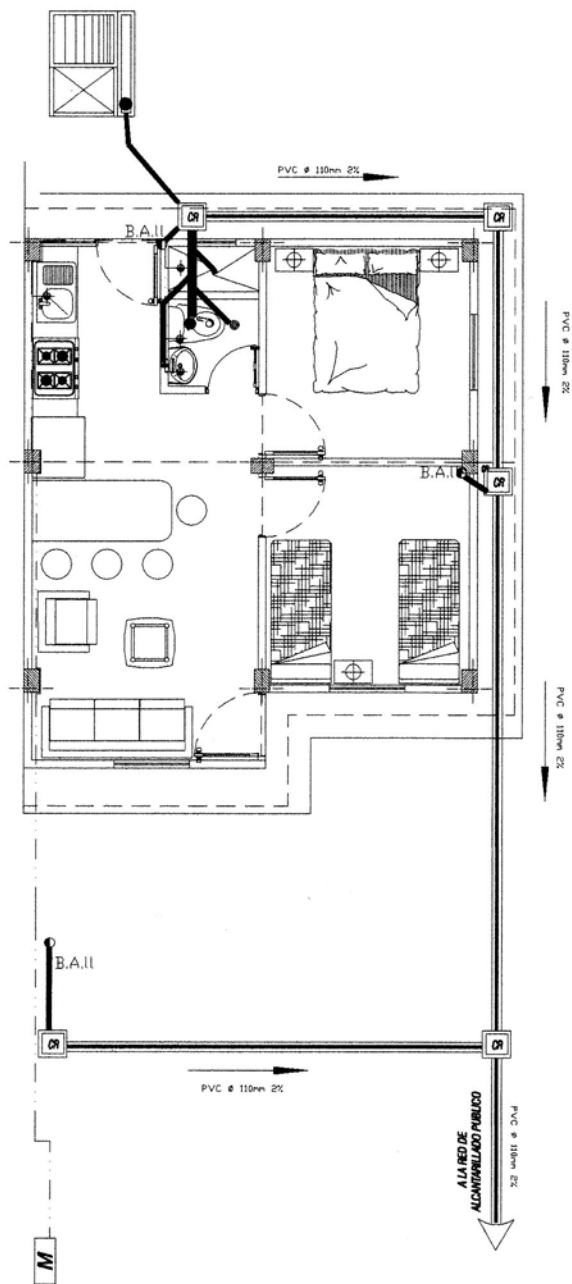
Fuente: Fundación VIDA.



**PLANTA DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS E HIDROSANITARIAS**

ESC: \_\_\_\_\_ 1 : 50

SIMBOLOGIA	
INSTALACIONES ELECTRICAS	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	TABLERO DE DISTRIBUCION DE CIRCUITOS
	LAMPARA 110 V LAMPARA FLUORESCENTE
	INTERRUPTOR DOBLE POLARIZADO 120v 15 amp
	INTERRUPTOR SIMPLE LAMPARA 1/2"
	INTERRUPTOR DOBLE LAMPARA 1/2, 1"
	CONMUTADOR SENCILLO LAMPARA 1/2"
	ACOMETIDA DE MEDIDOR A TABLERO
	TUBERIA TELEFONICA DE 1/2" CON 1 CABLE
	TUBERIA DE 1/2" EN LOSA CON 3 CABLES #12 AWG
	TUBERIA DE 1/2" EN PISO CON 3 CABLES #12 AWG
	ALIMENTADOR DE 1" CON 3 CABLES #8 AWG
	MEDIDOR ELECTRICO

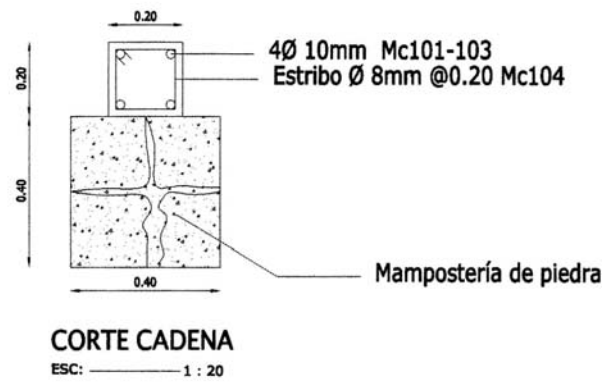
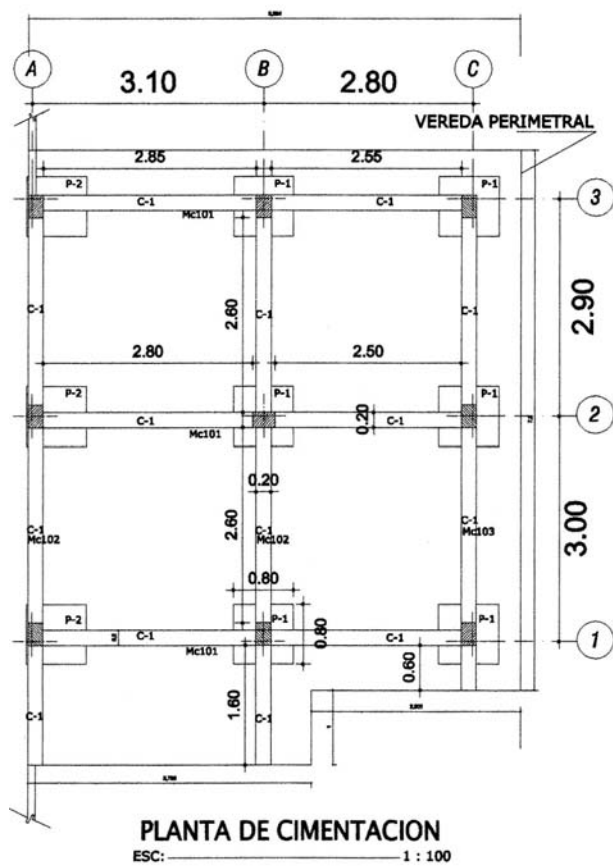


Fuente: Fundación VIDA.

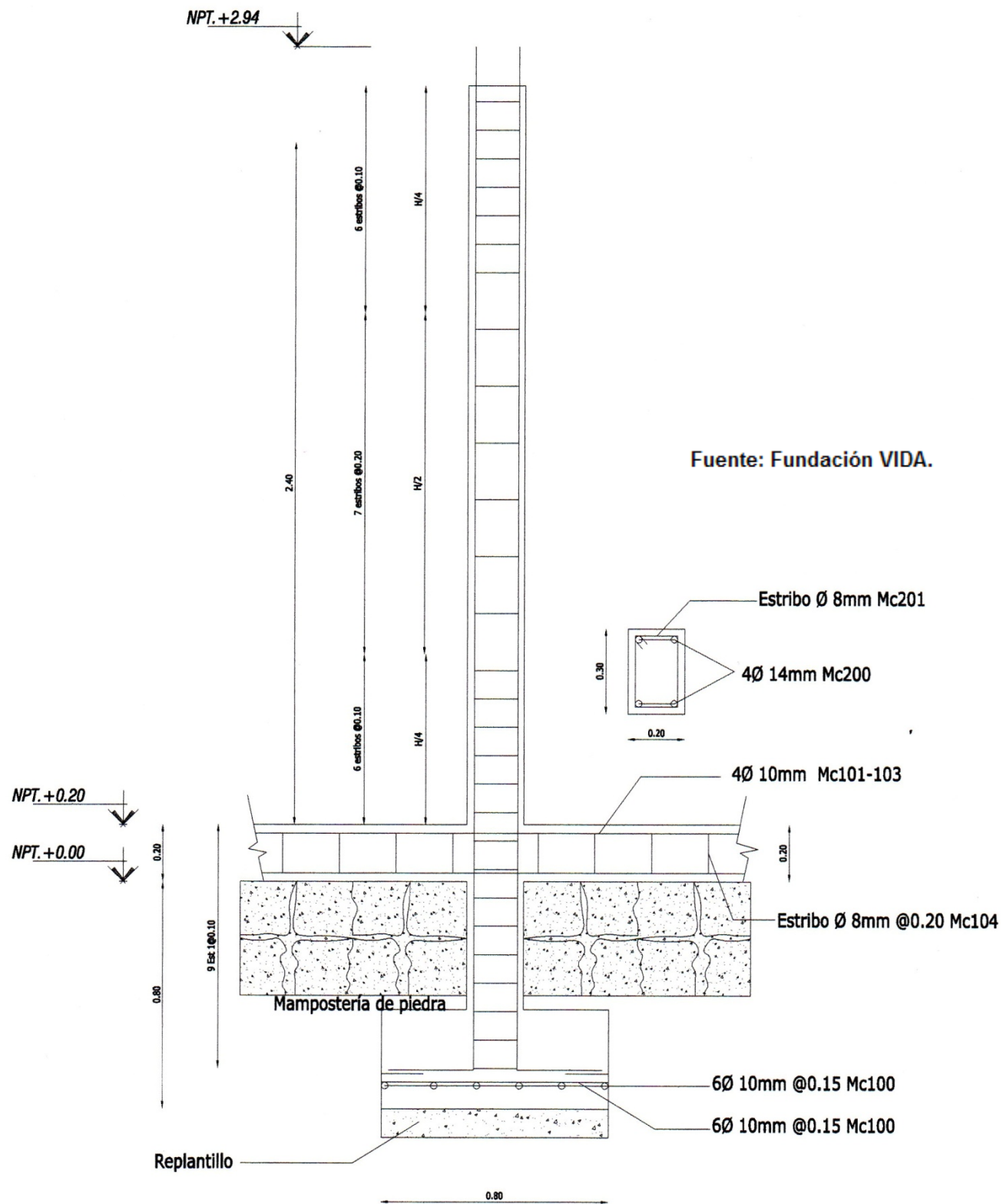
**PLANTA DE INSTALACIONES  
ELECTRICAS E HIDROSANITARIAS**

ESC: \_\_\_\_\_ 1 : 100

SIMBOLOGIA	
INSTALACIONES SANITARIAS	
	TUBERIA DE P.V.C. 110 MM
	TUBERIA DE P.V.C. 50 MM
	PUNTO DE DESAGUE
	SUMIDERO DE PISO
	CAJA DE REVISION
	BAJANTE AGUAS LLOVIAS (BALL)
	BAJANTE DE AGUAS SERVIDAS (BAS)
	MEDIDOR DE AGUA POTABLE
	PUNTO DE AGUA POTABLE
	COLUMNA DE AGUA FRIA
	COLUMNA DE AGUA CALIENTE
	TUBERIA AGUA FRIA

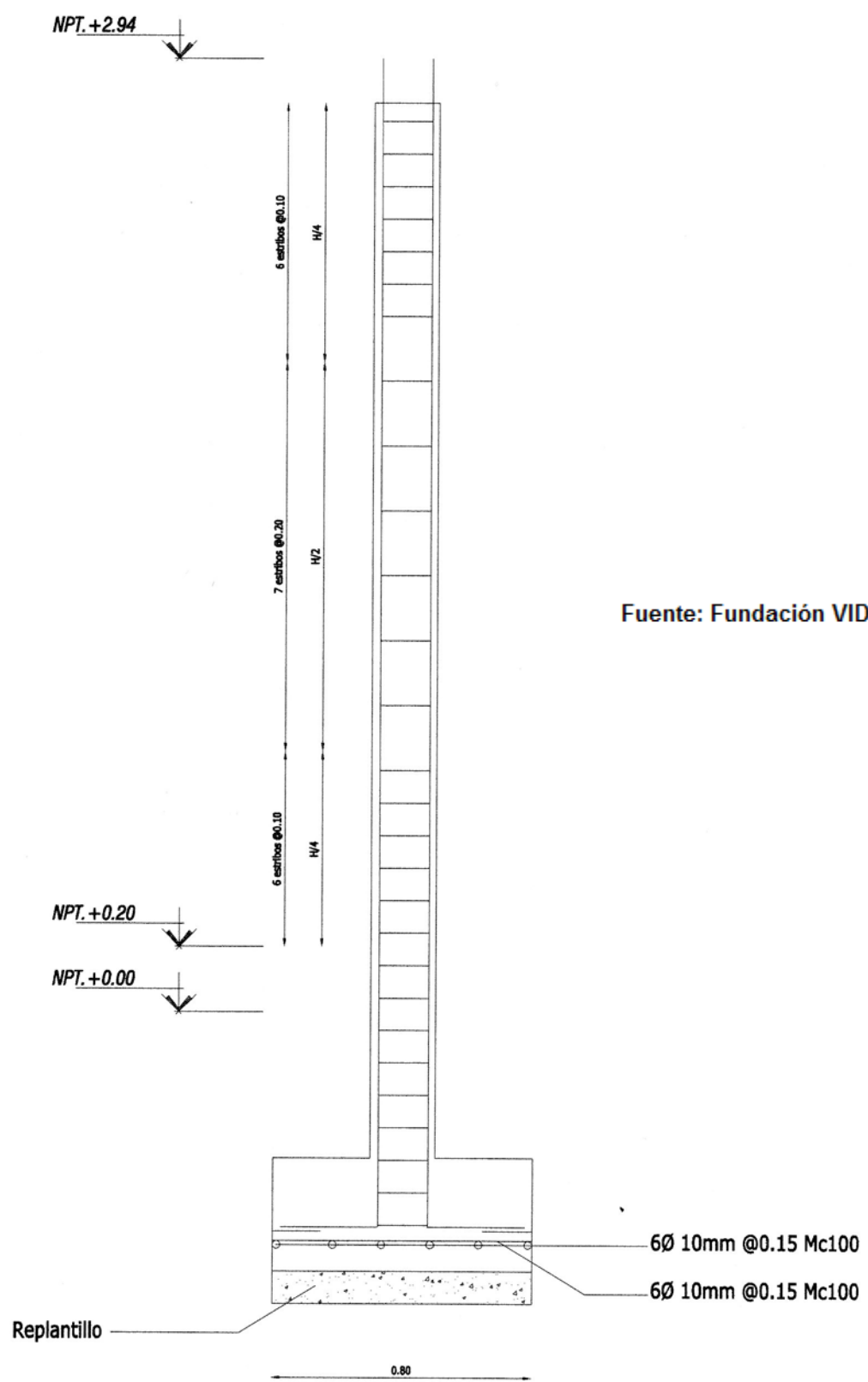


Fuente: Fundación VIDA.



Fuente: Fundación VIDA.

CORTE COLUMNA TIPO  
ESC: 1 : 20



Fuente: Fundación VIDA.

PLINTO TIPO P1  
 ESC: 1 : 20

**ANEXOS 2: ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS.**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**

**RUBRO:** ACERO DE REFUERZO  
**UNIDAD:** KG  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
CIZALLA	0.04	0.85	0.03
HERRAMIENTA MENOR	0.04	0.20	0.01
SUBTOTAL A			0.04

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
AYUDANTE	CAT. II	0.08	1.94	0.16
FIERRERO	CAT. III	0.07	1.94	0.14
SUBTOTAL B			0.30	

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	1.05	1.03	1.08
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	0.06	2.39	0.14
SUBTOTAL C			1.22	

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
ACERO F'Y=4200 KG/CM2	KG	1.05	0.00	0.00
ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	0.06	0.00	0.00
CIZALLA	GBL	0.04	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.04	0.00	0.00
SUBTOTAL D			0.00	

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E**      1.56  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %**      0.23  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G**      1.79

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** ACOMETIDA ELECTRICA  
**UNIDAD:** U  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	2.50	0.20	0.50
		SUBTOTAL A	0.50

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
AYUDANTE	CAT. II	2.50	1.94	4.85
ELECTRICISTA	CAT. III	2.50	1.94	4.85
			SUBTOTAL B	9.70

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	M	12.00	0.67	8.03
MANGUERA NEGRA 3/4"	ML	3.00	0.22	0.66
			SUBTOTAL C	8.69

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CABLE TW SÓLIDO QUITO # 10	M	12.00	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.50	0.00	0.00
MANGUERA NEGRA 3/4"	ML	3.00	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 18.89  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 2.83  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 21.72

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** BORDE TINA DE BAÑO  
**UNIDAD:** M  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
CONCRETERA 1 SACO	0.35	1.99	0.70
HERRAMIENTA MENOR	0.40	0.20	0.08
VIBRADOR	0.35	2.25	0.79
SUBTOTAL A			1.57

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.35	1.94	0.68
PEÓN	CAT. I	0.35	1.94	0.68
SUBTOTAL B			1.36	

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	1.05	0.01
ALFAJIAS 4*4*240 CM	U	1.00	0.46	0.46
ARENA	M3	0.02	8.00	0.16
CEMENTO	SACO	0.20	7.00	1.41
CLAVOS	KG	0.10	1.57	0.16
RIPIO	M3	0.03	8.00	0.24
TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	1.50	2.10	3.15
SUBTOTAL C			5.59	

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	0.00	0.00
ALFAJIAS 4*4*240 CM	U	1.00	0.00	0.00
ARENA	M3	0.02	3.67	0.07
CEMENTO	SACO	0.20	0.00	0.00
CLAVOS	KG	0.10	0.00	0.00
CONCRETERA 1 SACO	C/H	0.35	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.40	0.00	0.00
RIPIO	M3	0.03	3.67	0.11
TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	1.50	0.05	0.08
VIBRADOR	GBL	0.35	0.00	0.00
SUBTOTAL D			0.26	

**COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E** 8.78  
**COSTO INDIRECTO (F) => 15.00 %** 1.32  
**PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G** 10.10

OBSERVACIONES:



PROYECTO: CASA TIPO FUNDACION VIDA  
 FECHA: 26/08/2009  
 PROPONENTE: Roberto Villacis  
 PROPIETARIO: Beneficiario

PROVINCIA: Pichincha  
 CANTON: Quito  
 PARROQUIA:  
 SECTOR:

RUBRO: CAJA TERMICA  
 UNIDAD: U  
 ESPECIFICACION:

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	1.10	0.20	0.22
		SUBTOTAL A	0.22

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
AYUDANTE	CAT. II	0.80	1.94	1.55
MAESTRO ELECTRICISTA ESPECIALIZADO	CAT. IV	0.80	1.94	1.55
PEÓN	CAT. I	1.00	1.94	1.94
			SUBTOTAL B	5.04

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
ARENA	M3	0.01	8.00	0.08
BREAKER 1 POLO 1/2" 15 - 50 AMP. GE	U	3.00	4.50	13.50
CEMENTO	SACO	0.02	7.00	0.14
TABLERO G.E. 4PTOS	U	1.00	16.48	16.48
TAIPE	ROLLO	0.10	0.38	0.04
			SUBTOTAL C	30.24

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
ARENA	M3	0.01	3.67	0.04
BREAKER 1 POLO 1/2" 15 - 50 AMP. GE	U	3.00	0.00	0.00
CEMENTO	SACO	0.02	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.10	0.00	0.00
TABLERO G.E. 4PTOS	U	1.00	0.00	0.00
TAIPE	ROLLO	0.10	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.04

COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E 35.54  
 COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 % 5.33  
 PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G 40.87

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** CONTRAPISO  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
CONCRETERA 1 SACO	0.06	1.99	0.12
HERRAMIENTA MENOR	1.00	0.20	0.20
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.32</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.70	1.94	1.36
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0.10	1.94	0.19
PEÓN	CAT. I	0.70	1.94	1.36
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>2.91</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	1.05	0.01
ARENA	M3	0.04	8.00	0.32
CEMENTO	SACO	0.40	7.00	2.80
POLIETILENO	M2	1.05	0.35	0.37
RIPIO	M3	0.15	8.00	1.20
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>4.70</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	0.00	0.00
ARENA	M3	0.04	3.67	0.15
CEMENTO	SACO	0.40	0.00	0.00
CONCRETERA 1 SACO	C/H	0.06	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.00	0.00	0.00
POLIETILENO	M2	1.05	0.00	0.00
RIPIO	M3	0.15	3.67	0.55
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.70</b>

**COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E** 8.63  
**COSTO INDIRECTO (F) => 15.00 %** 1.29  
**PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G** 9.92

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** CORCHADO DE ONDAS  
**UNIDAD:** M  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ANDAMIO ( EL MÓDULO )	0.40	0.04	0.02
HERRAMIENTA MENOR	0.40	0.20	0.08
	SUBTOTAL A		0.10

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.40	1.94	0.78
PEÓN	CAT. I	0.40	1.94	0.78
	SUBTOTAL B			1.56

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	1.05	0.01
ARENA	M3	0.01	8.00	0.08
CEMENTO	SACO	0.06	7.00	0.42
	SUBTOTAL C			0.51

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	0.00	0.00
ANDAMIO ( EL MÓDULO )	GBL	0.40	0.00	0.00
ARENA	M3	0.01	3.67	0.04
CEMENTO	SACO	0.06	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.40	0.00	0.00
	SUBTOTAL D			0.04

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 2.21  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.33  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 2.54

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** CUBIERTA DE ETERNIT  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	0.60	0.20	0.12
	SUBTOTAL A		0.12

MANO DE OBRA DESCRIPCION ALBAÑIL MAESTRO DE OBRA	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	CAT. III	0.70	1.94	1.36
	CAT. IV	0.70	1.94	1.36
	SUBTOTAL B		2.72	

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
Caballete Eurolit (15°x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	0.22	7.89	1.74
Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	0.70	9.35	6.55
PERFIL ESTRUCTURAL	KG	3.00	1.15	3.45
TIRAFONDOS	U	4.00	0.07	0.28
	SUBTOTAL C		12.02	

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
Caballete Eurolit (15°x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	0.22	0.00	0.00
Eurolit (1.83 x 1.10) 6 ondas perfil 7	U	0.70	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.60	0.00	0.00
PERFIL ESTRUCTURAL	KG	3.00	0.00	0.00
TIRAFONDOS	U	4.00	0.00	0.00
	SUBTOTAL D		0.00	

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 14.86  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 2.23  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 17.09

**OBSERVACIONES:**



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** EXCAVACION CIMENTOS  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	1.20	0.20	0.24
		SUBTOTAL A	0.24

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	1.20	1.94	2.33
PEÓN	CAT. I	1.20	1.94	2.33
			SUBTOTAL B	4.66

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
			SUBTOTAL C	0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.20	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 4.90  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.74  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 5.64

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** EXCAVACION DE PLINTOS  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	1.30	0.20	0.26
		SUBTOTAL A	0.26

MANO DE OBRA DESCRIPCION MAESTRO DE OBRA PEÓN	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	CAT. IV	1.30	1.94	2.52
	CAT. I	1.30	1.94	2.52
			SUBTOTAL B	5.04

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
			SUBTOTAL C	0.00

TRANSPORTE DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
	GBL	1.30	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 5.30  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.80  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 6.10

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** FREGADERO PLATOS  
**UNIDAD:** U  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	2.50	0.20	0.50
	SUBTOTAL A		0.50

MANO DE OBRA DESCRIPCION ALBAÑIL AYUDANTE	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	CAT. III	2.50	1.94	4.85
	CAT. II	2.50	1.94	4.85
	SUBTOTAL B			9.70

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
FREGADERO 8" LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	U	1.00	28.94	28.94
LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	U	1.00	25.39	25.39
PERMATEX	ONZ	0.25	2.06	0.52
TEFLON	U	0.10	0.16	0.02
	SUBTOTAL C			54.87

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
FREGADERO 8" LINEA S.BRONX ACRÍLICA CROMO	U	1.00	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.50	0.00	0.00
LLAVE DE COCINA FUTURA PICO ALTO(420.01E)	U	1.00	0.00	0.00
PERMATEX	ONZ	0.25	0.00	0.00
TEFLON	U	0.10	0.00	0.00
	SUBTOTAL D			0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 65.07  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 9.76  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 74.83

**OBSERVACIONES:**



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**  
  
**RUBRO:** HORMIGON SIMPLE 140 KG/CM2  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
		SUBTOTAL A	0.00

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
			SUBTOTAL B	0.00

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.24	1.05	0.25
ARENA	M3	0.65	8.00	5.20
CEMENTO	SACO	6.18	7.00	43.26
RIPIO	M3	0.95	8.00	7.60
			SUBTOTAL C	56.31

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.24	0.00	0.00
ARENA	M3	0.65	3.67	2.39
CEMENTO	SACO	6.18	0.00	0.00
RIPIO	M3	0.95	3.67	3.49
			SUBTOTAL D	5.88

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E**      62.19  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 0.00 %**      0.00  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G**      62.19

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario  
  
**RUBRO:** HORMIGON SIMPLE 180 KG/CM2  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
		SUBTOTAL A	0.00

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
			SUBTOTAL B	0.00

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.23	1.05	0.24
ARENA	M3	0.65	8.00	5.20
CEMENTO	SACO	6.70	7.00	46.87
RIPIO	M3	0.95	8.00	7.60
			SUBTOTAL C	59.91

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.23	0.00	0.00
ARENA	M3	0.65	3.67	2.39
CEMENTO	SACO	6.70	0.00	0.00
RIPIO	M3	0.95	3.67	3.49
			SUBTOTAL D	5.88

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 65.79  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 0.00 %** 0.00  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 65.79

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario  
  
**RUBRO:** HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
		SUBTOTAL A	0.00

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
			SUBTOTAL B	0.00

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
ADITIVO: PLASTIMET	KG	0.30	1.21	0.36
AGUA	M3	0.22	1.05	0.23
ARENA	M3	0.65	8.00	5.20
CEMENTO	SACO	7.21	7.00	50.47
RIPIO	M3	0.95	8.00	7.60
			SUBTOTAL C	63.86

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
ADITIVO: PLASTIMET	KG	0.30	0.00	0.00
AGUA	M3	0.22	0.00	0.00
ARENA	M3	0.65	3.67	2.39
CEMENTO	SACO	7.21	0.00	0.00
RIPIO	M3	0.95	3.67	3.49
			SUBTOTAL D	5.88

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 69.74  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 0.00 %** 0.00  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 69.74

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**

**RUBRO:** HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F' C 210 kg/cm2  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO	DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	CONCRETERA 1 SACO	1.90	1.99	3.78
	HERRAMIENTA MENOR	1.00	0.20	0.20
	VIBRADOR	1.90	2.25	4.28
SUBTOTAL A				8.26

MANO DE OBRA	DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	ALBAÑIL	CAT. III	4.00	1.94	7.76
	CARPINTERO	CAT. III	2.00	1.94	3.88
	MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	2.00	1.94	3.88
	PEÓN	CAT. I	15.00	1.94	29.10
SUBTOTAL B					44.62

MATERIAL	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
	ACEITE QUEMADO	GALON	5.00	0.60	3.00
	AGUA	M3	0.23	1.05	0.24
	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	0.40	2.39	0.96
	ALFAJÍA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	U	5.50	2.51	13.80
	ARENA	M3	0.65	8.00	5.20
	CEMENTO	SACO	7.50	7.00	52.50
	CLAVOS	KG	1.10	1.57	1.73
	PINGOS	M	5.00	0.95	4.75
	RIPIO	M3	0.95	8.00	7.60
	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	8.33	2.10	17.49
SUBTOTAL C					107.27

TRANSPORTE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
	ACEITE QUEMADO	GALON	5.00	0.00	0.00
	AGUA	M3	0.23	0.00	0.00
	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 18	KG	0.40	0.00	0.00
	ALFAJÍA DE EUCALIPTO 7X7X250 (CM) RÚSTICA	U	5.50	0.00	0.00
	ARENA	M3	0.65	3.67	2.39
	CEMENTO	SACO	7.50	0.00	0.00
	CLAVOS	KG	1.10	0.00	0.00
	CONCRETERA 1 SACO	C/H	1.90	0.00	0.00
	HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.00	0.00	0.00
	PINGOS	M	5.00	0.00	0.00
	RIPIO	M3	0.95	3.67	3.49
	TABLA DE ENCOFRADO 0.30*2.40 M	U	8.33	0.05	0.42
	VIBRADOR	GBL	1.90	0.00	0.00
SUBTOTAL D					6.30

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E**      166.45  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %**      24.97  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G**      191.42

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** INODORO  
**UNIDAD:** U  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	3.00	0.20	0.60
		SUBTOTAL A	0.60

MANO DE OBRA DESCRIPCION ALBAÑIL AYUDANTE	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	CAT. III	2.00	1.94	3.88
	CAT. II	2.00	1.94	3.88
			SUBTOTAL B	7.76

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
ARENA	M3	0.02	8.00	0.16
CEMENTO	SACO	0.06	7.00	0.42
INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	U	1.00	62.34	62.34
LLAVE ANGULAR DE ACERO PARA INODORO	U	1.00	4.33	4.33
TEFLON	U	0.10	0.16	0.02
			SUBTOTAL C	67.27

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
ARENA	M3	0.02	3.67	0.07
CEMENTO	SACO	0.06	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	3.00	0.00	0.00
INODORO FIRENZE STANDARD BLANCO FV (LINEA ECONOMICA)	U	1.00	0.00	0.00
LLAVE ANGULAR DE ACERO PARA INODORO	U	1.00	0.00	0.00
TEFLON	U	0.10	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.07

**COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E** 75.70  
**COSTO INDIRECTO (F) => 15.00 %** 11.36  
**PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G** 87.06

**OBSERVACIONES:**



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**

**RUBRO:** INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION  
**UNIDAD:** PTO  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	1.80	0.20	0.36
		SUBTOTAL A	0.36

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
AYUDANTE	CAT. II	1.50	1.94	2.91
ELECTRICISTA	CAT. III	1.50	1.94	2.91
			SUBTOTAL B	5.82

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
BOQUILLA COLGANTE DE BAQUELITA	U	1.00	0.52	0.52
CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	M	12.00	0.41	4.94
CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	1.00	0.80	0.80
CAJA RECTANGULAR BAJA	U	1.00	0.28	0.28
INTERRUPTOR SIMPLE	U	1.00	2.68	2.68
MANGUERA NEGRA 1/2"	ML	4.00	0.13	0.52
			SUBTOTAL C	9.74

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
BOQUILLA COLGANTE DE BAQUELITA	U	1.00	0.00	0.00
CABLE TW SÓLIDO QUITO # 12	M	12.00	0.00	0.00
CAJA OCTOGONAL GRANDE	U	1.00	0.00	0.00
CAJA RECTANGULAR BAJA	U	1.00	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.80	0.00	0.00
INTERRUPTOR SIMPLE	U	1.00	0.00	0.00
MANGUERA NEGRA 1/2"	ML	4.00	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.00

**COSTO DIRECTO (E) => A + B + C + D = E**      15.92  
**COSTO INDIRECTO (F) => 15.00 %**      2.39  
**PRECIO UNITARIO (G) => E + F = G**      18.31

**OBSERVACIONES:**



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**

**RUBRO:** INSTALACION SANITARIA 110mm  
**UNIDAD:** PTO  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	2.50	0.20	0.50
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.50</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	2.50	1.94	4.85
AYUDANTE	CAT. II	2.50	1.94	4.85
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>9.70</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
CODO PVC 110 MM	U	1.00	2.11	2.11
POLIPEGA	LT	0.01	40.74	0.41
SIFON PVC 4"	U	1.00	2.41	2.41
TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	1.00	2.87	2.87
TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	0.44	8.89	3.91
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>11.71</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CODO PVC 110 MM	U	1.00	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.50	0.00	0.00
POLIPEGA	LT	0.01	0.00	0.00
SIFON PVC 4"	U	1.00	0.01	0.01
TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	1.00	0.00	0.00
TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	0.44	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.01</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E**      21.92  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %**      3.29  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G**      25.21

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** INSTALACION SANITARIA 50mm  
**UNIDAD:** PTO  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	2.50	0.20	0.50
		SUBTOTAL A	0.50

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	2.50	1.94	4.85
AYUDANTE	CAT. II	2.50	1.94	4.85
			SUBTOTAL B	9.70

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
CODO PVC 50 MM	U	0.50	1.05	0.53
SIFÓN PVC 50 MM	U	0.50	2.13	1.07
TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	0.50	1.11	0.56
TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	1.10	4.08	4.49
			SUBTOTAL C	6.65

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CODO PVC 50 MM	U	0.50	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.50	0.00	0.00
SIFÓN PVC 50 MM	U	0.50	0.00	0.00
TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	0.50	0.00	0.00
TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	1.10	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 16.85  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 2.53  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 19.38

OBSERVACIONES:



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	1.00	0.20	0.20
	SUBTOTAL A		0.20

MANO DE OBRA DESCRIPCION PEÓN	CATEGORIA CAT. I	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
		0.26	1.94	0.49
	SUBTOTAL B		0.49	

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
				0.00
	SUBTOTAL C		0.00	

TRANSPORTE DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	UNIDAD GBL	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
		1.00	0.00	0.00
	SUBTOTAL D		0.00	

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 0.69  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.10  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 0.79

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**

**RUBRO:** MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=10 CM  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ANDAMIO ( EL MÓDULO )	0.40	0.04	0.02
HERRAMIENTA MENOR	0.80	0.20	0.16
		SUBTOTAL A	0.18

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.60	1.94	1.16
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0.60	1.94	1.16
PEÓN	CAT. I	0.60	1.94	1.16
		SUBTOTAL B		3.48

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
ARENA	M3	0.03	8.00	0.24
BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	12.50	0.27	3.36
CEMENTO	SACO	0.14	7.00	0.98
		SUBTOTAL C		4.58

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
ANDAMIO ( EL MÓDULO )	GBL	0.40	0.00	0.00
ARENA	M3	0.03	3.67	0.11
BLOQUE PESADO DE 10X20X40	U	12.50	0.00	0.00
CEMENTO	SACO	0.14	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.80	0.00	0.00
		SUBTOTAL D		0.11

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E**      8.35  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %**      1.25  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G**      9.60

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA      **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009      **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis      **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario      **SECTOR:**

**RUBRO:** MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=15 CM  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ANDAMIO ( EL MÓDULO )	0.00	0.04	0.00
HERRAMIENTA MENOR	0.50	0.20	0.10
		SUBTOTAL A	0.10

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.70	1.94	1.36
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0.70	1.94	1.36
PEÓN	CAT. I	0.70	1.94	1.36
			SUBTOTAL B	4.08

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.00	1.05	0.00
ARENA	M3	0.03	8.00	0.24
BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	12.50	0.29	3.63
CEMENTO	SACO	0.14	7.00	0.98
			SUBTOTAL C	4.85

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.00	0.00	0.00
ANDAMIO ( EL MÓDULO )	GBL	0.00	0.00	0.00
ARENA	M3	0.03	3.67	0.11
BLOQUE PESADO DE 15X20X40	U	12.50	0.00	0.00
CEMENTO	SACO	0.14	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.50	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.11

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E**      9.14  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %**      1.37  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G**      10.51

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** MAMPOSTERIA PIEDRA BASILICA  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	2.00	0.20	0.40
		SUBTOTAL A	0.40

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	2.00	1.94	3.88
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	1.50	1.94	2.91
PEÓN	CAT. I	4.00	1.94	7.76
			SUBTOTAL B	14.55

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.10	1.05	0.11
MORTERO CEMENTO: ARENA 1:4	M3	0.25	76.01	19.00
PIEDRA BASÍLICA	U	90.00	0.06	5.40
			SUBTOTAL C	24.51

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.10	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.00	0.00	0.00
MORTERO CEMENTO: ARENA 1:4	M3	0.25	0.00	0.00
PIEDRA BASÍLICA	U	90.00	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 39.46  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 5.92  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 45.38

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** MASILLADO DE PISOS  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION HERRAMIENTA MENOR	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	0.80	0.20	0.16
		SUBTOTAL A	0.16

MANO DE OBRA DESCRIPCION ALBAÑIL MAESTRO DE OBRA PEÓN	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
	CAT. III	0.50	1.94	0.97
	CAT. IV	0.50	1.94	0.97
	CAT. I	0.50	1.94	0.97
			SUBTOTAL B	2.91

MATERIAL DESCRIPCION AGUA ARENA CEMENTO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
	M3	0.01	1.05	0.01
	M3	0.02	8.00	0.16
	SACO	0.16	7.00	1.12
			SUBTOTAL C	1.29

TRANSPORTE DESCRIPCION AGUA ARENA CEMENTO HERRAMIENTA MENOR	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
	M3	0.01	0.00	0.00
	M3	0.02	3.67	0.07
	SACO	0.16	0.00	0.00
	GBL	0.80	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.07

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 4.43  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.66  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 5.09

**OBSERVACIONES:**



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario  
  
**RUBRO:** MORTERO CEMENTO: ARENA 1:4  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
		SUBTOTAL A	0.00

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
			SUBTOTAL B	0.00

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.32	1.05	0.33
ARENA	M3	1.18	8.00	9.41
CEMENTO	SACO	8.85	7.00	61.95
			SUBTOTAL C	71.69

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.32	0.00	0.00
ARENA	M3	1.18	3.67	4.32
CEMENTO	SACO	8.85	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	4.32

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 76.01  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 0.00 %** 0.00  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 76.01

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** PLINTOS H.S 210 KG/CM2  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
CONCRETERA 1 SACO	1.00	1.99	1.99
HERRAMIENTA MENOR	1.00	0.20	0.20
VIBRADOR	1.00	2.25	2.25
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>4.44</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	2.00	1.94	3.88
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	1.00	1.94	1.94
PEÓN	CAT. I	8.00	1.94	15.52
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>21.34</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	1.00	69.74	69.74
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>69.74</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CONCRETERA 1 SACO	C/H	1.00	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.00	0.00	0.00
HORMIGON SIMPLE 210 KG/CM2	M3	1.00	0.00	0.00
VIBRADOR	GBL	1.00	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.00</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 95.52  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 14.33  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 109.85

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** PUERTA DE BAÑO PANELADA  
**UNIDAD:** U  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	2.50	0.20	0.50
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.50</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	1.00	1.94	1.94
AYUDANTE	CAT. II	2.00	1.94	3.88
CARPINTERO	CAT. III	1.00	1.94	1.94
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>7.76</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	1.05	0.01
ARENA	M3	0.01	8.00	0.08
CEMENTO	SACO	0.02	7.00	0.14
CLAVOS	KG	0.50	1.57	0.79
PUERTA ALUMINIO NATURAL	M	1.00	51.75	51.75
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>52.77</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	0.00	0.00
ARENA	M3	0.01	3.67	0.04
CEMENTO	SACO	0.02	0.00	0.00
CLAVOS	KG	0.50	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.50	0.00	0.00
PUERTA ALUMINIO NATURAL	M	1.00	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.04</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 61.07  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 9.16  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 70.23

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** PUERTA DE HIERRO SENCILLA  
**UNIDAD:** U  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	2.00	0.20	0.40
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.40</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.60	1.94	1.16
PEÓN	CAT. I	0.56	1.94	1.08
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>2.24</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	1.05	0.01
ARENA	M3	0.01	8.00	0.08
CEMENTO	SACO	0.04	7.00	0.28
PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	0.10	18.65	1.87
PUERTA HIERRO-MADERA	U	1.00	140.00	140.00
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>142.24</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	0.00	0.00
ARENA	M3	0.01	3.67	0.04
CEMENTO	SACO	0.04	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	2.00	0.00	0.00
PINTURA ANTICORROSIVA	GALON	0.10	0.00	0.00
PUERTA HIERRO-MADERA	U	1.00	1.00	1.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>1.04</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 145.92  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 21.89  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 167.81

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** RECORRIDO DESAGUE 110mm  
**UNIDAD:** M  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.50	0.20	0.10
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.10</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.40	1.94	0.78
AYUDANTE	CAT. II	0.40	1.94	0.78
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0.40	1.94	0.78
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>2.34</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
CODO PVC 110 MM	U	0.10	2.11	0.21
POLILIMPIA	4000 CC	0.00	20.48	0.02
POLIPEGA	LT	0.00	40.74	0.16
TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	0.10	2.87	0.29
TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	0.34	8.89	3.02
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>3.70</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CODO PVC 110 MM	U	0.10	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.50	0.00	0.00
POLILIMPIA	4000 CC	0.00	0.00	0.00
POLIPEGA	LT	0.00	0.00	0.00
TEE PVC 110 MM. DESAGÜE	U	0.10	0.00	0.00
TUBO PVC 110 MM X 3 M	U	0.34	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.00</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 6.14  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.92  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 7.06

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** RECORRIDO DESAGUE 50mm  
**UNIDAD:** M  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.50	0.20	0.10
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.10</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.40	1.94	0.78
AYUDANTE	CAT. II	0.40	1.94	0.78
MAESTRO DE OBRA	CAT. IV	0.40	1.94	0.78
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>2.34</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
CODO PVC 50 MM	U	0.10	1.05	0.11
POLILIMPIA	4000 CC	0.00	20.48	0.02
POLIPEGA	LT	0.00	40.74	0.16
TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	0.10	1.11	0.11
TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	0.34	4.08	1.39
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>1.79</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CODO PVC 50 MM	U	0.10	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.50	0.00	0.00
POLILIMPIA	4000 CC	0.00	0.00	0.00
POLIPEGA	LT	0.00	0.00	0.00
TEE PVC 50 MM. DESAGÜE	U	0.10	0.00	0.00
TUBO PVC 50 MM. X 3 M	U	0.34	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.00</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 4.23  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.63  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 4.86

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** REJILLA ALUMINIO 3''  
**UNIDAD:** U  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.80	0.20	0.16
		SUBTOTAL A	0.16

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.70	1.94	1.36
			SUBTOTAL B	1.36

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	1.05	0.01
ARENA	M3	0.02	8.00	0.16
CEMENTO	SACO	0.01	7.00	0.07
REJILLA DE ALUMINIO 75 MM	U	1.00	2.89	2.89
			SUBTOTAL C	3.13

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
AGUA	M3	0.01	0.00	0.00
ARENA	M3	0.02	3.67	0.07
CEMENTO	SACO	0.01	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.80	0.00	0.00
REJILLA DE ALUMINIO 75 MM	U	1.00	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.07

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 4.72  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.71  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 5.43

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA **PROVINCIA:** Pichincha  
**FECHA:** 26/08/2009 **CANTON:** Quito  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis **PARROQUIA:**  
**PROPIETARIO:** Beneficiario **SECTOR:**

**RUBRO:** RELLENO COMPACTADO (COMPACTADOR)  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO	DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		0.50	0.20	0.10
SAPO COMPACTADOR		0.50	4.75	2.38
SUBTOTAL A				2.48

MANO DE OBRA	DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
MAESTRO DE OBRA		CAT. IV	0.10	1.94	0.19
PEÓN		CAT. I	0.90	1.94	1.75
SUBTOTAL B					1.94

MATERIAL	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
SUBTOTAL C					0.00

TRANSPORTE	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR		GBL	0.50	0.00	0.00
SAPO COMPACTADOR		GBL	0.50	0.00	0.00
SUBTOTAL D					0.00

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 4.42  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.66  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 5.08

OBSERVACIONES:

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** REPLANTEO Y NIVELACION  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.12	0.20	0.02
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.02</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.12	1.94	0.23
PEÓN	CAT. I	0.12	1.94	0.23
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>0.46</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
ESTACAS DE MADERA	U	0.50	0.20	0.10
PIOLA NYLON	ML	4.00	0.02	0.08
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>0.18</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
ESTACAS DE MADERA	U	0.50	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.12	0.00	0.00
PIOLA NYLON	ML	4.00	0.01	0.04
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.04</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 0.70  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.11  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 0.81

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** REPLANTILLO  
**UNIDAD:** M3  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
CONCRETERA 1 SACO	1.56	1.99	3.10
HERRAMIENTA MENOR	1.56	0.20	0.31
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>3.41</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	2.00	1.94	3.88
PEÓN	CAT. I	7.00	1.94	13.58
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>17.46</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
HORMIGON SIMPLE 140 KG/CM2	M3	1.00	62.19	62.19
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>62.19</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CONCRETERA 1 SACO	C/H	1.56	0.00	0.00
HERRAMIENTA MENOR	GBL	1.56	0.00	0.00
HORMIGON SIMPLE 140 KG/CM2	M3	1.00	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.00</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 83.06  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 12.46  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 95.52

**OBSERVACIONES:**

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2  
**UNIDAD:** M  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.30	0.20	0.06
		SUBTOTAL A	0.06

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	0.30	1.94	0.58
AYUDANTE	CAT. II	0.30	1.94	0.58
			SUBTOTAL B	1.16

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
CODO PVC-P 1/2" ROSCABLE	U	1.00	0.47	0.47
TEFLON	U	0.05	0.16	0.01
TUB. PVC ROSCABLE 1/2"	ML	1.00	1.24	1.24
UNIÓN PVC ROSCABLE 1/2	U	0.17	0.30	0.05
			SUBTOTAL C	1.77

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
CODO PVC-P 1/2" ROSCABLE	U	1.00	0.01	0.01
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.30	0.00	0.00
TEFLON	U	0.05	0.00	0.00
TUB. PVC ROSCABLE 1/2"	ML	1.00	0.03	0.03
UNIÓN PVC ROSCABLE 1/2	U	0.17	0.00	0.00
			SUBTOTAL D	0.04

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 3.03  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 0.45  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 3.48

**OBSERVACIONES:**



**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA  
**FECHA:** 26/08/2009  
**PROPONENTE:** Roberto Villacis  
**PROPIETARIO:** Beneficiario

**PROVINCIA:** Pichincha  
**CANTON:** Quito  
**PARROQUIA:**  
**SECTOR:**

**RUBRO:** VIDRIO CLARO DE 3 MM.  
**UNIDAD:** M2  
**ESPECIFICACION:**

EQUIPO DESCRIPCION	HORAS-EQUIPO	COSTO X HORA	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	0.80	0.20	0.16
		<b>SUBTOTAL A</b>	<b>0.16</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CATEGORIA	HORAS-HOMBRE	COSTO X HORA	SUBTOTAL
ALBAÑIL	CAT. III	1.20	1.94	2.33
			<b>SUBTOTAL B</b>	<b>2.33</b>

MATERIAL DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO U.	SUBTOTAL
MASILLA PARA VIDRIO	KG	0.30	0.95	0.29
VIDRIO CLARO 3MM	M2	1.10	6.54	7.19
			<b>SUBTOTAL C</b>	<b>7.48</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PREC. TRANS.	SUBTOTAL
HERRAMIENTA MENOR	GBL	0.80	0.00	0.00
MASILLA PARA VIDRIO	KG	0.30	0.00	0.00
VIDRIO CLARO 3MM	M2	1.10	0.00	0.00
			<b>SUBTOTAL D</b>	<b>0.00</b>

**COSTO DIRECTO ( E ) => A + B + C + D = E** 9.97  
**COSTO INDIRECTO ( F ) => 15.00 %** 1.50  
**PRECIO UNITARIO ( G ) => E + F = G** 11.47

**OBSERVACIONES:**

**PRE SUPUESTO VIVIENDA TIPO.**

**PROYECTO:**  
**FECHA:**

CASA TIPO FUNDACION VIDA  
26/08/2009

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PU	PRECIO TOTAL
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	39.20	\$ 0.79	\$ 30.97
RELLENO COMPACTADO (COMPACTADOR)	M3	5.35	\$ 5.08	\$ 27.18
REPLANTEO Y NIVELACION	M2	39.20	\$ 0.81	\$ 31.75
EXCAVACION DE PLINTOS	M3	5.76	\$ 6.10	\$ 35.14
EXCAVACION CIMIENTOS	M3	4.49	\$ 5.64	\$ 25.32
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 150.36</b>
<b>ESTRUCTURA</b>				
REPLANTILLO	M3	0.29	\$ 95.52	\$ 27.70
CONTRAPISO	M2	31.44	\$ 9.92	\$ 311.88
ACERO DE REFUERZO	KG	495.31	\$ 1.79	\$ 886.60
DINTEL	M	12.00	\$ 11.88	\$ 142.56
MAMPOSTERIA PIEDRA BASILICA	M3	5.87	\$ 45.38	\$ 266.38
PLINTOS H.S 210 KG/CM2	M3	1.44	\$ 109.85	\$ 158.18
H.S. CADENAS	M3	1.72	\$ 143.24	\$ 246.37
HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F'C 210 kg/cm2	M3	2.05	\$ 191.42	\$ 392.41
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 2,432.10</b>
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
INODORO	U	1.00	\$ 87.06	\$ 87.06
LAVAMANOS	U	1.00	\$ 67.65	\$ 67.65
FREGADERO PLATOS	U	1.00	\$ 74.83	\$ 74.83
INSTALACION SANITARIA 50mm	PTO	5.00	\$ 19.38	\$ 96.90
INSTALACION SANITARIA 110mm	PTO	1.00	\$ 25.21	\$ 25.21
RECORRIDO DESAGUE 50mm	M	2.00	\$ 4.86	\$ 9.72
RECORRIDO DESAGUE 110mm	M	13.50	\$ 7.06	\$ 95.31
CAJA DE REVISION	U	3.00	\$ 52.57	\$ 157.71
INSTALACION AGUA POTABLE PVC 1/2	PTO	6.00	\$ 15.82	\$ 94.92
TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2	M	6.00	\$ 3.48	\$ 20.88
REJILLA ALUMINIO 3"	U	3.00	\$ 5.43	\$ 16.29
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 746.48</b>
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>				
CAJA TERMICA	U	1.00	\$ 40.87	\$ 40.87
INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	PTO	5.00	\$ 18.31	\$ 91.55
INSTALACION ELECTRICA TOMACORRIENTE	PTO	6.00	\$ 13.52	\$ 81.12
ACOMETIDA ELECTRICA	U	7.00	\$ 21.72	\$ 152.04
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 365.58</b>
<b>OBRA BASICA</b>				
MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=10 CM	M2	27.00	\$ 9.60	\$ 259.20
CORCHADO DE ONDAS	M	25.00	\$ 2.54	\$ 63.50
MASILLADO DE PISOS	M2	31.44	\$ 5.09	\$ 160.03
CUBIERTA DE ETERNIT	M2	50.00	\$ 17.09	\$ 854.50
BORDE TINA DE BAÑO	M	1.20	\$ 10.10	\$ 12.12
VENTANA DE HIERRO (INC. PROTECCION VAR 3/8)	M2	6.11	\$ 65.90	\$ 402.65
MESON DE COCINA	M	2.30	\$ 35.48	\$ 81.60
PUERTA DE HIERRO SENCILLA	U	2.00	\$ 167.81	\$ 335.62
PUERTA DE BAÑO PANELADA	U	1.00	\$ 70.23	\$ 70.23
VIDRIO CLARO DE 3 MM.	M2	6.11	\$ 11.47	\$ 70.08
MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=15 CM	M2	53.00	\$ 10.51	\$ 557.03
TOTAL CAPITULO				\$ 2,866.56
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>\$ 6,561.08</b>
Elaborado por: Roberto Villacis - Fundación VIDA				
Fuente: Fundación VIDA				

**PRESUPUESTO PROYECTO**

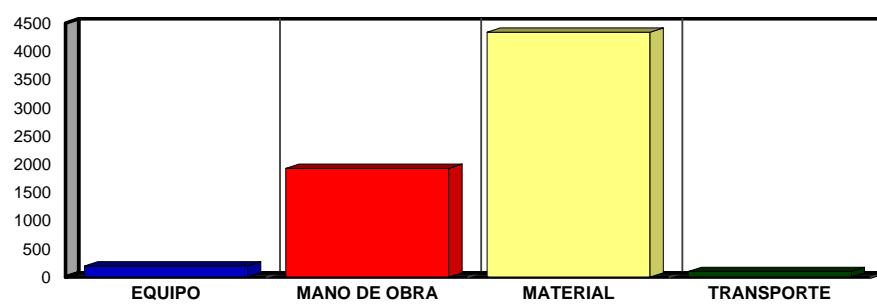
**PROYECTO:** 10 CASAS  
**TIPO:**  
**FECHA:** 26/08/2009

DESCRIPCION	U	CANTIDAD	PU	PRECIO TOTAL
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	M2	392.00	\$ 0.79	\$ 309.68
RELLENO COMPACTADO (COMPACTADOR)	M3	53.50	\$ 5.08	\$ 271.78
REPLANTEO Y NIVELACION	M2	392.00	\$ 0.81	\$ 317.52
EXCAVACION DE PLINTOS	M3	57.60	\$ 6.10	\$ 351.36
EXCAVACION CIMIENTOS	M3	44.90	\$ 5.64	\$ 253.24
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 1,503.58</b>
<b>ESTRUCTURA</b>				
REPLANTILLO	M3	2.90	\$ 95.52	\$ 277.01
CONTRAPISO	M2	314.40	\$ 9.92	\$ 3,118.85
ACERO DE REFUERZO	KG	4,953.10	\$ 1.79	\$ 8,866.05
DINTEL	M	120.00	\$ 11.88	\$ 1,425.60
MAMPOSTERIA PIEDRA BASILICA	M3	58.70	\$ 45.38	\$ 2,663.81
PLINTOS H.S 210 KG/CM2	M3	14.40	\$ 109.85	\$ 1,581.84
H.S. CADENAS	M3	17.20	\$ 143.24	\$ 2,463.73
HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F'C 210 kg/cm2	M3	20.50	\$ 191.42	\$ 3,924.11
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 24,320.99</b>
<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>				
INODORO	U	10.00	\$ 87.06	\$ 870.60
LAVAMANOS	U	10.00	\$ 67.65	\$ 676.50
FREGADERO PLATOS	U	10.00	\$ 74.83	\$ 748.30
INSTALACION SANITARIA 50mm	PTO	50.00	\$ 19.38	\$ 969.00
INSTALACION SANITARIA 110mm	PTO	10.00	\$ 25.21	\$ 252.10
RECORRIDO DESAGUE 50mm	M	20.00	\$ 4.86	\$ 97.20
RECORRIDO DESAGUE 110mm	M	135.00	\$ 7.06	\$ 953.10
CAJA DE REVISION	U	30.00	\$ 52.57	\$ 1,577.10
INSTALACION AGUA POTABLE PVC 1/2	PTO	60.00	\$ 15.82	\$ 949.20
TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2	M	60.00	\$ 3.48	\$ 208.80
REJILLA ALUMINIO 3''	U	30.00	\$ 5.43	\$ 162.90
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 7,464.80</b>
<b>INSTALACION ELECTRICA</b>				
CAJA TERMICA	U	10.00	\$ 40.87	\$ 408.70
INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	PTO	50.00	\$ 18.31	\$ 915.50
INSTALACION ELECTRICA TOMACORRIENTE	PTO	60.00	\$ 13.52	\$ 811.20
ACOMETIDA ELECTRICA	U	70.00	\$ 21.72	\$ 1,520.40
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 3,655.80</b>
<b>OBRA BASICA</b>				
MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=10 CM	M2	270.00	\$ 9.60	\$ 2,592.00
CORCHADO DE ONDAS	M	250.00	\$ 2.54	\$ 635.00
MASILLADO DE PISOS	M2	314.40	\$ 5.09	\$ 1,600.30
CUBIERTA DE ETERNIT	M2	500.00	\$ 17.09	\$ 8,545.00
BORDE TINA DE BAÑO	M	12.00	\$ 10.10	\$ 121.20
VENTANA DE HIERRO (INC. PROTECCION VAR 3/8)	M2	61.10	\$ 65.90	\$ 4,026.49
MESON DE COCINA	M	23.00	\$ 35.48	\$ 816.04
PUERTA DE HIERRO SENCILLA	U	20.00	\$ 167.81	\$ 3,356.20
PUERTA DE BAÑO PANELADA	U	10.00	\$ 70.23	\$ 702.30
VIDRIO CLARO DE 3 MM.	M2	61.10	\$ 11.47	\$ 700.82
MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=15 CM	M2	530.00	\$ 10.51	\$ 5,570.30
TOTAL CAPITULO				<b>\$ 28,665.64</b>
<b>TOTAL PRESUPUESTO</b>				<b>\$ 65,610.8</b>
Elaborado por: Roberto Villacis - Fundación VIDA				
Fuente: Fundación VIDA				

## GRÁFICO COMPARATIVO

**PROYECTO:** CASA TIPO FUNDACION VIDA

**FECHA:** 26/08/2009



INSUMO	TOTAL	%
EQUIPO	198.57\$	3.03
MANO DE OBRA	1,926.19\$	29.35
MATERIAL	4,338.88\$	66.11
TRANSPORTE	99.73\$	1.52
Elaborado por: Roberto Villacis		
Fuente: APU		

**ANEXOS 3: CRONOGRAMAS.**

Cronograma Gantt

Id	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Cantidad	Precio	30 ago '09							06 sep '09							13 sep '09							20 sep '09						
							D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S	D	L	M	X	J	V	S
1	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>3 días</b>	<b>lun 31/08/09</b>	<b>mié 02/09/09</b>		<b>\$ 150,36</b>																												
2	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	8 horas	lun 31/08/09	lun 31/08/09	39.20	\$ 30,97																												
3	RELLENO COMPACTADO (COMPACTADOR)	8 horas	mié 02/09/09	mié 02/09/09	5.35	\$ 27,18																												
4	REPLANTEO Y NIVELACION	8 horas	lun 31/08/09	lun 31/08/09	39.20	\$ 31,75																												
5	EXCAVACION DE PLINTOS	8 horas	mar 01/09/09	mar 01/09/09	5.76	\$ 35,14																												
6	EXCAVACION CIMIENTOS	8 horas	mié 02/09/09	mié 02/09/09	4.49	\$ 25,32																												
7	<b>ESTRUCTURA</b>	<b>11 días</b>	<b>mar 01/09/09</b>	<b>mar 15/09/09</b>		<b>\$ 2.432,08</b>																												
8	REPLANTILLO	8 horas	mar 01/09/09	mar 01/09/09	0.29	\$ 27,70																												
9	CONTRAPISO	32 horas	vie 04/09/09	mié 09/09/09	31.44	\$ 311,88																												
10	ACERO DE REFUERZO	56 horas	mar 01/09/09	mié 09/09/09	495.31	\$ 886,60																												
11	DINTEL	16 horas	lun 14/09/09	mar 15/09/09	12.00	\$ 142,56																												
12	MAMPOSTERIA PIEDRA BASILICA	16 horas	jue 03/09/09	vie 04/09/09	5.87	\$ 266,38																												
13	PLINTOS H.S 210 KG/CM2	16 horas	mié 02/09/09	jue 03/09/09	1.44	\$ 158,18																												
14	H.S. CADENAS	16 horas	lun 07/09/09	mar 08/09/09	1.72	\$ 246,37																												
15	HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F° C 210 kg/cm2	24 horas	mié 09/09/09	vie 11/09/09	2.05	\$ 392,41																												
16	<b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>	<b>15 días</b>	<b>jue 03/09/09</b>	<b>mié 23/09/09</b>		<b>\$ 746,48</b>																												
17	INODORO	8 horas	lun 21/09/09	lun 21/09/09	1.00	\$ 87,06																												
18	LAVAMANOS	8 horas	lun 21/09/09	lun 21/09/09	1.00	\$ 67,65																												
19	FREGADERO PLATOS	8 horas	lun 21/09/09	lun 21/09/09	1.00	\$ 74,83																												
20	INSTALACION SANITARIA 50mm	8 horas	jue 03/09/09	jue 03/09/09	5.00	\$ 96,90																												
21	INSTALACION SANITARIA 110mm	8 horas	jue 03/09/09	jue 03/09/09	1.00	\$ 25,21																												
22	RECORRIDO DESAGUE 50mm	8 horas	jue 03/09/09	jue 03/09/09	2.00	\$ 9,72																												
23	RECORRIDO DESAGUE 110mm	16 horas	lun 07/09/09	mar 08/09/09	13.50	\$ 95,31																												
24	CAJA DE REVISION	16 horas	lun 07/09/09	mar 08/09/09	3.00	\$ 157,71																												
25	INSTALACION AGUA POTABLE PVC 1/2	16 horas	vie 18/09/09	lun 21/09/09	6.00	\$ 94,92																												
26	TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2	16 horas	vie 18/09/09	lun 21/09/09	6.00	\$ 20,88																												
27	REJILLA ALUMINIO 3"	8 horas	mié 23/09/09	mié 23/09/09	3.00	\$ 16,29																												
28	<b>INSTALACION ELECTRICA</b>	<b>2 días</b>	<b>mar 22/09/09</b>	<b>mié 23/09/09</b>		<b>\$ 365,58</b>																												
29	CAJA TERMICA	8 horas	mar 22/09/09	mar 22/09/09	1.00	\$ 40,87																												
30	INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	16 horas	mar 22/09/09	mié 23/09/09	5.00	\$ 91,55																												
31	INSTALACION ELECTRICA TOMACORRIENTE	16 horas	mar 22/09/09	mié 23/09/09	6.00	\$ 81,12																												
32	ACOMETIDA ELECTRICA	8 horas	mar 22/09/09	mar 22/09/09	7.00	\$ 152,04																												
33	<b>OBRA BASICA</b>	<b>11 días</b>	<b>jue 10/09/09</b>	<b>jue 24/09/09</b>		<b>\$ 2.866,56</b>																												
34	MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=10 CM	24 horas	jue 10/09/09	lun 14/09/09	27.00	\$ 259,20																												
35	CORCHADO DE ONDAS	8 horas	vie 18/09/09	vie 18/09/09	25.00	\$ 63,50																												
36	MASILLADO DE PISOS	16 horas	mié 23/09/09	jue 24/09/09	31.44	\$ 160,03																												
37	CUBIERTA DE ETERNIT	24 horas	mié 16/09/09	vie 18/09/09	50.00	\$ 854,50																												
38	BORDE TINA DE BAÑO	8 horas	lun 14/09/09	lun 14/09/09	1.20	\$ 12,12																												
39	VENTANA DE HIERRO (INC. PROTECCION VAR 3/8)	8 horas	mié 16/09/09	mié 16/09/09	6.11	\$ 402,65																												
40	MESON DE COCINA	16 horas	lun 14/09/09	mar 15/09/09	2.30	\$ 81,60																												
41	PUERTA DE HIERRO SENCILLA	8 horas	mié 16/09/09	mié 16/09/09	2.00	\$ 335,62																												
42	PUERTA DE BAÑO PANELADA	8 horas	lun 14/09/09	lun 14/09/09	1.00	\$ 70,23																												
43	VIDRIO CLARO DE 3 MM.	8 horas	mié 16/09/09	mié 16/09/09	6.11	\$ 70,08																												
44	MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=15 CM	40 horas	jue 10/09/09	mié 16/09/09	53.00	\$ 557,03																												

Proyecto: Carta gantt  
Fecha: lun 25/01/10

Tarea  
División



Progreso  
Hito



Resur  
Resur



Tareas externas  
Hito externo



Fecha límite



## Cronograma Valorado

Cronograma Valorado																															
Rubro	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	Fecha Inicio	Fecha Final	Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5	Periodo 6	Periodo 7	Periodo 8	Periodo 9	Periodo 10	Periodo 11	Periodo 12	Periodo 13	Periodo 14	Periodo 15	Periodo 16	Periodo 17	Periodo 18	Periodo 19	Periodo 20	Periodo 21	Periodo 22	Periodo 23	Periodo 24	Periodo 25	% Total
MOVIMIENTO DE TIERRAS					31/08/2009	02/09/2009																									
LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO	39.2	\$ 0.79	\$ 30.97	31/08/2009	31/08/2009	\$ 30.97																									
RELLENO COMPACTADO (COMPACTADOR)	5.35	\$ 5.08	\$ 27.18	02/09/2009	02/09/2009			\$ 27.18																							
REPLANTEO Y NIVELACION	39.2	\$ 0.81	\$ 31.75	31/08/2009	31/08/2009	\$ 31.75																									
EXCAVACION DE PLINTOS	5.76	\$ 6.10	\$ 35.14	01/09/2009	01/09/2009			\$ 35.14																							
EXCAVACION CIMIENTOS	4.49	\$ 5.64	\$ 25.32	02/09/2009	02/09/2009			\$ 25.32																							
ESTRUCTURA					01/09/2009	15/09/2009																									
REPLANTILLO	0.29	\$ 95.52	\$ 27.70	01/09/2009	01/09/2009			\$ 27.70																							
CONTRAPISO	31.44	\$ 9.92	\$ 311.88	04/09/2009	09/09/2009				\$ 187.13				\$ 62.38	\$ 62.38																	
ACERO DE REFUERZO	495.31	\$ 1.79	\$ 886.60	01/09/2009	09/09/2009			\$ 132.99	\$ 132.99	\$ 132.99	\$ 132.99		\$ 118.21	\$ 118.21	\$ 118.21																
DINTEL	12	\$ 11.88	\$ 142.56	14/09/2009	15/09/2009														\$ 71.28	\$ 71.28											
MAMPOSTERIA PIEDRA BASILICA	5.87	\$ 45.38	\$ 266.38	03/09/2009	04/09/2009				\$ 133.19	\$ 133.19																					
PLINTOS H.S 210 KG/CM2	1.44	\$ 109.85	\$ 158.18	02/09/2009	03/09/2009			\$ 79.09	\$ 79.09																						
H.S. CADENAS	1.72	\$ 143.24	\$ 246.37	06/09/2009	08/09/2009							\$ 123.19	\$ 123.19																		
HORMIGON SIMPLE COLUMNAS F' C 210 kg/cm2	2.05	\$ 191.42	\$ 392.41	09/09/2009	11/09/2009									\$ 235.45	\$ 78.48	\$ 78.48															
INSTALACIONES SANITARIAS					03/09/2009	23/09/2009																									
INODORO	1	\$ 87.06	\$ 87.06	20/09/2009	21/09/2009																						\$ 87.06				
LAVAMANOS	1	\$ 67.65	\$ 67.65	20/09/2009	21/09/2009																						\$ 67.65				
FREGADERO PLATOS	1	\$ 74.83	\$ 74.83	20/09/2009	21/09/2009																						\$ 74.83				
INSTALACION SANITARIA 50mm	5	\$ 19.38	\$ 96.90	03/09/2009	03/09/2009				\$ 96.90																						
INSTALACION SANITARIA 110mm	1	\$ 25.21	\$ 25.21	03/09/2009	03/09/2009				\$ 25.21																						
RECORRIDO DESAGUE 50mm	2	\$ 4.86	\$ 9.72	03/09/2009	03/09/2009				\$ 9.72																						
RECORRIDO DESAGUE 110mm	13.5	\$ 7.06	\$ 95.31	07/09/2009	08/09/2009							\$ 66.72	\$ 28.59																		
CAJA DE REVISION	3	\$ 52.57	\$ 157.71	06/09/2009	08/09/2009							\$ 78.86	\$ 78.86																		
INSTALACION AGUA POTABLE PVC 1/2	6	\$ 15.82	\$ 94.92	18/09/2009	21/09/2009																		\$ 56.95			\$ 37.97					
TUBERIA PVC ROSCABLE 1/2	6	\$ 3.48	\$ 20.88	18/09/2009	21/09/2009																		\$ 12.53			\$ 8.35					
REJILLA ALUMINIO 3"	3	\$ 5.43	\$ 16.29	23/09/2009	23/09/2009																							\$ 16.29			
INSTALACION ELECTRICA					22/09/2009	23/09/2009																									
CAJA TERMICA	1	\$ 40.87	\$ 40.87	22/09/2009	22/09/2009																						\$ 40.87				
INSTALACION ELECTRICA ILUMINACION	5	\$ 18.31	\$ 91.55	22/09/2009	23/09/2009																						\$ 45.78	\$ 45.78			
INSTALACION ELECTRICA TOMACORRIENTE	6	\$ 13.52	\$ 81.12	22/09/2009	23/09/2009																						\$ 40.56	\$ 40.56			
ACOMETIDA ELECTRICA	7	\$ 21.72	\$ 152.04	22/09/2009	22/09/2009																					\$ 152.04					
OBRA BASICA					10/09/2009	24/09/2009																									
MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=10 CM	27	\$ 9.60	\$ 259.20	10/09/2009	14/09/2009									\$ 129.60	\$ 51.84				\$ 77.76												
CORCHADO DE ONDAS	25	\$ 2.54	\$ 63.50	18/09/2009	18/09/2009																			\$ 63.50							
MASILLADO DE PISOS	31.44	\$ 5.09	\$ 160.03	23/09/2009	24/09/2009																						\$ 80.01	\$ 80.01			
CUBIERTA DE ETERNIT	50	\$ 17.09	\$ 854.50	16/09/2009	18/09/2009																\$ 299.08	\$ 299.08	\$ 256.35								
BORDE TINA DE BAÑO	1.2	\$ 10.10	\$ 12.12	13/09/2009	14/09/2009														\$ 12.12												
VENTANA DE HIERRO (INC. PROTECCION VAR 3/8)	6.11	\$ 65.90	\$ 402.65	16/09/2009	16/09/2009																	\$ 402.65									
MESON DE COCINA	2.3	\$ 35.48	\$ 81.60	13/09/2009	15/09/2009														\$ 40.80	\$ 40.80											
PUERTA DE HIERRO SENCILLA	2	\$ 167.81	\$ 335.62	16/09/2009	16/09/2009																		\$ 335.62								
PUERTA DE BAÑO PANELADA	1	\$ 70.23	\$ 70.23	14/09/2009	14/09/2009														\$ 70.23												
VIDRIO CLARO DE 3 MM.	6.11	\$ 11.47	\$ 70.08	16/09/2009	16/09/2009																	\$ 70.08									
MAMPOSTERIA BLOQUE LIVIANO E=15 CM	53	\$ 10.51	\$ 557.03	10/09/2009	16/09/2009									\$ 139.26	\$ 139.26				\$ 139.26	\$ 139.26											
INVERSION						\$ 62.72	\$ 195.83	\$ 264.58	\$ 477.10	\$ 453.31	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 386.98	\$ 411.23	\$ 416.04	\$ 347.34	\$ 269.58	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 411.45	\$ 251.34	\$ 1,107.43	\$ 299.08	\$ 389.33	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 275.86	\$ 279.25	\$ 182.64	\$ 80.01	
AVANCE PARCIAL EN %						0.96%	2.99%	4.03%	7.27%	6.91%	0.00%	0.00%	5.90%	6.27%	6.34%	5.29%	4.11%	0.00%	0.00%	6.27%	3.83%	16.88%	4.56%	5.93%	0.00%	0.00%	4.20%	4.26%	2.78%	1.22%	
INVERSION ACUMULADA						\$ 62.72	\$ 258.55	\$ 523.13	\$ 1,000.23	\$ 1,453.54	\$ 1,453.54	\$ 1,453.54	\$ 1,840.52	\$ 2,251.75	\$ 2,667.79	\$ 3,015.13	\$ 3,284.71	\$ 3,284.71	\$ 3,284.71	\$ 3,696.16	\$ 3,947.50	\$ 5,054.93	\$ 5,354.01	\$ 5,743.34	\$ 5,743.34	\$ 5,743.34	\$ 6,019.20	\$ 6,298.45	\$ 6,481.09	\$ 6,561.10	
AVANCE ACUMULADO EN %						0.96%	3.94%	7.97%	15.25%	22.15%	22.15%	22.15%	28.05%	34.32%	40.66%	45.96%	50.06%	50.06%	50.06%	56.34%	60.17%	77.04%	81.60%	87.54%	87.54%	87.54%	91.74%	96.00%	98.78%	100.00%	

Elaborado por: Roberto Villacis

Fuente: APU