



Diseño y Evaluación de una Nueva Metodología de Gestión de Proyectos Inmobiliarios

Tesis de Grado para optar al título de Ingeniero Civil Industrial

Santiago, 2003

Profesores:

Luis Escobar Aguila
Rodolfo Martínez Ocáriz

Profesor Patrocinante:

Eduardo Boetsch G.H.

Alumno:

Luis Felipe del Real Cintolesi

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
GESTIÓN DE PROYECTOS INMOBILIARIOS	2
DESCRIPCIÓN METODOLOGÍA TRADICIONAL	2
CARACTERÍSTICAS DEL MERCADO INMOBILIARIO	10
<i>Mercado General.....</i>	<i>10</i>
<i>Mercado de Departamentos</i>	<i>15</i>
<i>Mercado de Casas</i>	<i>17</i>
MODELO DE NEGOCIOS PROPUESTO.....	20
CARACTERÍSTICAS DESDE LA PERSPECTIVA DEL CLIENTE	21
CAPTACIÓN DE CLIENTES	22
<i>El Proceso de Definición del Producto</i>	<i>23</i>
BÚSQUEDA DE ALTERNATIVAS DE TERRENOS	28
IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DEL PROYECTO	30
ELABORACIÓN ANTEPROYECTO.....	32
INCORPORACIÓN DE CLIENTES.....	34
<i>Seguro de Venta en Verde.....</i>	<i>37</i>
CONSTRUCCIÓN	38
<i>Tipos de Contratos en la Construcción</i>	<i>39</i>
Suma Alzada	41
Administración delegada.....	43
PROCESOS Y PLANIFICACIÓN TEMPORAL	45
FACTIBILIDAD DE CONCILIAR DIVERSAS PREFERENCIAS.....	51
ADHESIÓN DE UN CLIENTE A UN PROYECTO	52
<i>Adhesión v/s Probabilidad de Compra.....</i>	<i>55</i>
ASIGNACIÓN ÓPTIMA DE CLIENTES	58
<i>Ejemplo Ilustrativo</i>	<i>64</i>
Observaciones:	68

<i>Complejidad del problema</i>	71
Breve Reseña Histórica	72
Dimensión del Problema	73
Interconexión de Computadores en problemas de optimización	74
<i>Cantidad Mínima de Unidades por Proyecto</i>	75
EVALUACIÓN ECONÓMICA	76
COSTOS DIRECTOS DE UN PROYECTO	76
<i>Terreno</i>	76
<i>Costos de Construcción:</i>	83
<i>Honorarios Profesionales:</i>	84
<i>Publicidad</i>	85
<i>Permisos de Construcción</i>	85
<i>Resumen Costos Directos</i>	87
<i>Distribución Temporal</i>	89
COSTOS FIJOS DE LA EMPRESA	93
INGRESOS	94
PUNTO DE EQUILIBRIO	99
INVERSIÓN	101
<i>Activos Fijos</i>	102
<i>Capital de Trabajo</i>	103
Aplicación a la Industria Inmobiliaria	112
<i>Stock de Productos</i>	117
<i>Cuentas Por Cobrar</i>	125
<i>Metodología Tradicional</i>	134
<i>Metodología Planteada</i>	137
COSTO DE CAPITAL	141
PARTICIPACIÓN DE MERCADO	143
FLUJO DE CAJA	146
ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD	148
<i>Comparación con la Metodología Tradicional</i>	149
CRECIMIENTO MÁXIMO SOSTENIBLE	154

CONCLUSIÓN	158
ANEXOS	160
1.- INFORMACIÓN HISTÓRICA DEL MERCADO INMOBILIARIO.....	160
2.- COSTO DE CAPITAL DE LA INDUSTRIA INMOBILIARIA	161
3.- DURACIÓN DE UN COMPONENTE DEL CICLO OPERATIVO	165
4.- DERECHOS Y OBLIGACIONES CONTRACTUALES PARA ARQUITECTOS.....	180
BIBLIOGRAFÍA	186

Introducción

Las empresas dedicadas al sector inmobiliario han llevado a cabo sus proyectos y desarrollado sus negocios de una forma particular, que se ha mantenido prácticamente invariante a lo largo de los años. Si bien esta metodología generalmente ha permitido alcanzar elevados niveles de rentabilidad para el sector, tiene ciertas limitaciones inherentes que vale la pena considerar y que, a su vez, motivan a buscar nuevas y diferentes formas de desarrollar negocios inmobiliarios. De hecho, el fin principal de esta investigación es precisamente plantear un modelo alternativo al tradicionalmente utilizado, basándonos en las características propias del mercado inmobiliario. En ningún caso se pretende plantear la obsolescencia de la metodología tradicional, sino más bien el objetivo de esta tesis de grado es mostrar una vía alternativa para la gestión inmobiliaria, con características absolutamente distintas tanto para los clientes como para los desarrolladores del proyecto.

Para definir las pautas generales de esta nueva metodología, el presente trabajo se distribuye de la siguiente manera. En primer lugar, se realiza una descripción de los modelos tradicionales de gestión inmobiliaria y del mercado inmobiliario en general. A la luz de estos resultados, en segundo lugar se describe y desarrolla la nueva metodología propuesta, que incluye una forma alternativa de identificar los atributos de los proyectos a realizar, y que intenta tanto solucionar ciertos aspectos no deseables del modelo tradicional, como satisfacer mejor los requerimientos, gustos y preferencias de los clientes. A continuación, en el tercer capítulo se desarrolla en profundidad el método para conciliar preferencias de la nueva metodología propuesta, para finalmente en el cuarto capítulo realizar una evaluación desde el punto de vista económico de esta metodología alternativa para gestionar negocios inmobiliarios.

La empresa para la cual se desarrolla esta investigación es Constructora Guayacán Ltda., la cual posee una extensa experiencia en la industria de la construcción habitacional.

Gestión de proyectos inmobiliarios

La gestión de proyectos inmobiliarios se define como “todas las tareas y acciones necesarias para materializar un proyecto inmobiliario, desde la identificación de las características generales del proyecto hasta su venta”.

Existe una gran diversidad en los métodos utilizados en la gestión de proyectos inmobiliarios por parte de las empresas, sin embargo, existen determinados patrones que tienden a mantenerse en la mayoría de las empresas constructoras o inmobiliarias.

Descripción Metodología Tradicional

El primer paso consiste en identificar un terreno atractivo, el cuál se podría definir como aquel que da lugar a proyectos con rentabilidades que se encuentran sobre el promedio de la industria, es decir, aquel que se presenta como una oportunidad, al menos aparente, para desarrollar un determinado tipo de inmueble (vivienda, oficina, locales comerciales, estacionamientos, etc.). El terreno constituye una proporción importante de los costos totales del proyecto, por lo que se considera fundamental encontrar alguno que esté subvalorado con respecto a su mejor uso alternativo.

Una vez que el terreno está identificado, se procede a estudiar las posibles alternativas de construcción a través de estudios de mercado o simples apreciaciones de “expertos” en el rubro. Se consideran las regulaciones y usos permitidos por el plan regulador comunal o sectorial, que se encuentran especificados en el *certificado de informaciones previas* que proporciona la comuna a la cual pertenece el terreno.

Para definir el producto específico que se construirá en el terreno, se consultan opiniones, principalmente, de Corredores de Propiedades calificados, quienes tienen contacto directo y permanente con los clientes y, por lo tanto, “conocen” sus preferencias y requerimientos. A continuación, se elabora un anteproyecto por un arquitecto, lo cuál consiste en la confección de los planos iniciales del proyecto. El anteproyecto es analizado, y en muchas ocasiones, modificado hasta lograr un diseño adecuado y aprobado por los miembros de la inmobiliaria, luego se procede a su ejecución.

En la Figura 1 se muestran estos pasos.

Metodología Tradicional

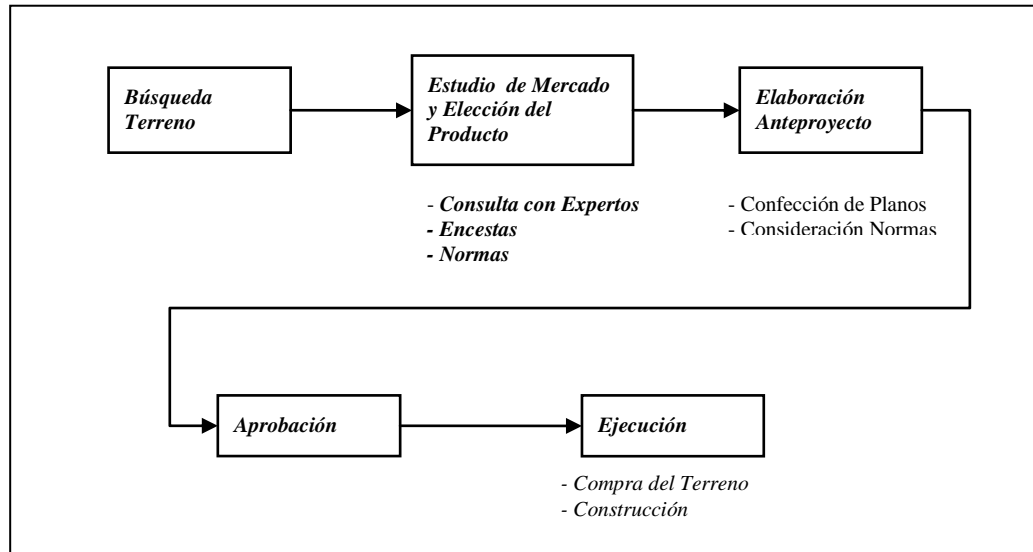


Figura 1: Metodología Tradicional. Fuente: Cintolesi Propiedades

Una característica importante de esta metodología es la forma que utiliza para identificar los gustos y preferencias del cliente, y definir las características principales que debe tener el proyecto¹, así como la elección de sus terminaciones.

Las características principales se determinan en la etapa “Estudio de mercado y elección del producto” y se realiza a través de una o ambas de las siguientes alternativas:

- Consulta con expertos: habitualmente son corredores de propiedades quienes determinan las características generales del proyecto a través de su percepción personal respecto de las necesidades del cliente o utilizando el criterio “*lo que más se vende en esa ubicación*”.
- Encuestas: las encuestas intentan generalizar la opinión de los encuestados al resto de la población, y el fundamento que permite realizar esta generalización es

la selección aleatoria de los encuestados. Sin embargo, las encuestas son muy cuestionadas en ámbito de las viviendas, ya que el proceso de decisión de compra de una vivienda es mucho más complejo que la impresión espontánea del encuestado, quien es incapaz de emitir un juicio que concuerde con la opinión que tendría después de incorporar y madurar todos los elementos que conformarían su juicio en una situación real.

Y la elección de las terminaciones las realiza el arquitecto según sus propias preferencias, y en determinadas ocasiones, con participación de otros miembros de la inmobiliaria o la constructora.

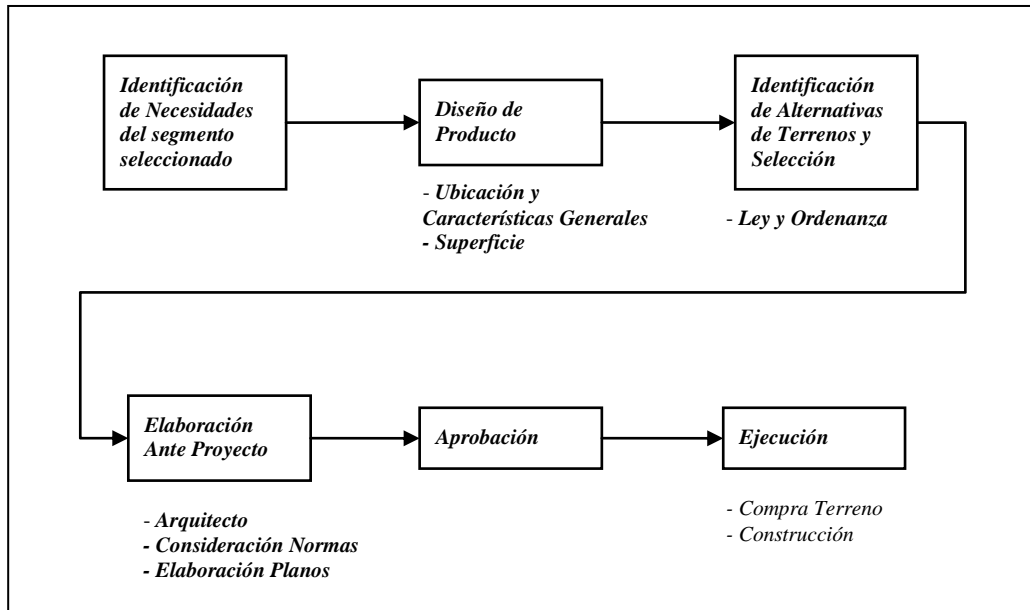
Finalmente, las características del producto resultante de todo el proceso determinan el segmento de mercado al cuál estará orientado.

Sin perjuicio de lo anterior, se debe señalar que existen empresas (y cada vez más) que deciden primero el segmento de mercado al cuál desean enfocarse y a partir de los requerimientos de este segmento diseñan el producto. Estas empresas no comienzan por la búsqueda del terreno, ya que definen tanto la ubicación del terreno como las características del proyecto a partir del estudio de las necesidades del segmento seleccionado. Esta metodología se muestra en la Figura 2.

¹ Las características principales incluyen: Superficie, cantidad de baños y dormitorios, living comedor junto o separado, etc.

Variación Metodología Tradicional

Figura 2: Variación de la metodología tradicional

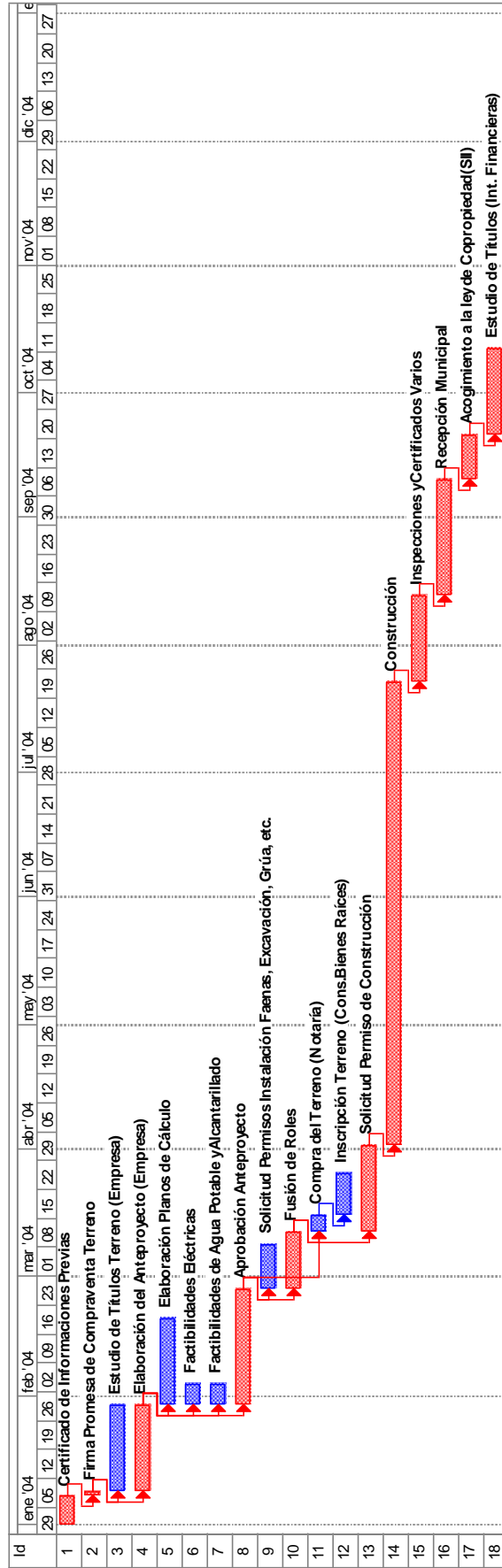


Pero, independientemente de esta última variante, una vez que se han decidido las características básicas (o generales), incluyendo la ubicación, cantidad de baños, dormitorios, superficies, etc. se procede a la elaboración del anteproyecto por parte del arquitecto, quien decide la distribución y todas las demás características de diseño de la vivienda, como el tipo y color de piso, muros, muebles de cocina, azulejos, etc. Estos últimos elementos se conocen como *Terminaciones de la vivienda*.

Finalmente el cliente tiene la tarea de buscar y seleccionar la vivienda que satisfaga de mejor forma sus necesidades, gustos y preferencias en todo el mercado.

En las ilustraciones precedentes se describe, en términos conceptuales, la actual metodología de gestión. Sin embargo, para materializarla se requiere la ejecución de una serie de procesos o tareas específicas que se muestran en la Figura 3.

Figura 3: Procesos y planificación temporal de la metodología Tradicional



A continuación se describe brevemente cada uno de los procesos:

- *Solicitud de Certificado de Informaciones Previas:* Los terrenos están sujetos a normas y regulaciones que determinan sus usos alternativos. Todos estos aspectos se resumen en este documento que emite la municipalidad a la cuál pertenece el terreno.
- *Firma Promesa de compraventa Terreno:* Trámite que formaliza la adquisición del bien raíz. En este acto, habitualmente se documenta o paga un 20% del precio. Una vez que la empresa dispone de la promesa, puede comenzar a desarrollar el estudio de títulos y la preparación del anteproyecto.
- *Estudio de Título Terreno:* Esta tarea es realizada por un abogado. Tiene como propósito comprobar que no exista ningún problema legal con los actuales títulos de dominio. En definitiva se comprueba que el actual propietario, que inscribió el título a su nombre, sea realmente quién tiene el dominio de la propiedad. Esta tarea es requisito para la firma de la escritura de compraventa definitiva.
- *Elaboración Anteproyecto:* Consiste en la elaboración de los planos iniciales del proyecto, que debe ser aprobado por la municipalidad correspondiente.
- *Elaboración Planos de Cálculo:* Otro requisito para el inicio de la construcción es disponer de los planos de cálculo que deberá desarrollar un Ingeniero Civil Estructural (Calculista).
- *Factibilidades Eléctricas:* Este documento es extendido por una empresa proveedora eléctrica. Tiene como propósito confirmar que la ubicación del proyecto está dentro de su área de concesión y que está en condiciones de proveer el servicio. Además confirma el acceso a empalmes y capacidad eléctrica solicitada.
- *Factibilidades de Agua Potable y Alcantarillado:* Al igual que el anterior, tiene como propósito confirmar que la ubicación del proyecto está dentro del área de concesión de una empresa proveedora de agua potable y alcantarillado.

- *Aprobación Municipal Anteproyecto:* Una vez que se termina el anteproyecto, los planos deben ser aprobados por la municipalidad a la cuál corresponde el proyecto. Los criterios utilizados para la aprobación están contenidos en la ley y ordenanza general de urbanismo y construcciones, como también en los planes reguladores sectoriales de la comuna.
- *Solicitud Permisos Instalaciones Varias:* Existe una serie de permisos que deben solicitarse una vez que el anteproyecto se encuentre aprobado. Entre ellos se encuentran los permisos de demolición, permisos de grúa, permisos de ocupación de bienes nacionales de uso público y permisos de instalación de faenas. No todos estos permisos son requeridos en todos los casos. Cabe señalar que estos permisos son independientes del permiso de construcción, aunque por razones técnicas no permiten comenzar la construcción, así por ejemplo es imposible comenzar a construir si no se ha efectuado la demolición o no se ha realizado la instalación de faenas.
- *Fusión de Roles:* Cuando la ejecución de un proyecto requiere más de un terreno, éstos se deben fusionar. Una vez finalizado este trámite, se puede materializar la compra del terreno e inscribirlo en el Conservador de Bienes Raíces. En algunas municipalidades es requisito para el otorgamiento el permiso de construcción, para otras constituye un requisito para la recepción final.
- *Compra del terreno:* Consiste en la firma de la escritura de compraventa definitiva. Este trámite no es requisito para solicitar el permiso de construcción, aunque se requiere una solicitud firmada por el dueño vigente.
- *Inscripción del Terreno:* La escritura de compraventa debe ser inscrita en el Conservador de Bienes Raíces. Esto finaliza el proceso de adquisición de un bien raíz.
- *Permiso de Construcción:* Es un documento que otorga la municipalidad respectiva para poder comenzar la construcción.
- *Construcción:* Esta corresponde a una serie de procesos constructivos que dan origen a la parte estructural de la obra. Antes de comenzar esta tarea es

necesario contar con el permiso de edificación que otorga la municipalidad a la cuál pertenece el proyecto.

- *Inspección y certificado varios:* Una vez terminada la obra, la empresa a cargo de ella deberá solicitar ciertas inspecciones y certificados a fin de obtener la recepción municipal. Son los siguientes:
 - a. *Electricidad*
 - b. *Telecomunicaciones*
 - c. *Ascensores*
 - d. *Higiene ambiental*
 - e. *Dotaciones Sanitarias*
- *Recepción Final:* Una vez que finaliza la construcción, se debe solicitar a la municipalidad respectiva, el certificado de recepción final.
- *Ajustes para la recepción:* En este proceso, la empresa ajusta y corrige las observaciones realizadas con el fin de lograr la recepción municipal.
- *Acogimiento a la ley de Copropiedad:* Es un trámite que realiza, el servicio de impuestos internos, cuando el proyecto posee determinados recursos comunes a todos los propietarios, que dan origen a gastos comunes. Esto sucede para edificios y condominios, no para conjuntos habitacionales o casas individuales. Es requisito para firmar la escritura de venta definitiva con cada comprador.
- *Estudio de Títulos:* Antes de que una institución financiera le otorgue un crédito a un cliente para la adquisición de una vivienda del proyecto, ésta realiza un estudio de títulos.

Características del Mercado Inmobiliario

Mercado General

En los siguientes gráficos se muestra información relativa a la venta y stock total de casas y departamentos que registró la Cámara Chilena de la Construcción² en Santiago a partir de 1998. Téngase presente que el stock incluye todas las viviendas que están disponibles para la venta, incluyendo aquellas que no están terminadas.

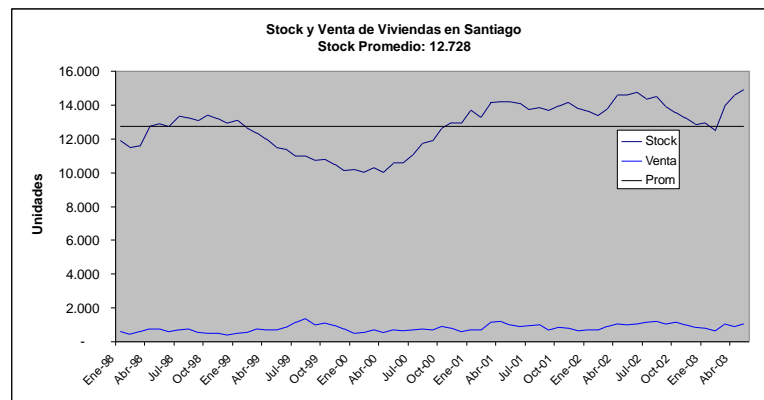


Gráfico 1: Stock y Venta de Viviendas nuevas en Santiago

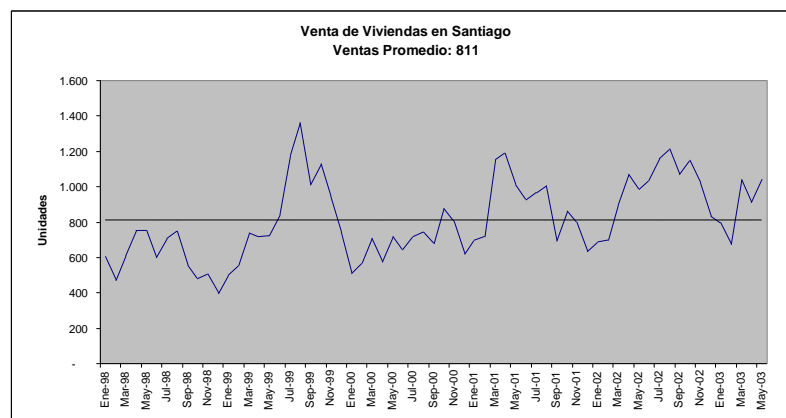


Gráfico 2: Venta de casas y departamentos nuevos en Santiago

² Los datos numéricos con que fueron confeccionados los gráficos de esta sección se encuentran en el anexo 1.- Información Histórica del Mercado Inmobiliario de la página 160.

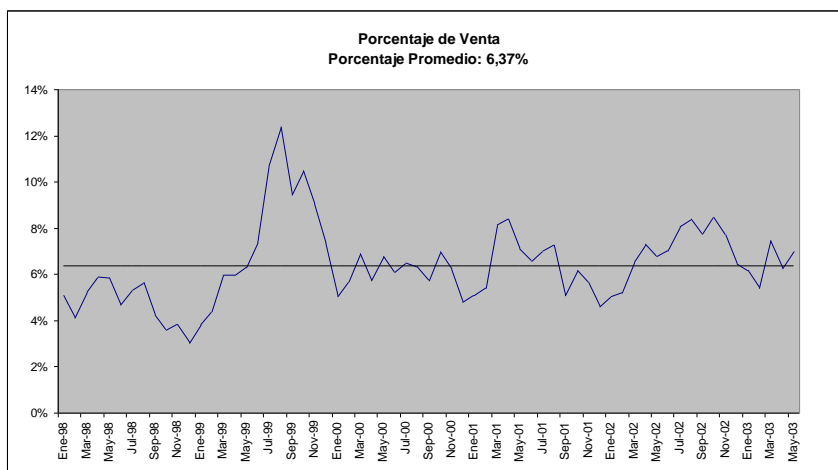


Gráfico 3: Porcentaje de venta de viviendas con respecto al Stock

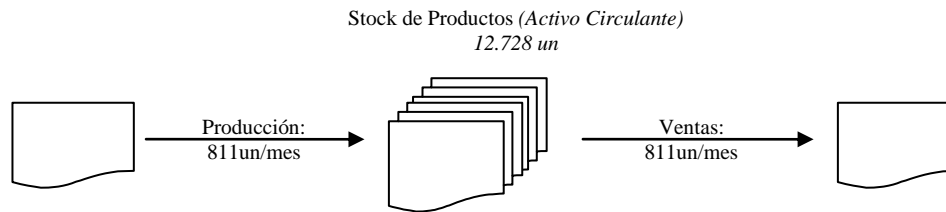
En el *Gráfico 1* se puede observar que la proporción de venta, en relación al Stock total es extremadamente baja. En el *Gráfico 3* se ha calculado la proporción que representan las ventas en relación al stock total de unidades que existían en cada instante en el mercado, con un promedio de 6,37%.

Claramente en la medida que el mercado dispone de un mayor *Stock* los consumidores se ven beneficiados con una mayor diversidad, pero por otro lado, obliga a las inmobiliarias a mantener constantemente una gran cantidad de recursos invertidos en existencias, que forma parte del capital de trabajo de la empresa, con los consiguientes costos financieros que esto significa, que finalmente se traspasan a los compradores.

En efecto, cuando una empresa inmobiliaria proyecta la construcción de un edificio toma en consideración el tiempo que éste demorará en venderse, durante ese tiempo la empresa sabe que deberá mantener una gran cantidad de recursos “invertidos” en el proyecto. De este capital “invertido”, la empresa querrá extraer cierta utilidad, la cuál se consigue a través de un precio de venta más alto que aquel que estarían dispuestas a cobrar si no se vieran en la obligación de pagar los consiguientes intereses bancarios y asumir el riesgo propio a la inversión, o, en caso de que el capital involucrado pertenezca a la empresa, de dejar de ganar la rentabilidad que le proporcionaría invertir ese capital, por ejemplo, en instrumentos financieros del *mercado de valores* o en otros proyectos propios. En consecuencia, las empresas dejan de ganar con el propósito de mantener *Stock* en el mercado, o sea, se pierde la oportunidad de extraer rentabilidad del capital involucrado en

el período comprendido entre la finalización de un departamento y su venta. Esta reflexión es básicamente lo que motivó el diseño de la metodología que se presenta en esta tesis.

El stock de productos se incrementa con la producción, y disminuye con las ventas, como se muestra en el esquema siguiente:



En consecuencia, para que se mantenga el nivel promedio de Stock en el mercado, la producción promedio debe ser igual a las ventas promedio. De aquí podemos calcular el tiempo promedio que permanece una vivienda en Stock, esto es:

$$\text{Tiempo Promedio en Stock} = \frac{12.728}{811} = 15,7 \text{ meses}$$

Por supuesto, este indicador se puede calcular, mes a mes, según el stock y venta del mes correspondiente, como se muestra en el *Gráfico 4*.

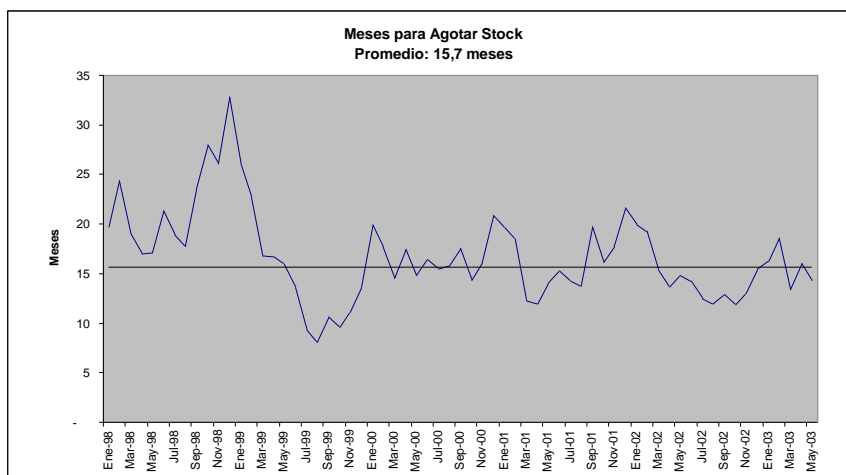


Gráfico 4: Evolución del tiempo promedio de una vivienda en Stock.

Si consideramos el tiempo promedio de una vivienda en stock, podemos calcular el orden de magnitud promedio en que se incrementa el precio de una vivienda como consecuencia de los costos financieros que se generan.

Supongamos que CD corresponde al costo directo de construir una vivienda, entonces, después de T meses, el costo financiero será:

$$\text{Costo Financiero} = CD \cdot \left((1 + r_m)^T - 1 \right)$$

Donde r_m corresponde al costo de capital mensual de la empresa. En consecuencia el incremento porcentual sobre el costo será:

$$\frac{\text{Incremento Costo (\%)}}{CD} = \frac{CD \cdot \left((1 + r_m)^T - 1 \right)}{CD} = (1 + r_m)^T - 1$$

Fórmula 1

Si $T = 15,7\text{meses}$ y $r_m = 1,06\%$, que es el costo de capital real mensual de la industria inmobiliaria, según se explicará en la sección Costo de Capital de la página 141, y suponemos que este incremento se traspasa en un 100% al precio de la vivienda, entonces:

$$\frac{\text{Incremento}}{\text{Precio}} = (1 + 0,0106)^{15,7} - 1 = 18\%$$

Obsérvese que el tiempo promedio en stock, no es más que un promedio, por supuesto que existen proyectos exitosos cuyas viviendas se venden en un tiempo muchísimo más corto, así como existen proyectos cuyas viviendas demoran más en venderse. De hecho, este tiempo depende de las características particulares de cada proyecto.

Un factor que influye en el tiempo promedio de venta es la cantidad de unidades que tiene el proyecto. En general, aquellos proyectos con muchas unidades tienden a tener un mayor tiempo de venta promedio que aquellos más pequeños, esto se debe a que normalmente la velocidad de venta de un proyecto grande es similar a la de un proyecto más pequeño, es decir, la velocidad de venta no aumenta proporcionalmente al tamaño del proyecto. Así, por ejemplo, los proyectos de edificios tienen, en promedio, más unidades que los proyectos como condominios o conjuntos habitacionales, en consecuencia, el stock y el tiempo de venta promedio de un edificio es mayor que el de casas. Esto queda de manifiesto si se considera aisladamente el mercado de casas y departamentos.

Mercado de Departamentos

En los siguientes gráficos se muestra información relativa a la venta y stock de departamentos.

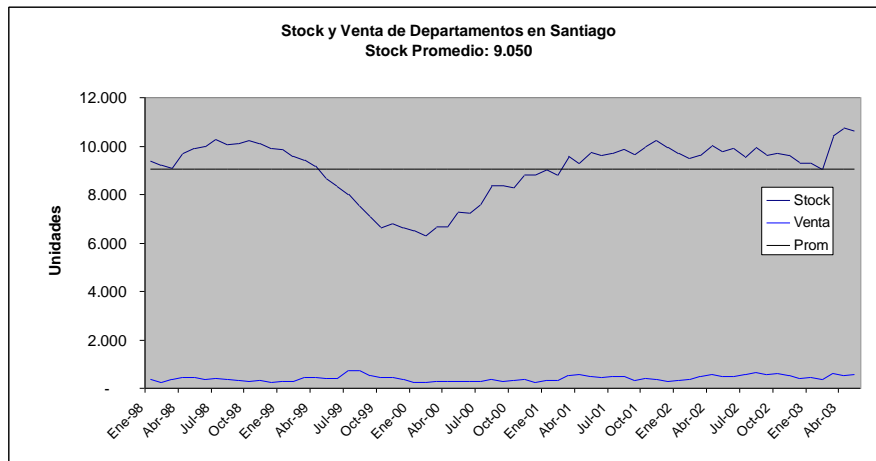


Gráfico 5: Stock y Venta de Departamentos nuevos en Santiago

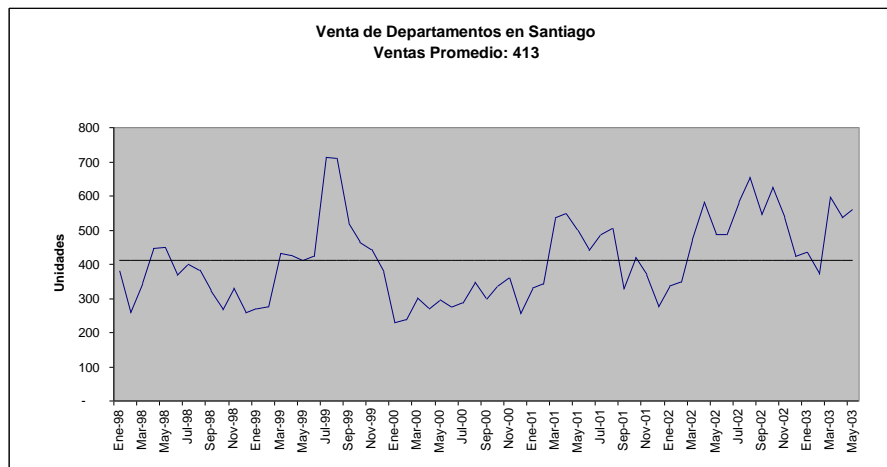


Gráfico 6: Venta de departamentos nuevos en Santiago

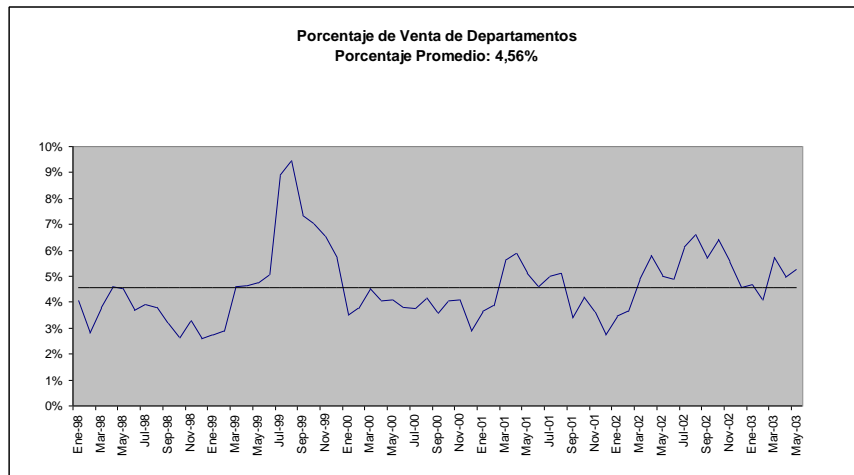


Gráfico 7: Porcentaje de venta de Departamentos con respecto al Stock

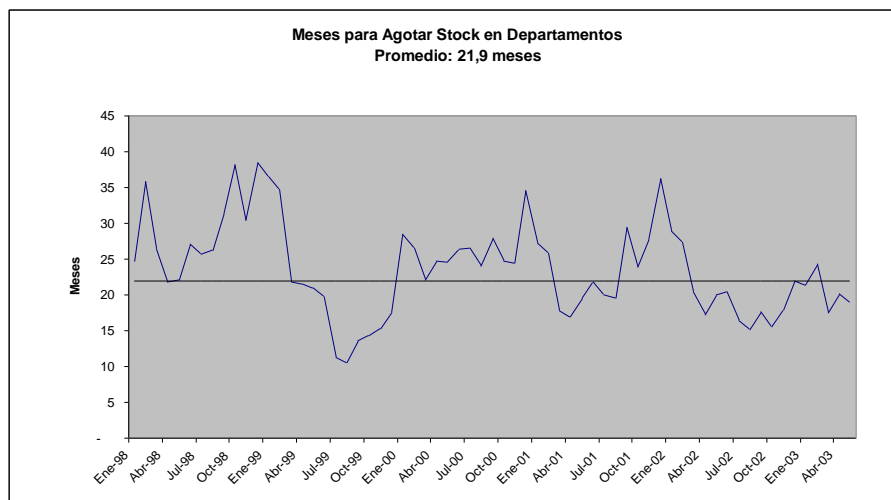


Gráfico 8: Evolución del tiempo promedio de Departamentos en Stock.

En este caso:

$$\text{Tiempo Promedio en Stock Dptos} = \frac{9.050}{413} = 21,9 \text{ meses}$$

Es decir, en promedio se requiere casi dos años para vender un departamento. En el *Gráfico 8* se muestra este indicador mes a mes.

De la *Fórmula 1*:

$$\frac{\text{Incremento}}{\text{Precio Dptos}} = (1 + 0,0106)^{21,9} - 1 = 26\%$$

Mercado de Casas

En los siguientes gráficos se muestra información relativa a la venta y stock de casas.

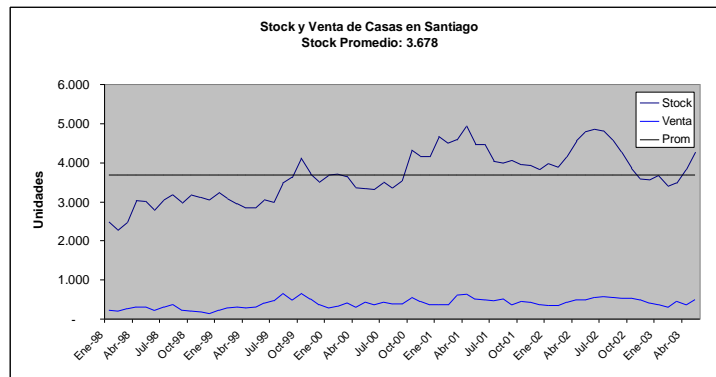


Gráfico 9: Stock y Venta de casas nuevas en Santiago

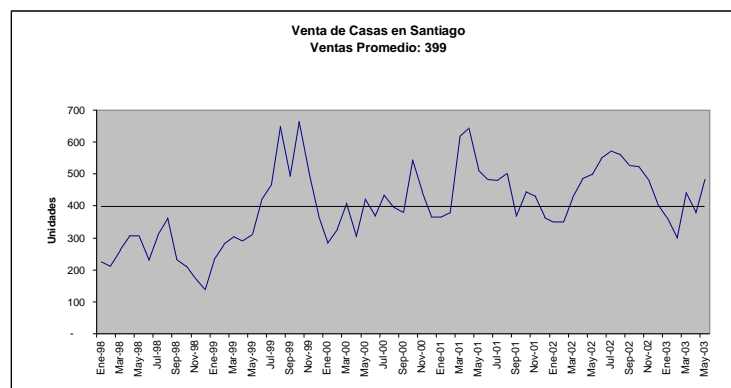


Gráfico 10: Venta de casas nuevas en Santiago

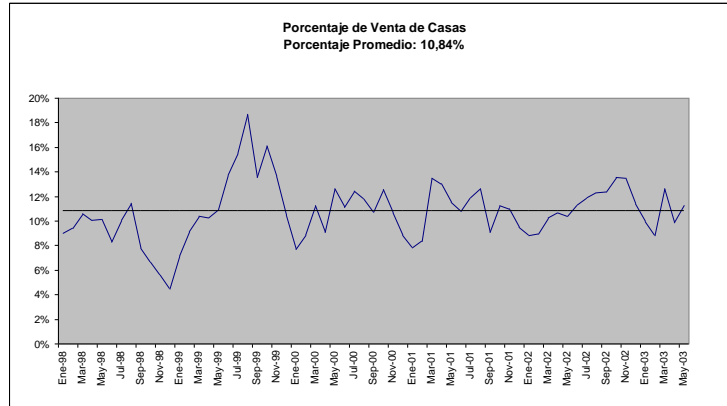


Gráfico 11: Porcentaje de venta de casas con respecto al Stock

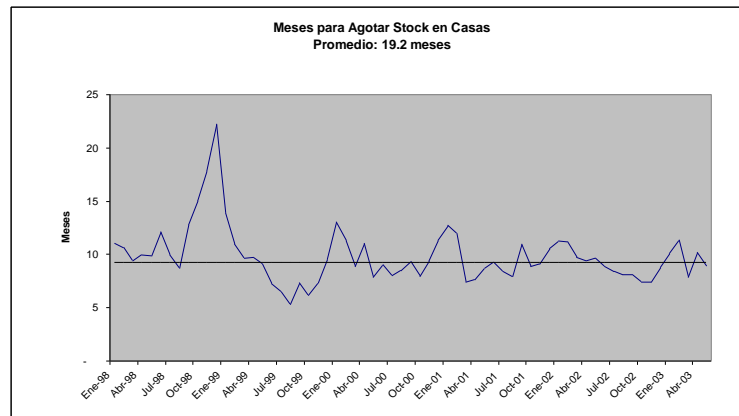


Gráfico 12: Evolución del tiempo promedio de casas en Stock.

En este caso:

$$\text{Tiempo Promedio en Stock Casas} = \frac{3.678}{399} = 9,2 \text{ meses}$$

De la *Fórmula 1*:

$$\frac{\text{Incremento Precio Casas}}{\text{Precio Casas}} = (1 + 0,0106)^{9,2} - 1 = 10,2\%$$

En resumen los valores promedio son los siguientes:

	<i>Stock</i>	<i>Ventas</i>	<i>Tiempo en Stock</i>	<i>Incremento Precio</i>
<i>Departamentos</i>	9.050	413	21,9	26%
<i>Casas</i>	3.678	399	9,2	10,2%
<i>Mercado Total</i>	12.728	811	15,7	18%

Modelo de Negocios Propuesto

La principal diferencia entre la actual metodología de gestión y la propuesta, es que en el caso tradicional, los productos son “empujados” al mercado, ofreciendo diversidad a través de un amplio y costoso Stock, dejando al cliente la tarea de encontrar, dentro de la gran gama de posibilidades, el producto que más lo satisfaga. En cambio, la metodología planteada está diseñada para que sea la demanda quien tire la producción, incorporando al cliente al proceso de diseño y produciendo según sus gustos y necesidades. Con esto, por un lado disminuye considerablemente el riesgo del capital invertido pues se produce lo “Justo” en el momento adecuado y por otro, disminuye considerablemente el capital de trabajo necesario para mantener las operaciones.

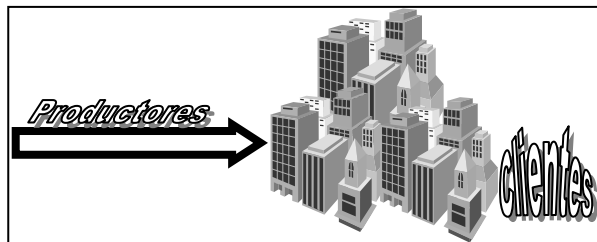


Figura 4: Metodología Tradicional. La producción es accionada por los productores



Figura 5: Metodología Propuesta. La producción es accionada por los Clientes

Características desde la perspectiva del cliente

Desde la perspectiva del cliente, el modelo propuesto, tiene dos características principales que lo diferencian de los actuales modelos de gestión inmobiliaria:

- Permite participar en el proceso de diseño
- La venta se concreta antes del inicio de faenas

Obsérvese que estas dos características son complementarias, sería imposible permitir que los clientes, en conjunto con el arquitecto, diseñen la vivienda si la compra se concreta después de la construcción. Por otro lado, para que la venta se concrete antes de la construcción se debe otorgar un incentivo que compense la incertidumbre respecto del aspecto final de la vivienda, que será la posibilidad de participar en el proceso de diseño, y que se realizará a través de Internet.

Antes de comenzar a describir las tareas necesarias para poder llevar a la práctica el negocio, se debe realizar la siguiente clasificación de variables de diseño:

- *Variables de diseño general*: son aquellas que afectan simultáneamente a todos los habitantes de un conjunto de viviendas. Estas incluyen ubicación, equipamiento, fachada, áreas verdes, entorno, escaleras, terminaciones comunes, etc.
- *Variables de diseño único*: son aquellas que afectan sólo a un usuario. Estas incluyen todos los elementos internos de la vivienda, como tabiques divisorios, revestimientos (estucos, enlucidos, cerámicos o pétreos, madera, pinturas, otros), pavimentos y pisos, cielos, puertas y ventanas, cantidad de estacionamientos requeridos y bodega.

Para poder realizar un proyecto en particular, primero es necesario tener una cantidad “suficiente” de clientes cuyas preferencias coincidan en las *Variables de diseño*

general, en consecuencia, la posibilidad de desarrollar proyectos estará condicionada a la naturaleza aleatoria que rige el proceso de elección de los clientes.

La factibilidad de conciliar diversas preferencias de los clientes se analiza más adelante, en la página 45, donde se plantea un modelo matemático de optimización lineal para determinar los proyectos que deben ser desarrollados una vez que se conozcan los requerimientos de muchas personas.

Captación de Clientes

La inmobiliaria poseerá una página Web en Internet, que tendrá un propósito que va más allá de la publicidad y los temas asociados a la imagen corporativa de la empresa, que será capturar los gustos y preferencias de los clientes, y facilitar el proceso de elección de terminaciones.

Los clientes podrán manifestar sus requerimientos respecto de las características que debe tener una vivienda para que cumpla con sus gustos y preferencias. Esto se podrá hacer a través de Internet, o bien concurriendo a alguna de las oficinas para ser asistido por un vendedor. Sin embargo, Internet es un medio extremadamente eficaz para realizar este tipo de tareas, por lo que se espera que prácticamente todos los requerimientos se expresen a través de este medio.

Internet permite, por ejemplo, personalizar las opciones que se muestran a cada cliente particular en función su edad, actividad, ingresos u otras variables relevantes, de tal forma de presentar alternativas atractivas y factibles para el cliente. Al mismo tiempo, el hecho de restringir la cantidad de alternativas que se presenten encauza o guía el proceso de elección.

Para el caso de la elección de terminaciones a través de Internet, se pueden mostrar las diferentes variantes y posibilidades, tales como diferentes tipos de puertas, quincallería, pisos, iluminaciones, artefactos de cocina, mecanismos de calefacción, pinturas, etc., y cada uno de estos elementos con sus respectivas descripciones, ventajas, opiniones de otros compradores, colores, modelos y precios.

El Proceso de Definición del Producto

Se dice que una vivienda está “definida” cuando se conocen tanto las *variables de diseño general* como las *variables de diseño único*. En principio, la inmobiliaria debe reunir las preferencias de la mayor cantidad posible de clientes, en cuanto a las *variables de diseño general*. En una segunda etapa, una vez que se haya identificado un proyecto factible de concretar, toma sentido la consideración de las *variables de diseño único* que define las características más específicas de la vivienda.

En el proceso de selección, lo primero que se deberá conocer es la capacidad adquisitiva del cliente. Ésta está determinada por los ingresos de la persona, y por el ahorro previo para pagar el pie de la vivienda. De hecho, los bancos sólo están dispuestos a otorgar créditos hipotecarios por el 80% del precio de la vivienda³. Además, sólo otorgan créditos que generen dividendos menores al 25% de los ingresos del comprador, aunque cuando se trata de compras que se realizarán en conjunto con un acompañante, de preferencia cónyuges o parientes (aunque en algunos casos se acepta una relación de amigos), los ingresos pueden sumarse. Por lo tanto, el precio máximo de la vivienda al cuál puede optar un comprador se puede calcular a través de la Fórmula 2.

$$P_{Máx} = \left\{ \frac{AP}{0,2}, \frac{0,25}{0,8} \cdot \frac{I \cdot (1 - (1 + i)^{-n \cdot 12})}{i} \right\}$$

Fórmula 2

Donde,

<i>AP:</i>	Ahorro Previo
<i>I:</i>	Ingreso total del comprador con su acompañante
<i>i:</i>	Tasa nominal mensual de créditos hipotecarios
<i>n:</i>	Años de endeudamiento

³ Financian hasta un 75% cuando se utilizan Letras Hipotecarias, y un 80% con Mutuo Endosable, aunque recientemente han surgido instrumentos que financian hasta el 100%, pero aún no se han masificado.

Sin embargo, es posible que el cliente quiera imponer ciertas restricciones adicionales, por ejemplo alguien podría no querer tener un dividendo superior a cierto monto $D_{\text{máx}}$, en cuyo caso, el precio máximo estará dado por la fórmula:

$$P_{\text{Máx}} = \left\{ \frac{AP}{0,2}, \frac{D_{\text{Máx}}}{0,8} \cdot \frac{(1 - (1+i)^{-n \cdot 12})}{i} \right\}$$

Fórmula 3

Por supuesto, para que esto sea factible, se deberá satisfacer la relación:

$$D_{\text{Máx}} < 0,25 \cdot I$$

Fórmula 4

Otra posibilidad es que el cliente no quiera endeudarse por más de cierta cantidad de años, en este caso se deberá sustituir n , en la Fórmula 3, por la cantidad de años máximos $n_{\text{máx}}$

Todos los parámetros comentados anteriormente determinan la capacidad adquisitiva del cliente. Una vez que esta es conocida, es posible asistir o guiar el proceso de elección del cliente, presentando alternativas atractivas y factibles.

Las *variables de diseño general* más importantes se muestran en la Tabla 1:

1. Rango de superficie construida y espacios comunes
2. Comuna y ubicación
<i>Variables de entorno:</i> 3. Cercanía a áreas verdes 4. Cercanía a Pub, bares y centros nocturnos 5. Cercanía a locomoción
<i>Equipamiento:</i> 6. Equipos de Automatización 7. Piscina 8. Gimnasio 9. Sala de eventos 10. Máximo de unidades

Tabla 1: Variables de diseño general

Cada una de estas variables, constituye un atributo del proyecto, que puede adquirir diferentes valores. En esta etapa, cada persona deberá seleccionar un valor para cada atributo o eventualmente más de uno. Además del (o los) valor(es) que seleccione un cliente, deberá asignarle una importancia al atributo (muy importante, importante, poco importante, irrelevante) ya que, por ejemplo, una persona podría preferir estar cerca de áreas verdes, pero la utilidad adicional que le genere esta alternativa sea pequeña, y por lo tanto, estaría igualmente dispuesto a concretar el negocio aunque la propiedad no esté cerca de áreas verdes, mientras cumpla con otros atributos que considere más importantes.

Desde el punto de vista del negocio, se puede decir que aquellos clientes que asignan bajas importancias a los atributos son “mejores” clientes que aquellos que asignan importancias altas, ya que es más fácil conciliar sus preferencias. Cuando un cliente asigna a un atributo una importancia alta, significa que sólo será posible concretar un negocio con él si se logran reunir suficientes personas que tengan su misma preferencia en el atributo, o alternativamente, que hayan manifestado otra preferencia, para el atributo en cuestión, pero con una baja importancia. Una forma de evaluar el “valor” de un cliente para la empresa es calcular la probabilidad de concretar un negocio con él. Este tema se trata más adelante en el capítulo: *Factibilidad de conciliar diversas preferencias*.

Otro aspecto importante relativo a la compra, que debe conocerse en esta etapa, es el momento en el cuál el cliente quiere realizar la compra (urgencia). Una persona podría requerir realizar la compra lo antes posible y otras dentro de un período de tiempo mayor, digamos 6 meses, 1 año, 2 años, etc. Preguntar respecto de la “*Urgencia*” permitirá programar las diferentes obras en el tiempo. Sin embargo, hay que considerar que el tiempo mínimo en que se podrá satisfacer los requerimientos de un cliente, que quiera realizar la compra lo antes posible, no será corto, ya que la sola construcción de un edificio puede tardar varios meses, y a eso hay que sumarle el tiempo que se demore en encontrar a los otros clientes. Por lo tanto, no es muy probable que un cliente quiera esperar aún más, para realizar su transacción.

Un caso diferente es aquella persona que no tiene una convicción real de adquirir una vivienda, pero que aún así manifestó sus requerimientos, especificando un tiempo “indefinido” para concretar su transacción. Dar la posibilidad de especificar un tiempo “indefinido” es la mejor manera que se tiene de identificar cuáles clientes quieren realmente adquirir un departamento con la metodología propuesta, y cuales están indecisos y, por lo tanto, requieren de un incentivo adicional o un programa especial (de Marketing) que los incite a dar el próximo paso.

Si se tienen muchos clientes en la base de datos, es de esperar que se produzcan mayores coincidencias en las *Variables de Diseño General* y, por lo tanto, existan más proyectos con un gran número de adeptos esperando por otros que completen el proyecto. Otro elemento que influye en el tiempo requerido para juntar suficientes clientes es la publicidad. Mientras mayor sea el gasto en publicidad o ésta sea de mejor calidad, se espera que más clientes manifiesten sus requerimientos.

En cuanto a elección de las *variables de diseño únicas*, se pueden distinguir dos grupos de variables:

- Aquellas que requieren de la asistencia de un arquitecto
- Aquellas que no la requieren

Dentro de las que requieren asistencia, se encuentran las siguientes

- Distribución interna
- Juego de formas y volúmenes que no responden a requerimientos estructurales
- Diferentes niveles de pisos
- Techumbres especiales, como cúpulas, bóvedas o lucarnas
- Otras

Aquellas variables que no requieren asistencia de un arquitecto son realmente numerosas, dentro de esta categoría figuran el tipo de puertas, diseño y colores de alfombras, cubre pisos, baldosas, colores, y muchísimos más que no tiene sentido enumerar acuciosamente. Todas estas alternativas serán presentadas al cliente a través de Internet, por lo tanto, a pesar de que las alternativas pueden ser muchas, estarán acotadas a la cantidad de productos que la empresa haya subido a su página web. Todos estos productos serán conocidos para la empresa, se conocerá su precio y proveedor por lo que la adquisición de materiales se podrá hacer de forma bastante automatizada.

Respecto del proceso mismo de elección, posiblemente, no sea práctico presentar todas las alternativas y dejar que el cliente seleccione la que mejor satisface sus requerimientos, ya que el proceso sería demasiado complicado.

Una forma de simplificar este proceso sería, por ejemplo, definir diversos estilos y niveles de calidad, que puedan orientar al cliente. Otra posibilidad sería diseñar una especie de asistente “inteligente”, en Internet, que proponga alternativas factibles y atractivas, considerando sus respuestas previas, desde las preguntas más generales hasta las más específicas. Por supuesto el objetivo de este asistente será lograr que el cliente logre definir de la manera más amistosa y simple posible las características de diseño que maximicen su utilidad, dentro de sus restricciones presupuestarias.

La manera de mostrar al cliente diversas opciones que dependan, por ejemplo, del segmento de mercado al cuál pertenece, o de sus respuestas a preguntas anteriores, es a través de programación computacional, utilizando sentencias del tipo If-Then-Else. Estas permiten al programa tomar decisiones, en función de la veracidad o falsedad de una

expresión. Un lenguaje de programación adecuado para desarrollar el tipo de aplicación que se requiere es Visual Basic.net, en conjunto con ASP.net.

Búsqueda de alternativas de terrenos

La Sociedad que materialice este proyecto deberá tener un amplio conocimiento de las diversas alternativas de terrenos existentes en el mercado, ya que para poder realizar un proyecto no basta con reunir a una cantidad adecuada de personas que concuerden en las *variables de diseño general*, sino que se debe también adquirir el terreno que concuerde con las preferencias en cuestión. Como consecuencia, continuamente se deberán contrastar los proyectos más atractivos con la disponibilidad de terrenos en el mercado.

En general las características de un determinado terreno condicionan parte de las características del proyecto que ahí se construya, por lo tanto, la identificación de los proyectos que deben materializarse no puede tratarse aisladamente a la disponibilidad de terrenos.

Los terrenos están sujetos a ciertas regulaciones (Tabla 2) que deben ser respetadas. Estas se encuentran especificadas en el certificado de informaciones previas que otorga la municipalidad correspondiente y dependen de cada terreno particular. Estas especificaciones deben ser consideradas por el arquitecto cada vez que se diseña una edificación, sin embargo algunas tales como el coeficiente de constructibilidad, la densidad y la cantidad máxima de pisos son importantes para la selección preliminar de los proyectos a ejecutar.

Tabla 2: Aspectos regulados de un terreno

• Sistema de agrupamiento	• Superficie Predial mínima
• Coeficiente de Constructibilidad	• Frente Predial mínimo
• Coeficiente de Ocupación de Suelo	• Densidad mínima-máxima
• Altura máxima	• Altura cierros
• Cantidad máxima de Pisos	• Porcentaje de Transparencia
• Adosamientos	• Estacionamientos
• Distanciamiento	• Áreas verdes
• Rasantes	• Circulaciones

Las siguientes variables de diseño general quedan definidas por el terreno:

- Comuna
- Cercanía a áreas verdes
- Cercanía a Pub, bares y centros nocturnos
- Cercanía a locomoción

Por lo tanto simultáneamente a la realización de la encuesta por Internet se deberán buscar alternativas de terrenos, los cuales deberán ser incorporados a una base de datos. Esta base de datos deberá tener la información necesaria para determinar si los diferentes terrenos cumplen, o no, con las restricciones que imponen las preferencias manifestadas por los clientes, así como también con los límites de constructibilidad y densidad impuestas por el municipio correspondiente.

Como ya se explicó anteriormente es habitual que las inmobiliarias definan los proyectos a realizar a partir de la disponibilidad de terrenos. En este trabajo se propone definir los proyectos en base a las preferencias manifestadas por los clientes, por lo tanto no se debiera considerar imprescindible que el terreno adecuado para un proyecto se encuentre, o no, en la base de datos de terrenos (lo cuál no le quita importancia a la necesidad de mantener esta base de datos). Hay que considerar que la adquisición de un terreno es un problema netamente de negociación. En general cualquier terreno puede ser adquirido si se ofrece un monto atractivo.

Por último hay que considerar que el valor de un terreno depende justamente de los proyectos que se pueden realizar en él, pero la rentabilidad del proyecto disminuye si se incrementa el valor del terreno, por lo tanto, la empresa podría calcular el precio máximo que estará dispuesta a pagar por un terreno para obtener un determinado nivel de rentabilidad.

Identificación y Selección del Proyecto

Una vez que algunos clientes hayan manifestado sus preferencias, la empresa tendrá que decidir cuales proyectos ejecutar. A estas alturas la empresa se verá ante muchos requerimientos distintos. Al analizar estos requerimientos se encontrará con que algunos proyectos comienzan a “*tomar forma*”, a algunos les faltarán muchos adeptos para poder realizarse en cambio a otros sólo faltarán unos pocos. La empresa debe ser capaz de clasificar los proyectos y promocionar o *potenciar* los más atractivos.

Potenciar un proyecto significará proponerlo en forma destacada en la página Web, y en las campañas publicitarias, ofreciéndoselo a todas aquellas personas con un perfil similar a los de aquellos que ya seleccionaron el proyecto. Supóngase el caso en que se tienen 30 adeptos para un proyecto que requiere como mínimo un total de 35 para proceder a su ejecución, además la gran mayoría (90%) de los adeptos son profesionales jóvenes, digamos entre 30 y 35 años, todos casados y con una renta similar. Supóngase ahora que un visitante del sitio Web con exactamente estas características se inscribe para manifestar sus requerimientos. Lo lógico para lograr completar los 35 adeptos es ofrecerle este proyecto, además se justifica realizar especiales descuentos que motiven al cliente a incorporarse. Detrás de este razonamiento está la idea de que el proyecto en cuestión satisface los gustos y necesidades de un segmento de mercado identificable a través de las variables de segmentación *edad (30-35 años)*, *estado civil (casado)*, *condición laboral (profesional)* y *renta*. Por lo tanto al ofrecérselo a una persona que pertenece a este segmento se incrementa la probabilidad de que se acepte el proyecto y se complete la cantidad mínima de adeptos.

Lo anterior no significa que el proyecto no se deba ofrecer a personas que estén fuera del segmento, también es posible que acepten el proyecto, pero es preferible dentro de las alternativas que tenga la empresa, ofrecer aquella alternativa que concuerde lo más posible con lo que habitualmente selecciona el segmento de mercado al cuál pertenece. Además se deberán proponer ciertos incentivos de tipo promocionales (descuentos, beneficios especiales, etc.) para que el proyecto se “*complete*” y se pueda realizar.

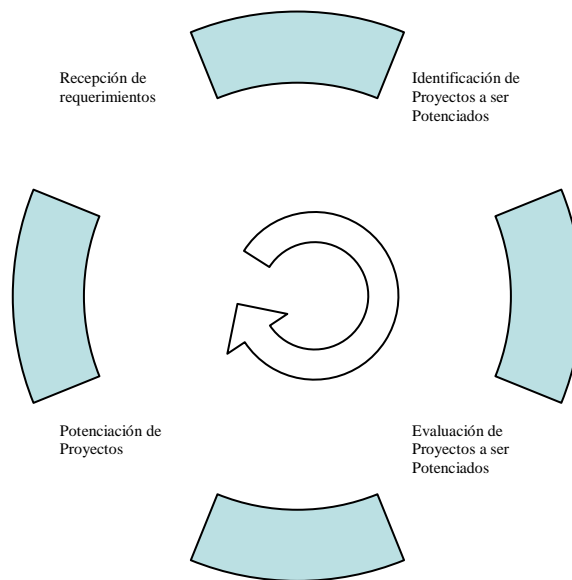
Según lo anterior, cuando un proyecto comienza a tomar “*forma*”, éste deberá ser ofrecido a los visitantes del sitio Web para completar la cantidad mínima de adeptos. Esto plantea la necesidad de definir un criterio para decidir cuáles proyectos deberán ser

potenciados. Por ejemplo, se podrían *potenciar* todos aquellos proyectos en los que falten menos del 10% de adeptos para proceder a su ejecución.

Antes que un proyecto se convierta en un *proyecto potenciado* se debe llevar a cabo una *evaluación* del proyecto. Esto requiere la confección del anteproyecto (planos) por el arquitecto y su cubicación para identificar el costo de construcción. Los planos permiten también hacer una animación virtual en tres dimensiones del proyecto para mostrarlo a través de la página Web y ofrecer una alternativa concreta.

En la Figura 6 se muestra el procedimiento.

Figura 6: Ciclo Metodología Planteada



Elaboración Anteproyecto

Una vez que se define un proyecto a realizar serán contactadas todas las personas cuyos requerimientos son satisfechos e invitadas a una presentación, donde se expondrán las características del proyecto y se explicarán los detalles del proceso. Además, se les presentará un arquitecto que los guiará a través del proceso de diseño de la vivienda.

Todas estas personas tienen preferencias similares entre sí, de hecho este fue el motivo por el que fueron seleccionadas, en consecuencia, cada vivienda no debiera diferir demasiado de la otra. Esto es tremendamente importante, ya que justifica el esfuerzo realizado para conciliar diversas preferencias. En la medida que se puedan identificar grupos de personas con preferencias similares, será posible aprovechar las economías de escala con que se benefician las inmobiliarias que desarrollan proyectos de acuerdo a la metodología tradicional.

Sin embargo, para poder realmente aprovechar parte de estas ventajas, se requiere fijar algo común a todas las unidades, como por ejemplo, el plano de cálculo y de otras instalaciones.

El plano de cálculo es el que contiene toda la información relativa a los componentes estructurales de la vivienda. Para el caso de construcciones de concreto reforzado, estos planos incluyen la ubicación y dimensiones de los muros estructurales, vigas, pilares y losas. Además, contienen la disposición, cantidad y dimensiones de la enfierradura de esos elementos.

Aunque el costo de confección de los planos de cálculo es del orden de 0,1UF por metro cuadrado construido (no alcanzan a constituir el 1% del costo de construcción), la utilización de planos diferentes implica esfuerzos enormes en el proceso constructivo, ya que cada plano debe ser cuidadosamente interpretado y entendido por los obreros que realizan el trabajo. La utilización de planos diferentes impide la posibilidad de duplicar o repetir el trabajo anterior. Se debe considerar que la continuidad en el proceso constructivo es fundamental para lograr mantener los costos bajo control.

Pero las divisiones internas de una casa o departamento no sólo están compuestas por muros estructurales, sino que también se utilizan tabiques. Los muros estructurales son

inamovibles, en cambio los tabiques pueden ser colocados según requerimientos o gustos individuales de cada cliente.

Todo lo anterior incita a utilizar un mismo plano de cálculo para todas las casas, el cuál tendrá que ser diseñado de manera de otorgar versatilidad en la posterior definición de la disposición de los espacios. Una manera de hacer esto es tender a organizar la parte estructural de la vivienda en los límites perimetrales exteriores, de manera de dejar libre el interior para subdividir con tabiques. En este caso, cabe preguntarse por la calidad de las divisiones de tabiques, en comparación con los muros estructurales.

Los muros estructurales presentan excelente aislación térmica, acústica y concerniente a la humedad, sin embargo, algunos tipos de tabiques no se quedan atrás. Tradicionalmente se han utilizado los tabiques de albañilería de soga (con ladrillo botado, puesto en forma horizontal) o de pandereta (con ladrillo parado, puesto en forma vertical). Estucados, enyesados y luego pintados que constituyen magníficos aislantes. Pero la llegada de nuevos materiales ha cambiado el panorama. Muchos tabiques se construyen con elementos importados que son un conjunto de capas superpuestas que aíslan el ruido, la temperatura y que también retardan la propagación del fuego en caso de incendio. Normalmente estas divisiones son de 7cm a 10cm, pero una de 15cm asegura mejor aislamiento.

Otro elemento en común que podrían tener todas las viviendas de un mismo grupo, son los proyectos de agua potable y alcantarillado. Este proyecto se refiere a los planos asociados a estas instalaciones. Con esto, queda definida la ubicación de los recintos que utilizan estos servicios (cocina y baños), pero esto no constituye un elemento demasiado restrictivo en el proceso de diseño, ya que aún es posible modificar los accesos y tamaños de esos recintos.

Desde el punto de vista económico, al igual que en el caso de los planos de cálculo, es conveniente imponer esta condición.

El resultado final de esta etapa del proceso son los planos que constituyen el anteproyecto de la vivienda. Éste, además de satisfacer los requerimientos de los clientes, debe respetar las regulaciones impuestas por la ley y ordenanza general de urbanismo y construcciones, y plan regulador comunal. Una vez finalizado, debe ser aprobado por la municipalidad a la cuál pertenece el proyecto.

Los planos definen prácticamente todas las características de las viviendas, incluyendo la distribución, superficie, cantidad de dormitorios y baños, dependencias, etc., sin embargo, aún quedará por definir, en otra etapa, las terminaciones de la vivienda.

Incorporación de Clientes

Una vez que el anteproyecto está aprobado, los clientes deberán firmar la promesa de compraventa y pagar el pié de su vivienda, es decir se realiza una compra en verde.

Una compra en verde es aquella que se efectúa antes de la recepción municipal definitiva. Para formalizar el compromiso entre vendedor y comprador, se firma una promesa de compraventa, donde se estipula el plazo para la firma del contrato definitivo de compraventa o escritura, la fecha de entrega de la vivienda y forma de pago de la misma.

Este tipo de compras tienen las siguientes características para los compradores, en comparación a las ventas tradicionales:

- Rebajas en el precio
- Riesgo de incumplimiento por parte de la empresa constructora
- Mayor plazo de entrega

Estos tres factores determinan la proporción de compras en verde que se concretan en el mercado. Así por ejemplo, aquellas empresas calificadas con un bajo riesgo como consecuencia de una sólida y exitosa trayectoria, logran concretar más ventas en verde que aquellas peor posicionadas. Sin embargo, estas últimas podrían igualarla, si se ofrece un mayor descuento o un menor plazo de entrega. Actualmente en Chile se vende entre un 36% y un 45% de las propiedades en verde.

El riesgo que enfrenta un comprador al realizar este tipo de compra son los siguientes:

- *Recibir un producto diferente al esperado:* esto se puede producir por incumplimiento de la inmobiliaria, o por expectativas equivocadas del cliente.
- *Que la inmobiliaria no termine el proyecto:* esto puede suceder por estafa o quiebra. En este caso el cliente queda expuesto al proceso de quiebra o a un juicio por estafa, para recuperar los aportes realizados.

Dado que en la metodología planteada se pretende que el 100% de las ventas se realicen en verde y no se pretende restringir el mercado objetivo a aquel segmento dispuesto a asumir altos niveles de riesgo, se deben proponer soluciones a las posibilidades anteriores.

Para el tema de las expectativas se propone mostrar el proyecto a través de animaciones virtuales en tres dimensiones o a través de maquetas tradicionales, además de planos y un documento con las especificaciones técnicas. Adicionalmente, está contemplada la construcción viviendas de explosión, con diferentes tipos y opciones de terminaciones, con el propósito de guiar el proceso de elección y contribuir a que el cliente se instituya mejor respecto de lo que está comprando.

En general, para el segundo problema, los resguardos que puede tomar el comprador para asegurarse de que la empresa cumplirá con la entrega de la propiedad son los siguientes:

- Seleccionar una empresa de prestigio y de sólida trayectoria.
- Verificar la existencia del permiso de construcción.
- Verificar que los títulos del terreno estén ajustados a derecho.
- Verificar que los terrenos están urbanizados o que su urbanización está garantizada.

Sin embargo, ninguna de estas gestiones protegerá al comprador de que la empresa lo estafe y no le entregue su propiedad, o bien, de que la empresa quiebre y por esta razón no pueda terminar y entregar la propiedad.

En el caso de que no se termine la construcción o que la constructora se declare en quiebra los afectados deben recurrir al síndico de quiebras con el fin de acreditar sus derechos como deudor. En ese caso, se pagan los diferentes créditos de acuerdo con las preferencias establecidas en el Código Civil. El problema es que el pago se hace de acuerdo con un grado de precedencia, donde los créditos comunes, categoría a la que pertenecen los contratos de compraventa inmobiliaria, no tienen precedencia alta.

Las empresas inmobiliarias nacionales han comenzado a ofrecer a sus clientes distintos mecanismos para cubrir el riesgo de no terminar las obras en caso de quiebra de la empresa inmobiliaria, y de esta manera incentivar la venta en verde. Los mecanismos ofrecidos son los siguientes:

- *Boleta de garantía*: es un instrumento bancario que lo obtiene la empresa inmobiliaria a favor del comprador, y que le da derecho a éste a cobrarle al banco el adelanto que pagó por su casa, si después de un año y medio no se le entrega el departamento o casa en la fecha estipulada en el contrato de compraventa. En general, este no es un instrumento muy usado por las empresas inmobiliarias.
- *Letra firmada ante notario*: consiste en que el dueño de la inmobiliaria deje firmada en notaría una letra por el valor del adelanto, con instrucciones al notario para que en caso de que no se cumpla lo estipulado en el contrato de compraventa, el comprador pueda cobrar la letra.
- *Seguro de construcción en verde*: este seguro se denomina “garantía para contratos de compraventa”. Este garantiza al comprador la recepción definitiva en una fecha estipulada (específica) y la escritura de compraventa definitiva, o en su defecto la restitución de los valores anticipados al vendedor por la no-concreción de la operación. Esta póliza de garantía lo que busca es cubrir el riesgo de no cerrar la operación en forma correcta.

Todas estas alternativas pueden ser utilizadas por la inmobiliaria o constructora que implemente la metodología planteada, sin embargo, la última es la única capaz de otorgar plena tranquilidad al comprador, ya que se hace partícipe a una empresa externa que

resguarda los intereses del comprador. Lamentablemente, las aseguradoras proveedoras del seguro son extremadamente selectivas para otorgar este seguro, por lo que no está masificado. A continuación se explica con mayor detalle las características de este seguro.

Seguro de Venta en Verde

Esta es una póliza que tiene por objeto garantizar la obligación de la empresa inmobiliaria de otorgar el contrato definitivo de compraventa y, principalmente, su obligación de restituir al asegurado (comprador) las sumas de dinero que éste hubiera pagado por anticipo o a cuenta del precio de la compraventa prometida, en todos los casos en que el tomador esté legalmente obligado a restituir tales sumas como consecuencia de no haberse otorgado el contrato prometido. Y en caso que no hubiera habido pago de anticipo, la póliza se limitará a garantizar la indemnización de perjuicios de que sea responsable el afianzado, como consecuencia de no haber cumplido el contrato de promesa de compraventa.

Actualmente este instrumento es ofrecido sólo por empresas inmobiliarias de gran prestigio en el país, que buscan de esta manera mantener un factor diferenciador con el resto del mercado. Entre las empresas que ofrecen el seguro están:

- Habitaria
- Moller y Pérez- Cotapos
- Molina Morel SA
- Paz Froimovich.

Sin embargo, no todas estas empresas operan de la misma forma, mientras que sólo una lo ofrece siempre, en otros casos se imponen condiciones para ofrecerlo, como por ejemplo, que el comprador pague como mínimo el 25% al contado y el 75% al momento de la recepción municipal. Otras sólo lo ofrecen cuando el comprador se encuentra dubitativo. Es importante destacar que en todos los casos la empresa inmobiliaria paga la prima del seguro.

Actualmente existen dos compañías de seguro que ofrecen este tipo de seguro: Continental y MAPFRE. El costo de la prima de Continental fluctúa entre 1% y 5% del monto asegurado, la cuál depende del monto asegurado, la vigencia del seguro y el tamaño de la constructora, en cambio para el caso de MAPFRE, ésta fluctúa entre 0,8% y 2,5% del monto asegurado y depende exclusivamente del estado financiero de la constructora.

La utilización de estos seguros en la ejecución de la metodología propuesta se considera de gran importancia, ya que en general los compradores de viviendas no están dispuestos a asumir riesgos que amenacen su patrimonio, no obstante, se considera que en la medida que la empresa posea un prestigio y logre consolidar una posición de seriedad y solvencia, será posible prescindir de estos seguros.

Construcción

La construcción es el proceso a través del cuál se materializa cada proyecto inmobiliario. La calidad del departamento y el costo de construcción de la obra dependerán de la eficiencia y capacidad de los responsables de gestionar esta tarea, que sin lugar a dudas, es extremadamente compleja.

Sin embargo, con el propósito de concentrarse en el verdadero objetivo y negocio que plantea esta tesis, que es la *gestión de proyectos inmobiliarios*, se ha optado por externalizar esta actividad. La idea es que la inmobiliaria contrate los servicios de construcción a una empresa externa. Por supuesto, se debe desarrollar una íntima relación entre ambas empresas.

Lo anterior tiene ventajas y desventajas. Dentro de las desventajas, lo más importante, es que si se realizara la construcción internamente se tendría un mayor control sobre el cumplimiento de las especificaciones y plazos, por otro lado, se tendría un mejor conocimiento de los costos de construcción para realizar la tarea de evaluación de cada alternativa de negocio.

Las ventajas de externalizar la construcción son las siguientes:

- *Se conocerían exactamente los recursos gastados en construcción:* En general, cuando una empresa debe ocuparse de realizar determinadas tareas

“adicionales”, se requiere de un esfuerzo conjunto que consume tiempo y energía de muchos integrantes de la empresa. Los costos que derivan de esto son difíciles de aislar de aquellos que derivan de otras actividades, en consecuencia, son difíciles de cuantificar. Estos costos normalmente se conocen como “*costos ocultos*”. Por lo tanto no sería posible saber con precisión cuanto se ha gastado en construcción y cuales fueron los beneficios de hacerlo.

- *La inmobiliaria podría concentrarse en el negocio de gestión:* Se debe considerar que el verdadero negocio de la metodología propuesta no es la *construcción de viviendas*, sino que es la *gestión de proyectos inmobiliario*.
- *Experiencia, competitividad y poder negociador:* La industria de la construcción habitacional está compuesta por muchas empresas constructoras, algunas de las cuales llevan muchos años de experiencia, lo que las hace competitivas y eficientes en sus gestiones. El hecho de tener varias alternativas de elección otorga un alto poder negociador. Por otro lado la inmobiliaria podría llegar a ser de vital importancia para el sustento de éstas, lo que incrementa aún más este poder negociador.

En esta tesis se optó por externalizar la construcción, lo que lleva a la necesidad de analizar diferentes tipos de contratos que habitualmente se usan en la contratación de obras, y seleccionar aquel que genere los incentivos adecuados para resguardar de mejor forma los intereses y objetivos del negocio propuesto.

Tipos de Contratos en la Construcción

El contrato es un convenio entre dos o más partes por medio del cuál se definen los derechos, obligaciones y responsabilidades entre las partes que lo componen. En la actualidad existe una gran cantidad de tipos de contratos que generan incentivos y riesgos diferentes a los participantes, algunos con diferencias tan sutiles que, en esta tesis, no merecen ser tratadas en detalle. Sin embargo, es importante analizar algunos aspectos generales de los contratos por suma alzada y por administración delegada.

El problema que da origen a la necesidad de disponer de diferentes tipos de contratos es, fundamentalmente, la dificultad de calcular o estimar con precisión el costo real de construcción de una obra y el tiempo necesario para terminarla. Existe una gran cantidad de factores que impiden hacer un buen pronóstico, por ejemplo:

- *Proyectos incompletos al momento de hacer el estudio del presupuesto:* Es habitual que se opte por definir ciertos detalles de diseño durante la construcción. Esta falta de planificación no sólo impide la elaboración de un presupuesto mas preciso, sino que también es el responsable de generar desagradables conflictos entre las partes, ya sea por retrasos en la disponibilidad de diseño (si es proporcionado por el propietario) y/o por elecciones que encarecen la obra por sobre lo presupuestado.
- Apoyo topográfico preliminar, no confirmado, que contiene omisiones o diferencias, o insuficiente exploración del subsuelo
- *Factores metereológicos adversos cuya ocurrencia no es previsible:* Dado que la construcción se realiza al aire libre, está afecta a situaciones como la lluvia, que retrasa la ejecución de las obras.
- *Disponibilidad irregular de financiamiento.*
- La productividad real de los trabajadores resulta ser distinta a la planificada.
- Inflación no cubierta por los términos de reajustabilidad o evolución de precios de insumos diferente a lo esperado.
- Tasas de interés diferentes a las esperadas
- Suministros no disponibles al momento de ser necesarios.

Por supuesto, en la medida que se abordan las etapas sucesivas de la fase de estudio, y se examina con mayor grado de detalle el proyecto, la incertidumbre disminuye (y el costo aumenta), pero lo cierto es que, en la práctica, el costo final de construcción, en muchas oportunidades, tiene diferencias considerables con el presupuesto original. Por esto, se han desarrollado diferentes tipos de contratos donde se establece, entre otras cosas, quien asume el riesgo derivado de la incertidumbre del cumplimiento del presupuesto. Los involucrados son los siguientes:

- *Propietario o Mandante*: Persona natural o jurídica para quien se ejecuta la obra y es quien cuenta con (o puede conseguir) los recursos económicos necesarios para pagar todos los gastos que demande la construcción de la obra en cuestión.
- *Contratista*: Persona natural o jurídica que suministra sus conocimientos, los materiales (o parte de ellos), el equipo y los recursos necesarios para la ejecución física de los trabajos.

A continuación se realiza una breve descripción de los tipos de contratos más importantes, donde se analizan los diversos incentivos que generan en cada uno de los participantes:

Suma Alzada

Este tipo de contrato consiste en que el contratista ofrece ejecutar el trabajo bajo ciertas condiciones y en un plazo preestablecido, a un precio fijo. Si el costo de construcción resultase ser mayor al presupuesto realizado por el contratista, la diferencia debe ser solventada por el contratista. Por otro lado, si resulta ser menor, la diferencia incrementa sus utilidades.

En este tipo de contrato el riesgo es asumido por el contratista, quién tratará de ganarse la propuesta al mayor precio posible para asegurar sus utilidades.

La principal desventaja de este tipo de contrato es que, con el afán de reducir los costos y obtener mayores utilidades, los contratistas tienen incentivos económicos para realizar una obra de baja calidad, utilizando materiales más baratos y/o mano de obra menos calificada. La sola existencia de estos incentivos genera un clima de desconfianza entre las partes.

Otra desventaja o problema que deriva de este tipo de contrato es que, si bien en teoría en un contrato de suma alzada el riesgo debe ser asumido por el contratista, a veces tienen lugar las siguientes actitudes:

- El contratista en su entusiasmo por presentar una oferta que resulte competitiva, subvalora el costo de contingencias o imprevistos. Una vez iniciada las obras, operará con márgenes limitados de utilidad que dificultarán mantener la calidad de la obra. Ante una situación crítica no estará en condiciones de cumplir el contrato. Si ello curre, independientemente de los resguardos de tipo legal, o de las garantías comprometidas, el propietario deberá optar entre una reconsideración del contrato o entrar en un proceso de liquidación que posiblemente demandará costos mayores a los supuestamente ahorrados. A éstos se agregará los costos financieros derivado de los retrasos de dar término a la obra. El costo de la contingencia será finalmente absorbida por el propietario.
- El proponente o contratista, al no disponer de todos los antecedentes al momento de realizar la propuesta, puede sobre valorizar los costos asociados a contingencias o imprevistos, adoptando una actitud más conservadora. Esta sobre valoración es traspasada al propietario, quien terminará pagando un costo amplificado. Este caso sólo tiene posibilidades de ocurrir cuando el propietario solicita pocos presupuestos.
- Contratistas serios evaluarán los riesgos e incluirán en su oferta un costo de contingencias que en el caso de serles adjudicada la obra resulta absorbido por el propietario. Si sospechan que otros proponentes menos escrupulosos no incluirán en su oferta una contingencia, pueden optar por desistirse de participar.

Otra característica de este tipo de contrato es que los honorarios o ganancias del contratista corresponden, en promedio y aproximadamente, al 20% del costo de construcción, lo que es bastante si se compara con el 8% que habitualmente se utiliza en contratos de *administración delegada*. Por supuesto, los mayores honorarios se deben a una suerte de “prima” por riesgo, que en definitiva encarecen el costo de la obra.

Administración delegada

Este tipo de contratos consiste en que el contratista se compromete a administrar los recursos del mandante, de manera que este último es responsable de pagar todos los gastos derivados de la construcción de la obra, incluyendo el arriendo de maquinarias, mano de obra, subcontratos y materiales, y el contratista recibe un honorario por el servicio prestado.

El honorario se calcula habitualmente como un porcentaje del presupuesto inicial de la obra y no en función de su costo real. Esto corrige el contrasentido de que a mayores costos, derivados de una mala administración, correspondan mayores honorarios.

En este tipo de contrato el riesgo es asumido por el mandante, es decir, si el costo real de construcción resulta ser mayor al presupuesto, la diferencia es absorbida por el mandante. En caso contrario, si el costo real resulta ser menor, la diferencia será del mandante, quien obtendrá un producto más barato.

Este tipo de contrato tiene las siguientes desventajas:

- El contratista tiene incentivos económicos para elevar o “inflar” el presupuesto inicial de la obra. Mientras mayor sea, le corresponden mayores honorarios. Además, al finalizar la obra con un costo menor al presupuestado, el mandante se siente muy satisfecho con la gestión realizada por el contratista. Los ahorros conseguidos son muchísimo mayores a los mayores honorarios cobrados, por lo que no se les presta atención. Con todo esto el contratista adquiere prestigio y reconocimiento y asegura próximos trabajos.
- Al contratista le resulta más cómodo no esforzarse demasiado por ser eficiente en su gestión, de hecho todos los ahorros que consiga gracias a una buena administración serán del propietario (o mandante), y no del contratista.

A continuación se enumeran algunas características de este tipo de contrato:

- Como el constructor no se beneficia rebajando costos en base de sacrificar calidad, economizar materiales, pagando bajos salarios o contratando instalaciones de segunda clase para aumentar sus ganancias, prevalece la confianza entre el propietario y el constructor y, también, la tranquilidad laboral porque los trabajadores perciben que no están siendo mal remunerados en beneficio del constructor. Por otra parte, ninguna empresa constructora puede construir, bajo la modalidad de suma alzada, con un margen del 8 % sobre el costo neto de la obra sin arriesgar fuertes pérdidas y, en consecuencia, cuando se hace una buena administración, el propietario paga menos por una obra de mejor calidad.
- El contratista no tiene incentivos económicos para utilizar materiales, u otros factores productivos, de baja calidad. El costo de estos factores es asumido por el mandante, independientemente de su valor. Esto se traduce en un clima de confianza entre las partes.
- El contratista tiene incentivos para terminar la obra lo antes posible, ya que después tiene la posibilidad de ocuparse de otra obra.

Afortunadamente, muchas empresas en el rubro inmobiliario no sólo se guían por los incentivos económicos que generan los diversos contratos, sino que algunas también tienen profundos principios éticos, que en muchas oportunidades, priman sobre ciertas oportunidades de corto plazo, que descuidan la sostenibilidad de la empresa en el tiempo. No por esto pierde importancia el análisis de los incentivos involucrados en cada caso de contrato.

Para el caso del negocio propuesto en esta tesis, las características de cada contrato inducen a optar por el contrato de administración delegada. Bajo esta modalidad, sucede lo siguiente:

- El costo esperado total, incluyendo honorarios, disminuye en un 12% aproximadamente, respecto del costo bajo suma alzada. Esto se debe a que se paga lo que realmente vale la construcción del inmueble, sin el aumento en el

honorario de construcción que constituye, en definitiva, una prima por el mayor riesgo asumido.

- Las especificaciones de diseño seleccionadas por el cliente no constituirán un motivo de conflicto entre la empresa constructora y la inmobiliaria o sociedad que ejecute el negocio, ya que cualquier costo adicional que provenga de estas preferencias, es asumido por la inmobiliaria, es decir no va en perjuicio de las ganancias de la constructora.

Procesos y Planificación temporal

La Figura 7 resume la operación completa del desarrollo de un proyecto inmobiliario ejecutado según la metodología propuesta en esta tesis. La duración real de cada una de estas tareas dependerá de las características específicas del proyecto que se esté desarrollando.

- *Captación de Clientes:* En esta etapa se capturan las preferencias generales de clientes respecto de las características que debe tener una vivienda para que cumpla con sus gustos y preferencias, esta tarea se podrá hacer a través de Internet o directamente en las oficinas de la empresa. Además, en esta etapa se determinará el perfil del comprador y segmento de mercado al cuál pertenece. Para mayor referencia véase la sección Captación de Clientes de la página 22.
- *Búsqueda Alternativas de Terreno:* Consiste en mantener una base de datos actualizada, con todos los terrenos en venta dentro de las comunas en que opere la inmobiliaria, con sus respectivos *Certificados de Informaciones previas*. Ese certificado indica las regulaciones y normas a las que están afectas las obras que se desarrollen en el terreno. Para mayor referencia véase la sección Búsqueda de alternativas de terrenos de la página 28.
- *Conciliación de Preferencias y Selección proyecto:* Esta tarea utiliza la información recopilada, en las dos actividades anteriores, para identificar

proyectos factibles de ejecutar, según se explica en la sección Identificación y Selección del Proyecto de la página 30. El análisis de preferencias la realiza un computador que recurre a un modelo de optimación (Programación Lineal Binaria) que será explicado en la sección Asignación Óptima de Clientes de la página 58. Este modelo analiza las preferencias e identifica grupos de clientes con preferencias similares, lo cuál se contrasta con la disponibilidad de terrenos en el mercado. Esta tarea concluye con la identificación de un proyecto específico, con una cantidad determinada de unidades habitacionales y un terreno específico. A continuación serán contactadas todas las personas cuyos requerimientos son satisfechos por el proyecto y se les asignará un arquitecto que los guiará a través del proceso de diseño, y comienza el proceso para la adquisición del terreno.

- *Firma Promesa de compraventa Terreno:* Trámite que formaliza la adquisición del bien raíz. En este acto, habitualmente se documenta o paga un 20% del precio. Una vez que la empresa dispone de la promesa, puede comenzar a desarrollar el estudio de títulos y la preparación del anteproyecto.
- *Estudio de Título Terreno:* Esta tarea es realizada por un abogado. Tiene como propósito comprobar que no exista ningún problema legal con los actuales títulos de dominio. En definitiva se comprueba que el actual propietario, que inscribió el título a su nombre, sea realmente quién tiene el dominio de la propiedad. Esta tarea es requisito para la firma de la escritura de compraventa definitiva.
- *Elaboración Anteproyecto:* Una vez que se define el proyecto, serán contactadas todas las personas cuyos requerimientos son satisfechos por el proyecto y se les asignará un arquitecto que los guiará a través del proceso de diseño de la vivienda. Para mayor referencia véase la sección Elaboración Anteproyecto de la página 32.
- *Elaboración Planos de Cálculo:* Una vez que el proyecto ya está definido, se puede proceder a la elaboración de los planos de cálculo que deberá desarrollar un Ingeniero Civil Estructural (Calculista). Con el propósito, de

aprovechar las economías de escala que brindaría reproducir para todas las viviendas la misma disposición estructural, se utilizará el mismo plano para todas las viviendas.

- *Factibilidades Eléctricas*: Este documento es extendido por una empresa proveedora eléctrica. Tiene como propósito confirmar que la ubicación del proyecto está dentro de su área de concesión y que está en condiciones de proveer el servicio. Además confirma el acceso a empalmes y capacidad eléctrica solicitada.
- *Factibilidades de Agua Potable y Alcantarillado*: Al igual que el anterior, tiene como propósito confirmar que la ubicación del proyecto está dentro del área de concesión de una empresa proveedora de agua potable y alcantarillado.
- *Aprobación Municipal Anteproyecto*: Una vez que se termina el anteproyecto, los planos deben ser aprobados por la municipalidad a la cuál corresponde el proyecto. Los criterios utilizados para la aprobación están contenidos en la ley y ordenanza general de urbanismo y construcciones, como también en los planes reguladores sectoriales de la comuna.
- *Incorporación Clientes*: Una vez que el anteproyecto está aprobado, los clientes deberán firmar la promesa de compraventa y pagar el pié de su vivienda, es decir se realiza una compra en verde. En la promesa se estipula el plazo para la firma de la escritura, que corresponde al contrato definitivo de compraventa, la fecha de entrega de la vivienda y forma de pago de la misma. Para mayor referencia véase la sección Incorporación de Clientes de la página 34.
- *Solicitud Permisos Instalaciones Varias*: Existe una serie de permisos que deben solicitarse una vez que el anteproyecto se encuentre aprobado. Entre ellos se encuentran los permisos de demolición, permisos de grúa, permisos de ocupación de bienes nacionales de uso público y permisos de instalación de faenas. No todos estos permisos son requeridos en todos los casos. Cabe señalar que estos permisos son independientes del permiso de construcción,

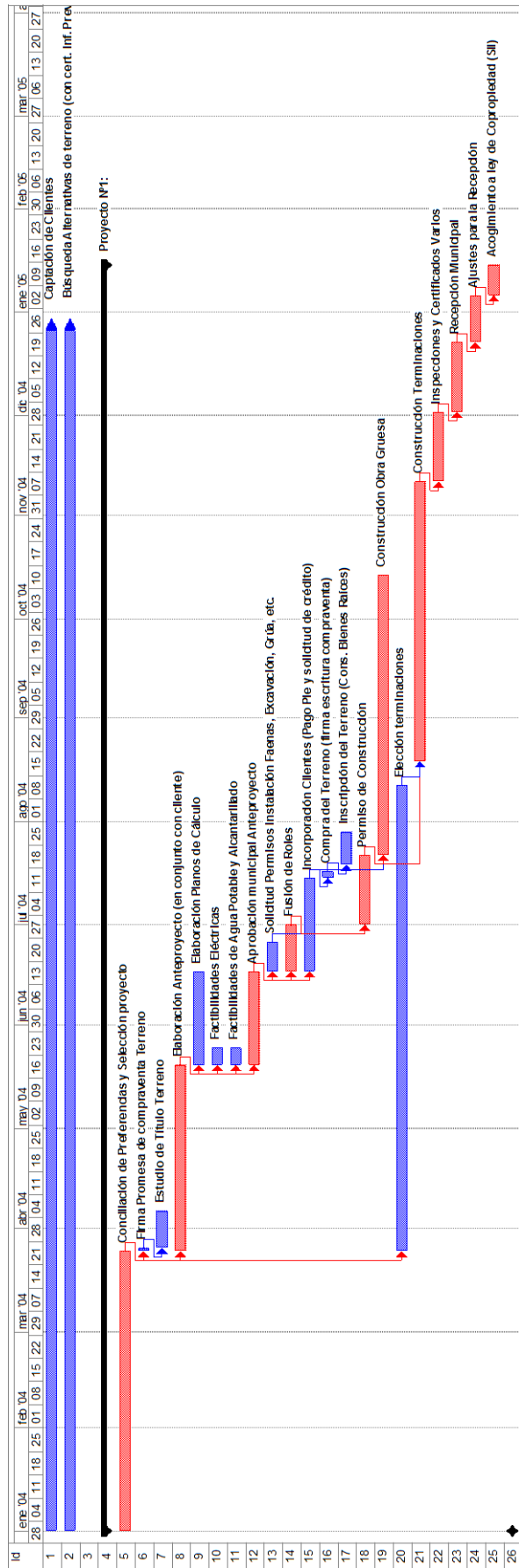
aunque por razones técnicas no permiten comenzar la construcción, así por ejemplo es imposible comenzar a construir si no se ha efectuado la demolición o no se ha realizado la instalación de faenas.

- *Fusión de Roles*: Cuando la ejecución de un proyecto requiere más de un terreno, éstos se deben fusionar. Una vez finalizado este trámite, se puede materializar la compra del terreno e inscribirlo en el Conservador de Bienes Raíces. En algunas municipalidades es requisito para el otorgamiento el permiso de construcción, para otras constituye un requisito para la recepción final.
- *Compra del terreno*: Consiste en la firma de la escritura de compraventa definitiva. Este trámite no es requisito para solicitar el permiso de construcción, aunque se requiere una solicitud firmada por el dueño vigente. La compra del terreno se puede hacer en cualquier momento antes del inicio de la construcción, no obstante, con el propósito de reducir al máximo los costos financieros derivados de mantener un terreno sin inicio de faenas y asegurarse que no se está adquiriendo un terreno inútilmente ante un eventual desistimiento de los interesados en el proyecto, es recomendable esperar hasta un último momento para hacer la adquisición. Por supuesto que bajo determinadas circunstancias, como la presencia de otros interesados en el terreno, se justifica su adquisición anticipada.
- *Inscripción del Terreno*: La escritura de compraventa debe ser inscrita en el Conservador de Bienes Raíces. Esto finaliza el proceso de adquisición de un bien raíz.
- *Permiso de Construcción*: Es un documento que otorga la municipalidad respectiva para poder comenzar la construcción.
- *Construcción Obra Gruesa*: Esta corresponde a una serie de procesos constructivos que dan origen a la parte estructural de la obra. Antes de comenzar esta tarea es necesario contar con el permiso de edificación que otorga la municipalidad a la cuál pertenece el proyecto.
- *Elección Terminaciones*: Las terminaciones corresponden a todos aquellos elementos constructivos con un propósito más estético y de confort, como el

color de las paredes o el tipo de alfombra preferido. Los clientes tendrán la posibilidad de elegir (cambiar) las terminaciones de sus vivienda a través de un catálogo en línea en Internet o directamente en las oficinas de la empresa. Esta actividad comenzará en forma simultánea a la elaboración del anteproyecto y deberá terminar antes que el avance de la obra gruesa permita comenzar la construcción de las terminaciones.

- *Construcción Terminaciones:* Corresponde a una serie de procesos constructivos que otorgan a la vivienda un aspecto más atractivo y acogedor para habitarla.
- *Inspección y certificado varios:* Una vez terminada la obra, la empresa a cargo de ella deberá solicitar ciertas inspecciones y certificados a fin de obtener la recepción municipal. Son los siguientes:
 - a. *Electricidad*
 - b. *Telecomunicaciones*
 - c. *Ascensores*
 - d. *Higiene ambiental*
 - e. *Dotaciones Sanitarias*
- *Recepción Final:* Una vez que finaliza la construcción, se debe solicitar a la municipalidad respectiva, el certificado de recepción final y el certificado que acredite que está acogido a la ley de copropiedad.
- *Ajustes para la recepción:* En este proceso, la empresa ajusta y corrige las observaciones realizadas con el fin de lograr la recepción municipal.
- *Acogimiento a la ley de Copropiedad:* Es un trámite que realiza, en servicio de impuestos internos, cuando el proyecto posee determinados recursos comunes a todos los propietarios, que dan origen a gastos comunes. Esto sucede para edificios y condominios, no para conjuntos habitacionales o casas individuales. Es requisito para firmar la escritura de venta definitiva con cada comprador.

Figura 7: Procesos y planificación temporal de la metodología Planteada



Factibilidad de conciliar diversas preferencias

Como ya se ha mencionado, un aspecto fundamental para el éxito del modelo de negocios propuesto es la factibilidad de conciliar las preferencias de los consumidores respecto de las *variables de diseño general*. Y es natural preguntarse de que depende que varios consumidores coincidan en estas variables.

Si existieran *segmentos de mercado* bien definidos y delimitados, entonces la probabilidad de encontrar preferencias similares dentro de un determinado segmento es alta. Por ejemplo, si utilizamos como variables de segmentación el nivel de ingreso, la edad y el estilo de vida, es muy probable que quienes tienen un ingreso superior a \$1.000.000, tienen entre 24 y 30 años y son profesionales de carreras artísticas (ej. Arquitectura, diseño, actuación, etc.) seleccionen, por ejemplo Lofts o departamentos pequeños como opción de vivienda, con superficies no superiores a 90 m². Sería muy extraño que una persona que esté fuera de este segmento de mercado (por ejemplo personas con edad entre 50 y 70 años) seleccione un Loft para vivir. Es decir los consumidores tenderían a agruparse en torno a determinadas alternativas.

Para ilustrar mejor lo anterior consideremos que se les preguntara a varios clientes sus preferencias en cuanto a sólo dos atributos: Ubicación y Superficie. Y graficamos sus preferencias como se muestra en los Gráfico 13 y Gráfico 14. Existen dos posibilidades: que sea posible identificar determinadas preferencias similares, como en el Gráfico 14 o que las preferencias se encuentren uniformemente distribuidas en el espacio con preferencias altamente difusas como en el Gráfico 13.

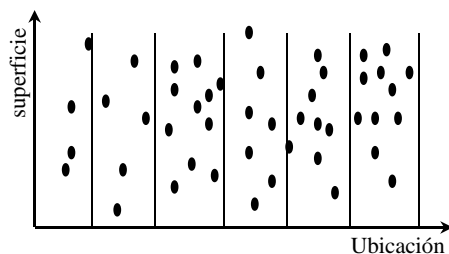


Gráfico 13: Preferencias difusas

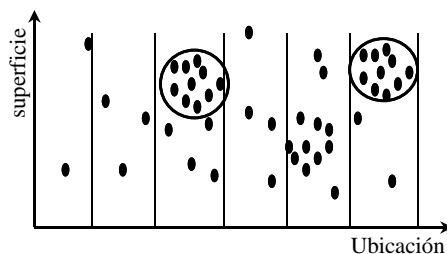


Gráfico 14: Preferencias agrupadas

La situación del Gráfico 14 implica que existe una distribución conjunta entre las variables Superficie y Ubicación, es decir que ambas variables no tienen una distribución independiente. Un caso más desfavorable para el negocio que aquí se presenta es lo que se muestra en el Gráfico 13, donde las preferencias parecieran tener una distribución uniforme e independiente.

Adhesión de un Cliente a un Proyecto

Para poder analizar la interrelación entre las preferencias de los clientes en cuanto a las *Variables de Diseño General* es fundamental definir un indicador que revele o mida cuanto se parecen las preferencias manifestadas por un cliente a cada uno de las diferentes proyectos, pero considerando la importancia que cada cliente otorga a cada uno de los atributos. Este indicador se llamará *Grado de adhesión* de un cliente hacia un determinado proyecto. Para que este indicador sea de utilidad se requiere que tenga las siguientes características:

1. En la medida que las preferencias manifestadas por el cliente se asemejen más a un proyecto el indicador debe aumentar siempre (o disminuir siempre), es decir debe ser consistente.
2. Debe tener límites finitos, por ejemplo entre cero y uno.

Un indicador que cumple con estos requisitos se define a continuación:

Sea P_{ij}° el *grado de adhesión* que tiene el cliente i con respecto al proyecto j , se define:

$$P_{ij}^{\circ} = \prod_{h=1}^H a_h = a_1 \cdot a_2 \cdot \dots \cdot a_H$$

Donde H representa el total de atributos de una vivienda cuyo valor puede ser escogido por cada cliente, y a_h se definen como:

$$a_h = \begin{cases} 1 & \text{si la preferencia manifestada por el cliente } i \text{ en el atributo } h \text{ coincide con el valor que toma} \\ & \text{el atributo } h \text{ en el proyecto } j \\ 1 - I_h & \text{si la preferencia manifestada por el cliente } i \text{ en el atributo } h \text{ no coincide con el valor que toma} \\ & \text{el atributo } h \text{ en el proyecto } j \end{cases}$$

Donde I_h corresponde a la importancia asignada por el cliente i al atributo h , siendo 0 la importancia mínima y 1 la máxima.

Este indicador se deduce a partir de dos supuestos claves⁴:

- Cada a_h representa la “probabilidad” (aunque no estrictamente hablando) de que el cliente i no rechace el proyecto j debido al atributo h .
- La elección de cada atributo es independiente de la elección de los demás.

Por ejemplo, si una persona “X” manifiesta las preferencias e importancias que se muestran en la Tabla 3, la *adhesión* de este cliente con respecto al proyecto “Y” es:

$$P_{XY}^{\circ} = a_1 \cdot a_2 \cdot a_3 \cdot a_4 \cdot a_5 \cdot a_6 \cdot a_7 \cdot a_8 \cdot a_9 \cdot a_{10} \cdot a_{11}$$

$$P_{XY}^{\circ} = 1 \cdot 1 \cdot 0.9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0.7 \cdot 1 = 63\%$$

En este caso la gran mayoría de los atributos del proyecto “Y” concuerdan con las preferencias manifestadas por el cliente “X”. Para aquellos atributos en que las preferencias manifestadas no concuerdan con las características del proyecto se toma en consideración la importancia que tiene para el cliente ese atributo. Así por ejemplo en el caso del atributo *10.-Sauna*, donde las preferencias no coinciden, el cliente ha manifestado una importancia $I_{10} = 0.3$, es decir no es demasiado importante para el cliente este atributo, entonces:

$$a_{10} = 1 - I_{10} = 0.7$$

⁴ En el presente trabajo no se estudian las variaciones que deben realizarse al modelo si no se cumplen estos supuestos. Evidentemente, como en todo modelo, los resultados que se obtengan se acercarán más a la realidad en la medida que los supuestos que le dieron origen se acerquen también a la realidad.

Tabla 3: Ejemplo de preferencias manifestadas por X y características del proyecto Y.

Atributo	Valor Seleccionado Por X	Importancia asignada por X	Características del proyecto Y
1. Rango de superficie	Entre: 70m ² y 99m ²	1	Entre: 70m ² y 99m ²
2. Comuna(s) preferida(s)	El Golf	1	El Golf
<i>Variables de entorno:</i>			
3. -Cercanía a áreas verdes	<input checked="" type="checkbox"/> Sí	0.1	<input checked="" type="checkbox"/> No
4. - Cercanía a Pub, bares y centros nocturnos	<input type="checkbox"/> No	0.75	<input type="checkbox"/> No
5. - Cercanía a locomoción	<input checked="" type="checkbox"/> No	0	<input checked="" type="checkbox"/> Sí
<i>Equipamiento:</i>			
6. -Lavandería	<input type="checkbox"/> Sí	0.75	<input type="checkbox"/> Sí
7. -Piscina	<input type="checkbox"/> Sí	0.4	<input type="checkbox"/> Sí
8. -Gimnasio	<input type="checkbox"/> Sí	0.9	<input type="checkbox"/> Sí
9.- Sala de eventos	<input type="checkbox"/> Sí	0.5	<input type="checkbox"/> Sí
10.- Sauna	<input checked="" type="checkbox"/> Si	0.3	<input checked="" type="checkbox"/> No
11.- Máximo de unidades	<input type="checkbox"/> 80	0.7	<input type="checkbox"/> 80

Se debe observar que si se cumplen todos los atributos que el cliente manifestó la *adhesión* es de 100%. Alternativamente se puede obtener un 100% de adhesión aunque no se cumplan todas las preferencias siempre que las preferencias no cumplidas sean irrelevantes para el cliente y por lo tanto tengan asignada una importancia 0. Si no se cumple una preferencia en la cuál el cliente manifestó importancia 1 (o de 100%), la *adhesión* es cero. Se puede observar que este indicador de adhesión tiene buenas propiedades, obsérvese lo siguiente:

- Si el cliente i asigna a todos los atributos una importancia cero, $P_{ij}^o = 100\%$ para todo proyecto j .
- Si el cliente i asigna a todos los atributos importancia máxima (o sea 1), $P_{ij}^o = 100\%$ sólo para un proyecto (el seleccionado), para los demás $P_{ij}^o = 0\%$
- P_{ij}^o adopta valores que se encuentran entre cero y uno, mientras sea más cercano a cero, menor es la probabilidad de que el cliente i acepte adquirir el proyecto j , y mientras sea más cercano a uno, mayor es la probabilidad de que el cliente i acepte adquirir el proyecto j .

O sea el grado de adhesión P_{ij}^o mide cuanto se parecen las preferencias manifestadas por el cliente i a las características del proyecto j pero considerando las importancias que el cliente i asignó a cada uno de los atributos que definen el proyecto.

Adhesión v/s Probabilidad de Compra

Es evidente que el grado de adhesión P_{ij}^o no representa la probabilidad de que el cliente i esté dispuesto a aceptar el proyecto j , sin embargo también es evidente que existe una relación entre ambas cantidades, de hecho cuando una disminuye (o aumenta) la otra también lo hace, y ambas se mueven entre los límites 0 y 1. El problema se complica al considerar que una persona podría haber manifestado sus preferencias sin la convicción real de querer adquirir una vivienda a través del sistema planteado. Esto puede suceder por varias razones, considérese los siguientes ejemplos:

- Alguien podría haber tenido pocas cosas que hacer y decidió entretenerse manifestando sus preferencias a la empresa.
- Cuando la persona manifestó sus preferencias efectivamente estaba interesada pero una vez que se consiguieron otros adeptos al proyecto, que concuerdan en sus preferencias, perdido el interés, compró otra vivienda, cambió su situación económica, etc.

Estos aspectos no se pueden prever, sin embargo a través de un análisis del perfil de la persona⁵, es posible catalogar al cliente y determinar un factor (o nota) k_i ($0 < k_i < 1$) que al multiplicarla con el grado de *adhesión* calculada previamente permita tener una medida más exacta de la probabilidad de que el cliente i concrete la compra.

Para el cálculo de este factor k_i son adecuados los modelos econométricos de elección discreta, los cuales deberán considerar el comportamiento histórico de los clientes que manifiesten sus preferencias en función de variables explicativas individuales tales como la edad, ingreso, estado civil, etc. y otras que recojan los atributos seleccionados.

Esta corrección se dejará fuera del análisis de esta tesis ya que más allá de que la adhesión calculada represente o no, la probabilidad de compra, es un buen indicador para determinar que proyectos deben ofrecerse a diferentes personas y determinar cuáles

⁵ Esta información se conoce debido a que el cliente deberá llenar un cuestionario antes de tener acceso a manifestar sus preferencias.

proyectos deben ejecutarse. En lo que sigue del presente trabajo, con el objetivo de llegar a ciertos resultados, se realiza el siguiente supuesto:

Supuesto

El factor k_i es cercano a uno en todos los casos (es decir para todo i) y por lo tanto P_{ij}° es un buen indicador de la probabilidad de que el cliente i acepte el proyecto j .

De esta manera es posible calcular la probabilidad (adhesión) que tiene cada uno de los clientes que manifestaron sus requerimientos en cada uno de los proyectos. Estos resultados constituyen una matriz de m filas por n columnas, donde m es la cantidad de clientes y n es la cantidad de alternativas de proyectos:

$$P^{\circ} = \begin{bmatrix} P_{11}^{\circ} & P_{12}^{\circ} & \dots & P_{1n}^{\circ} \\ P_{21}^{\circ} & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & P_{ij}^{\circ} & \vdots \\ P_{m1}^{\circ} & \dots & & P_{mn}^{\circ} \end{bmatrix}$$

Si se suma verticalmente cada columna de la matriz P° se obtiene la cantidad esperada de clientes que tendrá cada proyecto⁶. Sea E_j° el valor esperado de clientes que tendrá el proyecto j , por lo tanto

$$E_j^{\circ} = \sum_{i=1}^m P_{ij}^{\circ}$$

Sin embargo este cálculo considera a todas las personas, inclusive a aquellas que tienen una probabilidad muy baja de aceptar el proyecto.

Considérese el caso de una persona que para un determinado proyecto tiene una probabilidad de 10% de aceptarlo, esto significa que de 10 personas con esta probabilidad

⁶ Ya que $1(\text{persona}) \cdot P_{ij} = P_{ij}$ representa el aporte (en unidades de personas) de la persona i al proyecto j

aproximadamente una aceptaría el proyecto, ¿conviene ofrecerle este proyecto a esta persona?

Si la probabilidad es de un 10% entonces las preferencias que la persona manifestó son bastante diferentes a las del proyecto que se está considerando, por lo tanto si se contacta a esta persona para ofrecerle este proyecto no seríamos consecuentes con el aspecto básico de este negocio, ya que no sería un proyecto que cumpla realmente con las preferencias manifestadas por ese cliente. Si una persona accede a operar con este esquema de negocios espera que se le ofrezca un producto que cumpla con sus requerimientos y no “cualquier cosa”.

En consecuencia, se debe fijar una probabilidad mínima para ofrecer un determinado proyecto a un cliente. Un 50% es una probabilidad para la cual se esperaría que la mitad de las personas que la poseen y que se les pregunte si aceptan el proyecto lo hagan, esto significa que para cada persona que analiza el proyecto no será una tarea fácil determinar si lo quiere o no, tendrá la misma probabilidad de aceptarlo y no aceptarlo, por lo que se considera un límite apropiado. Según esto, la cantidad esperada de clientes que tendrá cada proyecto no será E_j° , sino que será la suma de cada columna de la matriz P° pero sin considerar aquellas probabilidades inferiores a 50%, es decir la probabilidad de que estas personas acepten el proyecto se considerará cero, ya que no se les dará la posibilidad de hacerlo.

Lo anterior induce a redefinir P_{ij}° . Para distinguir de los valores iniciales se cambiará la notación a P_{ij} (sin °):

Sea P_{ij} la probabilidad de que el cliente i se interese por el proyecto j , considerando si se le da o no, la posibilidad de hacerlo, entonces:

$$P_{ij} = \begin{cases} P_{ij}^\circ & \text{si } P_{ij}^\circ \geq 0.5 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

o

$$P_{ij} = \begin{cases} \prod_{h=1}^H a_h & \text{si } \prod_{h=1}^H a_h \geq 0.5 \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde a_h se define como en la página 53. Se define la matriz \mathbf{P} de la siguiente forma:

$$\mathbf{P} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & \ddots & & \\ \vdots & & P_{ij} & \vdots \\ P_{m1} & \dots & & P_{mn} \end{bmatrix}$$

E_j se define como:

$$E_j = \sum_{i=1}^m P_{ij}$$

Este indicador revela para cada proyecto j la cantidad esperada de clientes que aceptarían el proyecto en caso que el proyecto se realice, pero excluyendo a aquellas personas que poseen una probabilidad inferior al 50%, ya que al no ofrecerles el proyecto la probabilidad de aceptarlo se reduce al cero.

Ahora, suponiendo que conocemos los requerimientos de algunos clientes ¿Cuáles proyectos debieran ser ejecutados? Una forma simple de proceder sería seleccionar siempre el proyecto con el mayor número esperado de clientes E_j , sin embargo este procedimiento no conduce a la solución óptima. La solución óptima es aquella en la cual se maximiza la suma de los valores esperados E_j de todos los proyectos seleccionados para su ejecución, es decir son aquellos proyectos que satisfacen a la mayor cantidad de clientes posibles si se ejecutan simultáneamente.

Asignación Óptima de Clientes

La asignación óptima es aquella que maximiza el valor esperado total de clientes que será posible satisfacer, considerando que cada persona sólo puede ser asignada a un

proyecto, y que sólo se pueden ejecutar proyectos con una cantidad suficiente de adeptos. Estas características del problema permiten resolverlo a través de un modelo de Programación Lineal Binaria (PLB) como se explica a continuación.

Sea X una matriz de m filas por n columnas, donde m corresponde a la cantidad de personas que han contestado la encuesta y n a la cantidad de proyectos diferentes que ofrece la inmobiliaria (que corresponde a las diferentes combinaciones de atributos que se pueden realizar)

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & \ddots & & \vdots \\ \vdots & & x_{ij} & \\ x_{m1} & \cdots & & x_{mn} \end{bmatrix}$$

Cada elemento de esta matriz toma el valor 1 o 0 dependiendo de si se hace o no una asignación entre la persona y el proyecto involucrado.

Más rigurosamente:

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la persona } i \text{ se asigna al proyecto } j \\ 0 & \text{si la persona } i \text{ no se asigna al proyecto } j \end{cases}$$

Esta matriz es la incógnita del problema. La función que se busca maximizar se puede expresar como:

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} x_{ij}$$

Esta función es la *función objetivo* del problema y representa la cantidad esperada total (en un sentido probabilístico) de personas con las cuales la inmobiliaria concretará ventas.

Sin embargo cada persona puede ser asignada como máximo a un proyecto, es decir:

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad \text{Para } i = 1, 2, \dots, n$$

Y eventualmente podría no ser asignada a ninguno si las preferencias que ésta manifestó no coinciden con las preferencias de otras personas, esto da origen a otro grupo de restricciones:

$$\sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} \geq b_j \quad \text{Para } j = 1, 2, \dots, m$$

Lo cuál significa que el proyecto j -ésimo, deberá tener un mínimo de b_j adeptos esperados para que pueda ser ejecutado. Obsérvese, que en este modelo, la inmobiliaria podrá asignar una cantidad mínima diferente de adeptos a cada proyecto j .

Esta restricción sólo se debe cumplir en caso que el proyecto se seleccione para su ejecución, si no se selecciona para su ejecución se debe cumplir la restricción:

$$\sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} = 0 \quad \text{Para } j = 1, 2, \dots, m$$

Es decir, si el proyecto no se selecciona para su ejecución no se debe asignar ninguna persona a ese proyecto, pero es el modelo quien tiene que determinar cuáles proyectos deben ejecutarse de tal forma de maximizar la *función objetivo* Z , es decir debe decidir en cada proyecto j cuál de las dos últimas restricciones debe aplicar de tal forma de maximizar la *función objetivo* Z . De esta manera el modelo se puede formular como:

Modelo 1

$$\text{Máx } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} x_{ij}$$

S.a.

$$(1) \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} \geq b_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} = 0 \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m \end{array} \right. \quad \text{O}$$

$$(3) \quad \left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} \geq b_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m \\ \sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} = 0 \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m \end{array} \right.$$

Para abordar la situación de condicionalidad opcional de las restricciones (2) y (3), se debe reformular el problema para que se ajuste al formato estándar de programación lineal, en el que se deben cumplir todas las restricciones especificadas. Para esto se procede como sigue:

Sea

$$y_j = \begin{cases} 1 & \text{si el proyecto } j \text{ no se selecciona para su ejecución} \\ 0 & \text{si el proyecto } j \text{ se selecciona para su ejecución} \end{cases}$$

Es decir se incorporan n variables binarias adicionales al problema (donde n es la cantidad de proyectos diferentes que ofrece la inmobiliaria). La idea es que cuando un proyecto cualquiera, digamos el proyecto j , conviene ejecutarse, la segunda restricción del Modelo 1 se cumpla (para ese proyecto) y que la tercera restricción del *modelo 1* no se considere en la solución del problema (para ese proyecto). Para esto se utiliza un número M que es un número muy grande y se agrega en combinación a las variables y_j al lado derecho de las restricciones 2 y 3 del Modelo 1 de la siguiente forma:

$$\sum_{i=1}^n P_{ij}x_{ij} \geq b_j - M \cdot y_j \quad \text{Restricción 2'}$$

$$\sum_{i=1}^n P_{ij}x_{ij} \leq 0 + M(1 - y_j) \quad \text{Restricción 3'}$$

Obsérvese que estas restricciones son consistentes con el objetivo buscado, cuando el proyecto j se selecciona para su ejecución $y_j = 0$ y la restricción 2' se transforma en la restricción 2 del Modelo 1 y la restricción 3' deja de ser una restricción debido a que está exigiendo que el valor esperado de clientes que tenga el proyecto j no debe ser superior a un número muy grande M , lo cuál va a suceder siempre que M sea realmente grande. En el caso opuesto, aquel en que el proyecto j no se seleccione para su ejecución, $y_j = 1$, lo cuál hace que la *restricción 3'* se transforme en la *restricción 3* del Modelo 1 y por lo tanto la cantidad máxima de adeptos que se admite para ese proyecto es cero (obsérvese que debido a que tanto P_{ij} como X_{ij} son siempre positivos, da lo mismo cambiar el signo de igualdad por el signo menor o igual) y la restricción 2' deja de ser una restricción para la solución del problema debido a que exige que el valor esperado de clientes que tenga el proyecto j debe ser superior a un número muy pequeño ($b_j - M$), lo cuál va a suceder siempre que M sea realmente grande, o al menos mayor que b_j .

El modelo definitivo es el siguiente:

Modelo 2

$$\text{Máx } Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{ij} x_{ij}$$

S.a.

$$(1) \quad \sum_{j=1}^m x_{ij} \leq 1 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, n$$

$$(2) \quad \sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} \geq b_j - M \cdot y_j \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m$$

$$(3) \quad \sum_{i=1}^n P_{ij} x_{ij} \leq 0 + M(1 - y_j) \quad \text{para } j = 1, 2, \dots, m$$

donde x_{ij} y y_j son binarias para todo i, j

Este modelo de *programación lineal binaria* decide cuáles proyectos se deben ejecutar (cálculo de y_j) y otorga la asignación óptima de cada cliente a los diferentes proyectos seleccionados para su ejecución. Ambas cosas se realizan de manera de maximizar la *función objetivo* Z , que como ya se mencionó representa la cantidad esperada total de clientes (en un sentido probabilístico) que tendrá la inmobiliaria si se construyen los proyectos que el modelo indica⁷.

Otro aspecto fundamental es que, a su vez, el modelo determina cuál es el proyecto que mejor satisface los gustos y preferencias de cada persona, considerando las limitaciones existentes, ya que P_{ij} es mayor en la medida que el proyecto j cumpla de mejor forma los requerimientos del cliente i , y esto es independiente de que P_{ij} represente o no la probabilidad de adquisición (o sea es independiente de que k_i sea, o no, cercano a 1). Por supuesto que se puede dar la situación de que algunas personas no sean asignadas a ningún proyecto, esto ocurre cuando el indicador de adhesión P_{ij} es menor a 0.5 en todos los

⁷ Siempre que se cumpla el supuesto que afirma que los k_i son cercanos a 1.

proyectos seleccionados para su ejecución. A continuación se ilustra la utilización del modelo.

Ejemplo Ilustrativo

Con el propósito de “probar” el modelo de programación lineal binaria, a continuación se utiliza para resolver un problema hipotético pequeño.

Supongamos que la empresa decide operar sólo en las comunas de Providencia, Vitacura y Las Condes, otorgar la posibilidad de seleccionar superficies entre sólo dos rangos, digamos entre 80 m² a 100m² y entre 100 m² a 120m², y también otorga la posibilidad de que el edificio se construya cerca o lejos de locomoción.

La empresa ha analizado las diversas combinaciones posibles, y ha constatado que cada uno de esos proyectos es factible de materializar, siempre y cuando, tengan más de 3 adeptos esperados⁸

Desde que se habilitó la página por Internet se han recibido las preferencias de 10 clientes, las que se muestran en la Tabla 4:

Tabla 4: Preferencias Manifestadas

	Comuna	Importancia Comuna	Superficie	Importancia Superficie	Cercanía a locomoción	Importancia Cerc. Loc.
Cliente 1	Providencia	Imprescindible	80 m2 - 100m2	Imprescindible	Cerca	Imprescindible
Cliente 2	Las Condes	Irrelevante	80 m2 - 100m2	Importante	Lejos	Muy Importante
Cliente 3	Las Condes	Imprescindible	100 m2 - 120m2	Importante	Lejos	Importante
Cliente 4	Providencia	Importante	100 m2 - 120m2	Imprescindible	Cerca	Importante
Cliente 5	Las Condes	Irrelevante	80 m2 - 100m2	Poco Importante	Lejos	Imprescindible
Cliente 6	Las Condes	Importante	80 m2 - 100m2	Irrelevante	Cerca	Irrelevante
Cliente 7	Vitacura	Imprescindible	100 m2 - 120m2	Importante	Lejos	Poco Importante
Cliente 8	Vitacura	Muy Importante	80 m2 - 100m2	Irrelevante	Lejos	Irrelevante
Cliente 9	Las Condes	Poco Importante	100 m2 - 120m2	Imprescindible	Lejos	Imprescindible
Cliente 10	Providencia	Irrelevante	80 m2 - 100m2	Irrelevante	Lejos	Irrelevante

⁸ Tres adeptos es demasiado poco para una situación real, además, la cantidad mínima de personas esperadas podría variar en cada proyecto.

En base a la información entregada: ¿Cuáles proyectos se deberían ejecutar para satisfacer a la mayor cantidad de personas simultáneamente y maximizar la cantidad esperada de transacciones que realizará la empresa?

Nota: Cada cliente asignó una importancia a sus elecciones según las siguientes categorías: Irrelevante, Poco Importante, Importante, Muy Importante, Extremadamente Importante.

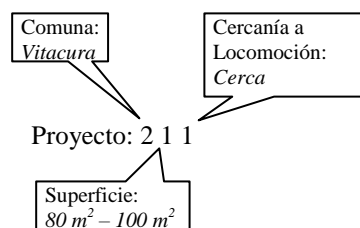
Solución:

Primero se debe observar que existen tres atributos: *Comuna*, *Superficie* y *Cercanía a Locomoción* cada uno de los cuales puede tomar 3, 2, y 2 valores respectivamente, por lo tanto existen $3 \cdot 2 \cdot 2 = 12$ proyectos diferentes o combinaciones factibles (si no fuera así se deben descartar las no factibles y proceder de la misma forma). Esto significa que la matriz *P* tiene 12 columnas, cada una representa un proyecto particular. No interesa el orden en que se coloquen los proyectos, pero es importante, poder identificar a que proyecto corresponde cada columna. Para esto, cada proyecto se designará por un número de tres dígitos, y cada dígito representará el valor que toma el atributo *Comuna*, *Superficie* y *Cercanía a Locomoción* respectivamente según la nomenclatura de la Tabla 5.

Tabla 5: Nomenclatura

Comuna	1	Providencia
	2	Vitacura
	3	Las Condes
Superficie	1	80 m ² - 100m ²
	2	100 m ² - 120m ²
Cercanía a Locomoción	1	Cerca
	2	Lejos

Ejemplo:



Por ejemplo, el proyecto “211” corresponde a un edificio en Vitacura, cerca de locomoción, con departamentos cuyas superficies fluctúan entre 80 m² y 100m².

Cada cliente, además de manifestar su preferencia en cada atributo, le asignó una importancia según las alternativas: *Irrelevante*, *poco importante*, *importante*, *muy importante* e *imprescindible*. A cada una se le asignó un número, según muestra la Tabla 6.

Tabla 6: Importancias

	Número
Irrelevante	0,00
Poco Importante	0,25
Importante	0,50
Muy Importante	0,75
Imprescindible	1,00

Con esto es posible calcular la matriz P y P^o . Sobre cada columna se especificó, según la nomenclatura explicada, el proyecto al cuál corresponde, y se numeraron correlativamente para mejor referencia. De esta manera, por ejemplo, el proyecto “211” lo llamaremos Proyecto 5.

Al lado de cada fila se colocó la preferencia manifestada por cada cliente, según las mismas reglas de enumeración.

Matriz P^o

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		111	112	121	122	211	212	221	222	311	312	321	322
Ciente 1	112	100%											
Ciente 2	211	25%	100%	13%	50%	25%	100%	13%	50%	25%	100%	13%	50%
Ciente 3	322									25%	50%	50%	100%
Ciente 4	122			100%	50%			50%	25%			50%	25%
Ciente 5	221		100%		75%		100%		75%		100%		75%
Ciente 6	311	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	100%	100%	100%	100%
Ciente 7	221					38%	50%	75%	100%				
Ciente 8	212	25%	25%	25%	25%	100%	100%	100%	100%	25%	25%	25%	25%
Ciente 9	322				75%				75%				100%
Ciente 10	211	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Matriz P

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		111	112	121	122	211	212	221	222	311	312	321	322
Cliente 1	112	100%											
Cliente 2	211		100%		50%		100%		50%		100%		50%
Cliente 3	322										50%	50%	100%
Cliente 4	122			100%	50%			50%				50%	
Cliente 5	221		100%		75%		100%		75%		100%		75%
Cliente 6	311	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	100%	100%	100%	100%
Cliente 7	221						50%	75%	100%				
Cliente 8	212					100%	100%	100%	100%				
Cliente 9	322				75%				75%				100%
Cliente 10	211	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
E(clientes)		2,50	3,50	2,50	4,00	2,50	5,00	3,75	5,50	2,00	4,50	3,00	5,25

La solución del problema utilizando el Modelo 2 es la siguiente⁹:

Matriz X

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		111	112	121	122	211	212	221	222	311	312	321	322
Cliente 1	112												
Cliente 2	211												1
Cliente 3	322												1
Cliente 4	122							1					
Cliente 5	221												1
Cliente 6	311												1
Cliente 7	221							1					
Cliente 8	212							1					
Cliente 9	322												1
Cliente 10	211							1					

En la matriz siguiente, cuyos elementos quedan definidos por el producto: $x_{ij} \cdot p_{ij} = l_{ij}$ (que se llamará *matriz L*) se observan mejor los resultados:

Matriz L

⁹ Estos resultados fueron obtenidos utilizando la herramienta Solver de MS Excel. Se omiten los ceros para mayor claridad

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		111	112	121	122	211	212	221	222	311	312	321	322
Ciente 1	112												
Ciente 2	211												50%
Ciente 3	322												100%
Ciente 4	122							50%					
Ciente 5	221												75%
Ciente 6	311												100%
Ciente 7	221							75%					
Ciente 8	212							100%					
Ciente 9	322												100%
Ciente 10	211							100%					
E(clientes)								3,25					4,25

Los proyectos que se deben ejecutar son el 7 y el 12, el proyecto 7 está ubicado en Vitacura posee una superficie entre 100 m² - 120m² y está cerca de locomoción, y tiene 3,5 clientes esperados. En cambio, el proyecto 12, está ubicado en Las Condes y lejos de locomoción, tiene la misma superficie. El valor esperado total de clientes es 7,5 personas.

Observaciones:

Al observar los E_j se podría pensar que el mejor proyecto a ejecutar es el 8, con $E_8 = 5,5$ personas, es decir con la mayor cantidad esperada de clientes. Esto sólo es correcto en caso que, por alguna razón, se quiera ejecutar un solo proyecto (o si la empresa hubiese constatado, que la ejecución de los proyectos, requieren, como mínimo, una gran cantidad de adeptos esperados, que en este ejemplo podría ser 5 o 4, pero si la empresa se rige por las limitaciones planteadas (construir proyectos que tengan como mínimo 3 adeptos esperados) conviene descartar el proyecto 8 en beneficio de la maximización global de proyectos a realizar, obsérvese que cuando se decide ejecutar un proyecto algunos de sus adeptos dejan de estar disponibles para los demás.

En efecto, supongamos que no se realizaran los proyectos que propone el modelo, y en cambio se decidiera ejecutar los dos proyectos con la mayor cantidad de adeptos, o sea los proyectos 8 y 12. Es evidente que, por ejemplo, el cliente 6 preferirá el proyecto 12, en vez del 8, pues cumple íntegramente sus requerimientos (Está en Las Condes en vez de Vitacura, y es importante (0.5), según manifestó). Como este cliente a lo más elegirá un

proyecto, dejará de estar disponible para el proyecto 8 (o para cualquier otro), entonces el proyecto 8 deja de tener 5.25. En consecuencia, la cantidad de adeptos esperados de cada proyecto cambia según los proyectos que se preseleccionen, es decir existe una interrelación compleja con el indicador E_j . Si se quisiera encontrar la asignación óptima a través del indicador E_j habría que recalcularlo continuamente (después de cada asignación) y la solución sería demasiado engorrosa, además sería necesario probar diferentes selecciones de proyectos y sería extremadamente difícil encontrar la solución óptima, con ese método. En cambio, el modelo planteado de Programación Lineal Entera, permite plantear el problema de manera simple, y resolverlo con un software, además, encuentra la solución global, de manera estructurada y eficiente

Como segunda observación nótese que el problema descrito presenta dos casos extremos: El cliente 1 asignó a todos los atributos una importancia máxima, lo cuál significa que para él es indispensable que sus requerimientos se cumplan cabalmente, no está dispuesto a ceder en nada. Esto hace que sea más difícil concretar un negocio con él y, de hecho, los resultados indican que no conviene hacerlo. Por supuesto, en el proyecto que él seleccionó, aparece con una probabilidad de 100%, y para todos los demás, con una probabilidad de 0%.

Por el contrario, el cliente 10 asignó a todos los atributos una importancia 0 (Irrelevante), lo cuál significa que a ésta persona le da lo mismo cualquier proyecto, las preferencias manifestadas no tienen importancia. Esto hace que sea muy fácil concretar un negocio con él, de hecho cualquiera sean los proyectos seleccionados para su ejecución esta persona será asignada a alguno de ellos. Por supuesto, el modelo 2 se preocupa de asignarla al que más le convenga a la empresa. Esto es, el proyecto 7. Por supuesto, aparece en todos los proyectos con una probabilidad de un 100%.

Obsérvese que el cliente 10 fue asignado al proyecto 7, y no al proyecto 12, a pesar de que para ambos tenía una probabilidad de un 100%. ¿Por qué? La razón es que si se hubiese asignado al proyecto 12, el proyecto 7 habría pasado a tener sólo 2,25 adeptos esperados, es decir menos de la cantidad mínima exigida por la empresa. En ese caso, el proyecto 4 no habría podido ser ejecutado y se habrían tenido que reasignar sus clientes.

¿Qué pasaría con los resultados si la cantidad mínima de clientes fuera 4 clientes?

En ese caso la matriz L (definida por: $l_{ij} = x_{ij} \cdot p_{ij}$) sería:

Matriz L ($b_j = 4$, para todo j)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		111	112	121	122	211	212	221	222	311	312	321	322
Ciente 1	112												
Ciente 2	211								50%				
Ciente 3	322												
Ciente 4	122												
Ciente 5	221								75%				
Ciente 6	311								50%				
Ciente 7	221								100%				
Ciente 8	212								100%				
Ciente 9	322								75%				
Ciente 10	211								100%				
E(clientes)										5,50			

En este caso convendría realizar sólo el proyecto 8. Obsérvese que el valor esperado total de clientes Z, disminuye de 7,5 a 5,5 personas.

¿Y si la cantidad mínima fuera 2?

En este caso la Matriz L resulta ser:

Matriz L ($b_j = 2$, para todo j)

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		111	112	121	122	211	212	221	222	311	312	321	322
Ciente 1	112	100%											

Ciente 2	211									100%		
Ciente 3	322											100%
Ciente 4	122						50%					
Ciente 5	221									100%		
Ciente 6	311									100%		
Ciente 7	221						75%					
Ciente 8	212						100%					
Ciente 9	322											100%
Ciente 10	211	100%										
E(clientes)		2,00					2,25			3,00		2,00

Los proyectos óptimos a realizar son el 1, 7, 10 y 12. Obsérvese que en este caso, sí fue posible asignar al cliente 1 y se alcanza un valor esperado total de clientes mucho mayor, esto es $Z = 9,25$

Como era de esperar, en la medida que disminuyen las cantidades mínimas de clientes esperados (b_j), exigidos por la empresa, mayor es el valor esperado total de clientes Z , que se alcanza.

Complejidad del problema

Existe una gran cantidad de software capaces de resolver problemas de *Programación Lineal Binaria*, los cuales incorporan las más recientes y avanzadas técnicas de solución, a pesar de esto y de la disponibilidad de computadores extremadamente rápidos surgen ciertas complicaciones.

Puede parecer que los problemas de *programación lineal binaria* son relativamente fáciles de resolver. Después de todo, los problemas de *programación lineal* (no binaria) se pueden resolver de una manera bastante eficiente, y la única diferencia es que la *programación lineal binaria* tiene mucho menos soluciones que considerar. De hecho está garantizado que estos problemas con una región factible acotada tienen sólo un número *finito* de soluciones factibles.

Por desgracia, existen dos falacias en este tipo de razonamiento. Una es que tener un número finito de soluciones factibles asegure que el problema se puede resolver. Los números finitos pueden ser astronómicamente grandes. Por ejemplo considere el ejemplo resuelto anteriormente. Este tiene 132 variables, por lo tanto $2^{132} \approx 5,44 \cdot 10^{39}$ soluciones que se deben tomar en cuenta (donde algunas de estas soluciones se deben descartar por violar las restricciones del problema). Entonces, cada vez que la cantidad de variables se aumenta en 1, el número de soluciones se duplica. Este patrón se llama *crecimiento exponencial* de la dificultad del problema. Por este motivo, aún las computadoras más eficientes son incapaces de realizar una enumeración exhaustiva (que verifique la factibilidad de cada solución y que calcule el valor de la función objetivo). Sin embargo, los actuales algoritmos son extremadamente eficientes, de hecho el problema resuelto sólo demoró unos cuantos segundos en resolverse (entre 3 y 6 segundos aproximadamente en un Pentium III de 800 MHz).

La segunda falacia es que al eliminar algunas soluciones factibles (las no enteras) de un problema de *Programación Lineal* (no binaria) será más fácil resolverlo. Por el contrario, sólo cuando todas estas soluciones factibles están ahí se puede garantizar que existe una solución factible en el vértice (y por ende la solución básica factible correspondiente) que es óptima para el problema completo. Esta garantía es la clave de la extraordinaria eficiencia del método simplex. Como resultado, en general es mucho más sencillo resolver los problemas de *programación lineal* que los de *programación lineal entera*.

Breve Reseña Histórica

La Programación Lineal Binaria ha sido un área emocionante de Investigación Operacional durante los últimos años por los dramáticos adelantos hechos en su metodología de solución.

A fines de la década de 1960 y principios de la de 1970 hubo un cambio grande con el desarrollo y refinamiento del enfoque de ramificación y acotamiento. Después todo siguió igual; se podían resolver en forma muy eficiente problemas relativamente pequeños (muy por debajo de las 100 variables) pero aún un pequeño aumento en el tamaño del

problema podía causar una explosión en el tiempo de cálculos más allá de los límites factibles. Se hacían pocos progresos para vencer este crecimiento exponencial en el tiempo de computación cuando el tamaño del problema aumentaba. Muchos problemas importantes que surgían en la práctica no se podían resolver.

Más tarde llegó el siguiente cambio, a mediados de la década de 1980, según se publicó en cuatro artículos en 1983, 1985, 1987, 1991. En el artículo de 1983, Harlan Crowder, Ellis Jonson y Manfred Padberg presentaron un nuevo enfoque algorítmico para resolver problemas de Programación Lineal Binaria que había resuelto con éxito problemas sin una estructura especial aparente, con hasta 2.756 variables. Este artículo ganó el Lancaster Prize otorgado por la Operations Research Society of America a la publicación más notable en Investigación de Operaciones durante 1983. En el artículo de 1985, Ellis Johnson, Michael Kostreva y Uwe Suhl refinaron este enfoque algorítmico.

En el artículo de 1991, Karla Hoffman y Manfred Padberg siguieron el trabajo de los artículos de 1983 y 1985 desarrollando técnicas mejoradas para resolver problemas de *Programación Lineal Binaria*. Bajo el nombre de *ramificación y acotamiento* para este enfoque algorítmico, reportaron haber logrado resolver con éxito problemas de hasta 6.000 variables.

Sin embargo, se debe considerar que la complejidad de un problema de *Programación Lineal Binaria* no sólo viene dado por la cantidad de variables que posee, sino que también influye fuertemente la densidad de la matriz que da lugar a las restricciones. Una matriz poco densa (con pocos valores distintos de cero) da lugar a problemas que son mucho más fáciles de resolver con los algoritmos actuales.

En el presente trabajo esta matriz corresponde a la matriz P , la cuál disminuye su densidad en la medida que se utilice una mayor *Probabilidad Mínima* según se discutió en la sección: Adhesión v/s Probabilidad de Compra de la página 55. En consecuencia, mientras se decida no ofrecer proyectos a personas con un *grado de adhesión* P_{ij} inferior a un límite alto, más fácil será (para el computador) encontrar la asignación óptima posible.

Dimensión del Problema

Si en un determinado instante de tiempo la encuesta hubiese sido contestada por n personas y la empresa otorgara la posibilidad de seleccionar *Variables de Diseño General* que den origen a un total de m proyectos factibles diferentes, el problema a resolver tendría las siguientes dimensiones:

- Cantidad de variables: $m \cdot (n + 1)$
- Cantidad de restricciones: $n + 2 \cdot m$

Se puede observar que la cantidad de variables podría llegar a ser muy grande para valores grandes de m y n , inclusive imposible de resolver con los algoritmos actuales en los computadores actuales, sin una interconexión de computadores. Esta es una limitación importante del modelo desarrollado. Posiblemente en problemas grandes habría que conformarse con soluciones parciales que se aproximen a la solución global.

Una manera de hacer esto sería, por ejemplo, plantear y resolver problemas independientes por cada comuna. Esto sería equivalente a asumir que todos los clientes asignan una importancia máxima a este atributo.

Interconexión de Computadores en problemas de optimización

Una manera factible de resolver grandes problemas de optimización es a través de un trabajo conjunto de muchos computadores distribuidos a lo largo del mundo y conectados a través de Internet. El mecanismo consiste en la descomposición del problema, en el que cada computador aborda una parte del mismo. Es así, como casos extremadamente difíciles se han podido resolver en tiempos razonables. Por ejemplo, el año 2000 se logró resolver un problema que requería 9.700 horas de CPU, más de un año de procesamiento continuo en sólo 170 horas reales, es decir, unos 7 días.

Actualmente, existen sitios en Internet que permiten resolver grandes modelos de optimización en forma remota, donde se envía el problema al sitio, y luego se recibe de regreso la solución óptima del problema. Estos sitios utilizan en la actualidad el concepto de metacomputador, que consiste en un cluster de computadores interconectados, distribuidos geográficamente, que pueden incluir desde supercomputadores (computadores

con gran velocidad de procesamiento) hasta computadores personales comunes. La idea, de estos sitios, es aprovechar el tiempo de ocio de muchos computadores que tienen un nivel medio de uso bajo.

El gran prototipo de de estos sitios es *Network Enabled Optimization System* conocido como Neos y cuya página es <http://www-neos.mcs.anl.gov> (nótese que tiene un guión en vez de un punto después de las www)

Otra referencia interesante es *Institute for Operations Research and Management Sciences*, cuya página web es <http://www.informs.org/Resources/>

Cantidad Mínima de Unidades por Proyecto

La cantidad de clientes que se requerirán para poder materializar cada opción particular dependerá de varios factores. Primero se debe conocer la densidad máxima que exige la municipalidad en la cuál se ubicaría el proyecto y cerciorarse que no se exceda esta cantidad, se debe considerar también la preferencia de los clientes ya que éstos podrían asignarle una alta importancia a que el proyecto posea un máximo de pocas unidades. Por último, si no se tienen restricciones de tipo municipal ni de preferencias, se debe considerar la aversión al riesgo de la sociedad que ejecute el proyecto. Suponga el caso de una alternativa de proyecto que permite construir 40 unidades de departamentos y que hasta el momento sólo se cuenta con 15 interesados cuyas preferencias de *Variables de diseño general* coinciden, la sociedad podría aventurarse a comprar el respectivo terreno y comenzar a elaborar un anteproyecto de 40 departamentos, pensando en que antes que el avance de la construcción permita comenzar las terminaciones del edificio, se habrán incorporado los compradores faltantes. En este caso la sociedad asume el riesgo de no lograr conseguir los consumidores faltantes pero ya tendrá asegurada gran parte de la inversión. Otra alternativa de la sociedad es esperar, para cada proyecto, que se junte la totalidad de los clientes, en este caso probablemente se deberán ejecutar proyectos pequeños.

Evaluación Económica

Reiteradamente se ha mencionado que los actuales modelos de gestión inmobiliaria dan origen a stock extremadamente altos. El Stock demanda capital, que al prolongarse en el tiempo da origen a costos financieros que deben soportar las inmobiliarias. Desde el punto de vista de la evaluación o flujo de caja, este efecto se refleja en la necesidad de invertir una mayor cantidad de Capital de Trabajo. Este tema será tratado más adelante en la sección Capital de Trabajo de la página 103, por ahora se describirán los costos asociados a un proyecto inmobiliario en particular.

Costos Directos de un Proyecto

Terreno

El precio de un terreno depende de varios factores, como la ubicación, superficie, calidad del suelo, su pendiente, los usos permitidos (esto se relaciona con la ubicación), su constructibilidad, su propensión a inundaciones, el entorno, los accesos, etc.

El costo del terreno representa una alta proporción de los costos totales de un proyecto inmobiliario, por lo cuál, en las metodologías tradicionales de gestión, se le presta mucha atención, inclusive hay quienes afirman que la clave para el éxito de un proyecto está precisamente en una acertada elección de este.

Adicionalmente, hay que considerar que independientemente de que un determinado terreno constituya o no una buena alternativa para desarrollar un proyecto, éste puede representar un porcentaje extremadamente variable respecto al costo total del proyecto. Así por ejemplo, para el caso de la construcción de una gran torre que se construye sobre un pequeño terreno (con alta constructibilidad), el terreno puede representar un 15% del costo total, en cambio, para otro proyecto puede representar hasta un 70% o más.

Todo lo anterior plantea una aparente dificultad al momento de estimar el monto de las inversiones en terrenos para realizar la evaluación de la metodología planteada.

A continuación se muestra el precio promedio por unidad de superficie de las diferentes comunas, según el informe que publicó la Cámara Nacional de Servicios Inmobiliarios A.G. (ACOP) relativo al período Enero-Marzo 2003.

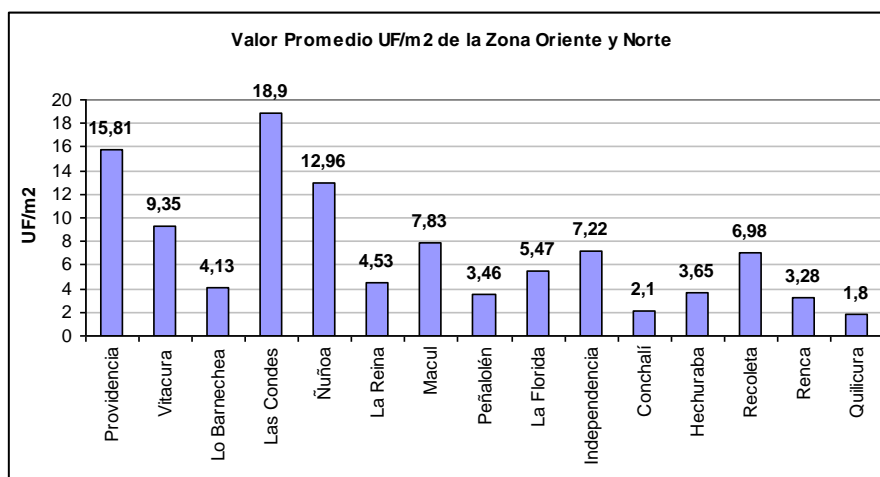


Gráfico 15. Fuente: Cámara Nacional de Servicios Inmobiliarios A.G.

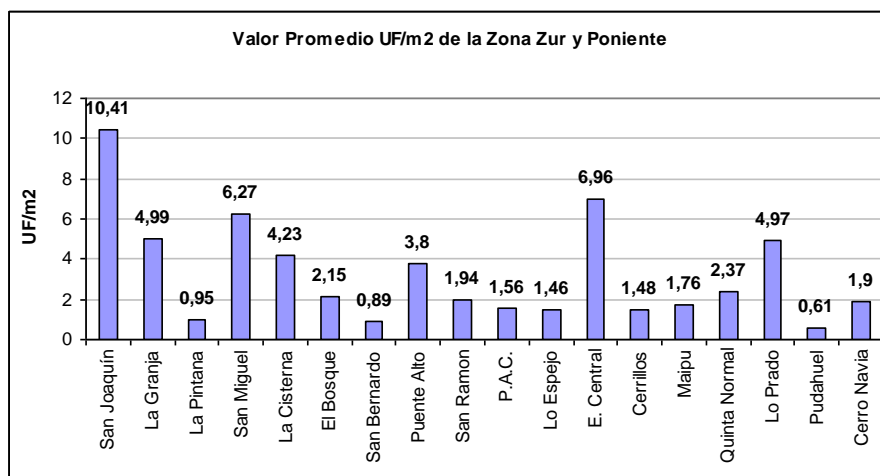


Gráfico 16 Fuente: Cámara Nacional de Servicios Inmobiliarios A.G.

Estos gráficos dejan de manifiesto la alta variabilidad en el precio de los terrenos dependiendo de su ubicación, y considérese que se trata de valores promedio, los que tienden a disimular la variabilidad real que existe entre terrenos individuales, así por ejemplo, para la comuna de Vitacura, si bien el promedio es de 9,35 UF/m², el terreno con

el precio más bajo que conforma la muestra es de 1,8 UF/m², y el más alto de 27 UF/m². Para el caso de Las Condes el promedio es de 18,49 UF/m² pero el más alto es de 70 UF/m², obsérvese ahora que el terreno con precio más bajo de Vitacura representa un 1,7% del precio más alto de Las Condes, y nótese que son comunas relativamente parecidas.

Adicionalmente a lo anterior consideremos que en la metodología planteada se pretende permitir al cliente que seleccione la ubicación de su vivienda, y no sería sensato suponer que éstos tenderán a seleccionar terrenos cuyo precio se encuentre en un determinado rango, o tratar de inferirlo de algún modo, ya que la esencia de la metodología consiste en “dejarse llevar” por las preferencias manifestadas por los clientes durante su ejecución.

Para resolver este aparente conflicto es necesario analizar las motivaciones de cada metodología, para lo cuál se requiere contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué las inmobiliarias, bajo la actual metodología de gestión, se esfuerzan tanto en encontrar terrenos atractivos?
2. ¿Cuál es el objetivo en ambos tipos de metodologías?

Un terreno atractivo se podría definir como aquel que da lugar a proyectos con rentabilidades que se encuentran sobre el promedio de la industria, es decir, aquel que se presenta como una oportunidad, al menos aparente, para desarrollar un determinado tipo de inmueble (vivienda, oficina, locales comerciales, estacionamientos, etc.), pero ¿Cómo es posible que existan estos tipos de terrenos? ¿No cabría esperar que estas oportunidades atraigan inversiones que incrementen la demanda por dichos terrenos, que a su vez, induzcan un aumento del precio hasta equilibrar las rentabilidades y oportunidades?

Lo anterior sucede en cierta medida, pero no elimina en absoluto la existencia de oportunidades temporales, como sucedería en un mercado perfecto. En dicho caso, con perfecta información y sin incertidumbre, quienes desarrollan proyectos inmobiliarios conocerían con certeza el precio de venta de las viviendas que se construyan sobre un determinado terreno cuando salgan a la venta, así como también la velocidad de venta de las mismas. En consecuencia, podrán conocer con precisión la rentabilidad que les retribuirá desarrollar un determinado proyecto en ese sitio. Si esta rentabilidad fuera mayor

que otras alternativas, y considerando que existe perfecta información, todas las inmobiliarias estarían al tanto y dispuestas a materializar un proyecto en ese sitio, una mayor oferta por el sitio inducirá a su dueño a subir el precio, tanto como sea posible, y el máximo precio que las inmobiliarias estarían dispuestas a pagar por el terreno sería aquel que convierta al proyecto en uno con rentabilidad igual al de la industria.

Lo mismo, pero en sentido inverso, sucedería si el dueño de un terreno tiene sobrevalorado su terreno, es decir, le asignara un precio sustancialmente mayor al que debería tener para dar origen a proyectos rentables que atraigan a las inmobiliarias. En este caso, no existirá ninguna inmobiliaria interesada en comprar el terreno, por lo que el dueño se verá obligado a bajar el precio hasta un monto que de origen a proyectos cuya rentabilidad sea igual a la de la industria.

Como ya se señaló, lo anterior sucede en cierta medida, de hecho esta es la manera en que se establece el precio de los terrenos, cuyos valores se muestran en los gráficos precedentes, pero en el mercado real no existe información perfecta ni certidumbre, en consecuencia, se generan oportunidades. Un factor que contribuye a la existencia de imperfecciones es la habilidad de las empresas para seleccionar el producto adecuado a construir en un determinado sitio. Así por ejemplo, un sitio puede ser una gran oportunidad para la construcción de un centro comercial o un edificio de estacionamientos, pero un fracaso para viviendas unifamiliares. Esto puede suceder no sólo para diferencias tan extremas, de hecho, si se opta por construir viviendas, existe una gran variedad de posibles variantes, como el nivel de terminaciones, la distribución, cantidad de estacionamientos, tipo de colección y muchísimos otros que no tiene sentido seguirlos enumerando, que tienen incidencia directa en la rentabilidad del proyecto. En consecuencia, el precio del terreno se debe determinar según la rentabilidad del mejor uso alternativo y considerando que ese mejor uso no es fácilmente identificable, se dificulta el proceso de fijación del precio del terreno.

En la práctica se producen oportunidades, y es ésta es la razón por la cuál las inmobiliarias se esfuerzan tanto en encontrar terrenos atractivos, no es extraño encontrar quienes afirman que el éxito de un proyecto está condicionado por el terreno. En consecuencia, lo que buscan las inmobiliarias bajo el actual modelo de gestión, es obtener

ganancias superiores al promedio de la industria que provengan de esas oportunidades que se producen. De aquí se puede desprender que las inmobiliarias no sólo buscan obtener ganancias derivadas del valor agregado por concepto de construcción, sino que también buscan una ganancia de capital como consecuencia de revender el terreno.

Cabe señalar que la identificación de estas oportunidades es extremadamente difícil, sólo eso explica la alta variabilidad en la rentabilidad real de los proyectos en relación al promedio de la industria, si bien existen proyectos muy exitosos también existen proyectos muy malos, que en algún momento generaron grandes expectativas en quienes los promulgaron, en consecuencia el proceso es riesgoso y poco confiable.

La naturaleza del negocio propuesto no es compatible con esta estrategia, los terrenos en los que se realizarán los proyectos dependerán, exclusivamente, del análisis de preferencias manifestadas por los clientes, en consecuencia debemos tener claro que el objetivo de la empresa es vender superficie construida, intentando satisfacer de la mejor forma posible las necesidades, gustos y preferencias del cliente. Las características del terreno, no son más que otra característica de diseño elegible por el cliente, en consecuencia el negocio está en la venta de superficie construida, y no en la reventa de terrenos.

Supóngase el caso de dos personas, la primera requiere la construcción de una casa de 210m^2 en un terreno de 400m^2 ubicado en Las Condes y la segunda, también requiere la construcción de una casa de 210m^2 pero en un terreno de 250m^2 ubicado en Peñalolén. El terreno de Peñalolén puede costar 750UF (considerando 3 UF/m^2), en cambio el de Las Condes puede costar fácilmente 10.000UF (considerando 25 UF/m^2), es decir, más de 13 veces más. En ambos casos se está construyendo 210m^2 , por lo tanto, el trabajo que debe realizar la inmobiliaria es el mismo, a la inmobiliaria no le sale más caro construir en una comuna o en otra, ni construir en un terreno más o menos grande. La única diferencia es la necesidad de destinar mayores recursos al principio para la compra del terreno. ¿Deberían ser mayores las ganancias para el caso del terreno en Las Condes? Si quisiéramos conseguir una ganancia de capital como consecuencia de revender el terreno la respuesta sería afirmativa, si nos enfocamos en nuestro verdadero producto que es la superficie construida, nuestras ganancias deberían ser las mismas, independientemente de las preferencias del cliente concernientes al terreno.

Según lo explicado se puede inferir que el objetivo de ambos tipos de metodologías son distintos, la tradicional intenta encontrar oportunidades de negocios cuyas rentabilidades se encuentren sobre el promedio de la industria (sin conocer realmente las preferencias de sus clientes, y equivocándose en muchas oportunidades), en cambio, la propuesta intenta satisfacer lo mejor posible al cliente y obtener una rentabilidad que sea suficiente para sustentarse económicamente, y que provenga del valor realmente agregado, que es la superficie construida.

¿Qué sucedería si el presupuesto que se entrega al cliente resulta mayor al precio de mercado del sector?

La industria inmobiliaria tiene la característica de poseer una oferta que reacciona con gran lentitud, debido al tiempo que requiere el desarrollo de un proyecto y a la incapacidad de trasladar los productos desde otras localidades. En consecuencia en la práctica se observa que algunas localidades cuentan con una sobre oferta de un determinado tipo de vivienda (en relación a la demanda, que varía sorpresivamente) y otras con un déficit, lo que a su vez afecta la rentabilidad de dichos proyectos.

Lo anterior, junto a otros posibles motivos, conlleva a que existan determinados lugares donde no es rentable desarrollar proyectos. Si un cliente solicitara la construcción de su vivienda en un lugar como este, y se confecciona el presupuesto de tal modo que retribuya utilidades, es muy probable que el precio que se entregue supere el precio de mercado en esa localidad y el cliente no estará dispuesto a realizar la compra.

Más adelante, en la sección Ingresos de la página 94, se explica la forma en que se debe calcular el precio de una vivienda para que el terreno no tenga incidencia en la rentabilidad del proyecto. Sin embargo, a pesar de esto, igual se requiere tener una estimación de los recursos que deberá mantener la empresa para los efectos de la adquisición de terrenos. Para esto se requiere una estimación del precio promedio del terreno por unidad de superficie construida $\left(\frac{T}{Q}\right)$, por ejemplo para el caso de un proyecto de 15 viviendas de $140m^2$ ubicado en Las Condes que se desarrolle en un terreno de $5.000m^2$ con un valor de $8UF/m^2$, este indicador será:

$$\left(\frac{r}{Q}\right) = \frac{5.000 \cdot 8}{140 \cdot 15} = 19,05 \frac{UF}{m^2}$$

Lo cuál significa que por cada metro cuadrado construido se debe incurrir en un gasto en terreno de 19,05 UF, y, si el costo de construcción fuera de 14 UF/m², que es el costo que se considera en esta tesis para los efectos de evaluación, el gasto en terreno representaría un $\frac{19,05}{14} = 136,05\%$ del costo de construcción.

Este indicador es de gran importancia en la industria, ya que los terrenos tienen diferentes constructibilidades, por lo que es importante conocer el costo del terreno por unidad de superficie construida o vendible. Un terreno con una alta constructibilidad es aquel en que se puede construir una mayor superficie por cada unidad de superficie del terreno, en general se define:

$$\text{Constructibilidad} = \frac{\text{Superficie Construible}}{\text{Superficie del Terreno}}$$

La constructibilidad máxima queda determinada por las regulaciones que afectan al terreno, y se encuentran especificadas en el Certificado de Informaciones Previas, que puede ser solicitado a la municipalidad correspondiente. La relación entre el indicador $\left(\frac{r}{Q}\right)$ y la constructibilidad es la siguiente:

$$\left(\frac{r}{Q}\right) = \frac{\text{Precio Terreno Unitario}^{(10)}}{\text{Constructibilidad}}$$

Por supuesto, este indicador puede cambiar mucho para diferentes casos, sin embargo, desde el punto de vista de la evaluación de la metodología planteada, esto no es relevante, ya que no tendrá una incidencia significativa en el VAN del proyecto. En la evaluación se utilizará:

¹⁰ El Precio Terreno Unitario se refiere al precio de un terreno por unidad de superficie, por ejemplo UF/m²

$$\left(\frac{T}{Q}\right) = 19,05 \frac{UF}{m^2}$$

Costos de Construcción:

Como ya se explicó, existen diferentes tipos de contratos de construcción, se explicaron sus ventajas y desventajas, para finalmente optar por el de *Administración Delegada*, debido a que demanda menores honorarios y no genera incentivos para disminuir la calidad. Además, es el que elimina los eventuales conflictos que se puedan generar como consecuencia de las características del modelo de negocios propuesto. Por supuesto, es fundamental la seriedad de la empresa constructora elegida y que sus procesos constructivos y uso de recursos se encuentren sobre de la *Frontera Eficiente de Producción*.

El costo de construcción se expresa habitualmente en relación a la superficie edificada, por ejemplo en UF/m^2 , el cuál, para viviendas, normalmente fluctúa entre 10 UF/m^2 y 18 UF/m^2 , dependiendo fundamentalmente de la calidad de las terminaciones. En lo que sigue de esta tesis, el costo promedio de construcción por unidad de superficie se designará por C.

Los clientes tendrán la posibilidad de elegir cualquier nivel de terminaciones, pero para guiar o facilitar este proceso de elección se considera, dentro de la inversión, la construcción de tres viviendas piloto con niveles de terminaciones que den origen a viviendas, cuyo costo de construcción, sea de 12 UF/m^2 , 14 UF/m^2 y 16 UF/m^2 . La idea es que el cliente seleccione uno de esos tres niveles de terminaciones y luego le haga las modificaciones que estime convenientes. Se espera que el nivel promedio esté en torno a $C = 14 UF/m^2$, por lo que se utilizará este valor en la evaluación.

Un factor extremadamente importante a considerar para que los costos no aumenten excesivamente como consecuencia de la posibilidad de selección de terminaciones, es establecer las reglas y procesos que permitan disponer de los materiales a tiempo, de tal forma que los obreros o trabajadores puedan desarrollar su trabajo sin interrupciones, tal como lo harían si todas las viviendas fueran iguales.

Honorarios Profesionales:

La materialización de un proyecto habitacional requiere la intervención de los siguientes profesionales:

- *Constructor*: es el Ingeniero a cargo de la construcción, cuyos honorarios, para el caso del sistema por administración delegada son un 8% del costo de construcción, y se paga conforme al avance constructivo. En consecuencia los honorarios por unidad de superficie construida serán $0,08 \cdot C$. Donde C corresponde al costo de construcción promedio por unidad de superficie.
- *Ingeniero Civil Estructural*: Es el responsable de realizar los cálculos estructurales. Sus honorarios son de $0,09 \text{ UF/m}^2$, y se paga conforme al avance constructivo. En consecuencia corresponden a un porcentaje del $0,09 \text{ UF/m}^2 / C$ sobre el costo de construcción. Así, por ejemplo para $C = 14 \text{ UF/m}^2$, este honorario corresponde al 0,643% del costo de construcción.
- *Arquitecto*: Es el responsable del diseño de la vivienda. Para el caso de la metodología planteada, su trabajo consistirá en asistir al cliente a través del proceso de diseño, confeccionar los planos y monitorear la construcción. Sus honorarios corresponden al 4% del costo de construcción, y se paga por etapas, según las pautas orientativas que enuncia la asociación de oficinas de arquitectura (AOA). Para mayor referencia en el Apéndice de la página 165, se muestran los *Derechos y Obligaciones Contractuales para Arquitectos* que formula esta entidad.
- *Abogado*: Presta la asesoría legal relativa a las ventas, lo cuál incluye la redacción y revisión de las promesas de compraventa, las escrituras, las inscripciones en el Conservador de Bienes Raíces, y otros trámites. Sus honorarios son de un 1% sobre el costo de construcción.
- *Corredor Propiedades*: Corresponde a toda la gestión relativa a las ventas que realizan corredores de propiedades, que incluye la atención de clientes, la gestión de tramitación de créditos, y otras funciones necesarias para llevar

a cabo las ventas. Sus honorarios son de un 1,2% sobre el costo de construcción, más una comisión que se cobra al comprador.

Publicidad

Ya se ha explicado que cuando un proyecto tenga una cantidad suficiente de adeptos, éste debe ser “Potenciado” de manera de poder reunir a los clientes faltantes. Dentro de las estrategias propuestas para lograrlo se consideran ciertos descuentos especiales para aquellos clientes que logren incorporar a algún cliente nuevo. Otra manera será promoviéndolo a través de la página Web de la empresa, anunciándolo en programas de televisión especializados, como “El Pabellón de la Construcción”, publicándolos en periódicos o revistas, como Vivienda y Decoración de El Mercurio y repartiendo folletos o trípticos. Todas estas acciones se deben realizar en concordancia a un plan de marketing global de la empresa.

En los actuales modelos de gestión, los gastos publicitarios se prolongan durante todo el período de ventas. Para el caso del modelo de negocios propuesto este gasto se prolongará sólo hasta completar el proyecto y poder ejecutarlo, pero esto no significa, necesariamente, que serán menores.

Dentro de los costos fijos de la empresa se consideran los gastos administrativos del departamento de marketing, pero los recursos con que dispondrá dicho departamento para efectos promocionales y publicitarios provendrán de los respectivos proyectos. Para los efectos de evaluación se considerará un gasto correspondiente al 2% sobre el costo de construcción.

Permisos de Construcción

Para poder comenzar la construcción se requiere tener permiso de la municipalidad correspondiente. Este permiso se otorga previo pago de los derechos municipales, que corresponden al 1,5% de un presupuesto que confecciona el municipio de acuerdo a una tabla de costos unitarios por metro cuadrado, que elabora anualmente el Ministerio de

Vivienda y Urbanismo y que es reajustada trimestralmente por las direcciones de obras municipales de acuerdo al índice de costo de edificación determinado por el mismo Ministerio. Además de esto, cuando se requiere realizar subdivisiones y loteos se debe pagar un 2,0% del avalúo fiscal del terreno.

La tabla de costos para el 2° trimestre 2003 es la siguiente:

**Tabla 7: Costos unitarios por metro cuadrado de construcción para el 2° trimestre 2003
(En pesos Moneda Nacional, Base Enero 2003)**

CATEGORIA	TIPO DE EDIFICACION								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	200.022	228.155	200.022	200.022	142.190	-	-	-	-
2	148.468	168.766	148.468	148.468	106.248	75.016	106.248	96.889	117.209
3	109.390	125.013	109.390	109.390	78.125	54.692	78.125	70.309	85.983
4	78.125	89.049	78.125	78.125	56.209	39.040	56.209	50.020	60.922
5	-	-	42.189	42.189	42.189	29.668	45.302	40.625	48.414

Donde el tipo de edificación se determina según las siguientes clasificaciones:

- A. Construcciones con estructura soportante de acero y entrepisos de Perfiles de acero o losas de hormigón armado.
- B. Construcciones con estructura resistente de hormigón armado, o con estructura mixta de acero con hormigón armado. Entrepisos de losa de hormigón armado.
- C. Construcciones con muros soportantes de albañilería de ladrillo y/o bloques de cemento confinados entre pilares y cadenas de hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado o entramados de madera.
- D. Construcciones de albañilería armada y construcciones con muros de albañilería de piedra u otros confinados entre pilares y cadenas de hormigón armado. Entrepisos de losas de hormigón armado o entramados metálicos o de madera.
- E. Edificios con estructura soportante de madera. Paneles de madera con fibrocemento, de yeso, cartón o similares, incluidas las tabiquerías de adobe o quincha. Entrepisos de entramados de madera.
- F. Edificios de adobe, tierra cemento u otros materiales livianos aglomerados con cemento (escoria, piedra pómez, etc.). Entrepisos de entramados de madera.

- G. Construcción prefabricada metálica, con panel exterior de madera corriente, o prefabricados de hormigón, fibrocemento o similares. Panel interior de madera corriente o aglomerada, o yeso-cartón o similares.
- H. Construcción prefabricada de madera, con panel exterior de madera corriente, fibrocemento o similares. Panel interior de madera corriente o aglomerada, o yeso-cartón o similares.
- I. Construcciones de placas o paneles prefabricados. Placas o paneles monolíticos de hormigón liviano, o fibrocemento u otro. Se incorporan a esta clasificación los sistemas constructivos con estructura de malla metálica, alma de poli estireno o equivalente y recubrimiento de mortero proyectado.

Para la determinación de las categorías se utiliza un cuestionario que evalúa los atributos positivos que posee la construcción, relativos al diseño, estructura, terminaciones e instalaciones. Cada una de estas partidas es evaluada separadamente a fin de obtener, las categorías parciales de cada una de ellas, para lo cuál se utiliza una *Tabla de Categorías*. Una vez establecidas las categorías parciales, la categoría final se determina directamente mediante la utilización de una *Matriz de Combinación de Categorías Parciales*. Este procedimiento, junto con el cuestionario, se encuentra publicado en el sitio www.minvu.cl en la sección de Leyes de Urbanismo y Construcción de la sección legislación y normativa.

Para los efectos de evaluación se puede considerar que las construcciones corresponderán a edificaciones de tipo B y categoría 2, por lo que el presupuesto será de 168.766 \$/m² equivalente a 10,08 UF/m² (si se considera el valor de la UF correspondiente al 01-01-03 de 16.743,58 \$/UF). En consecuencia el gasto en permisos de construcción será $(0,015 \cdot 10,08) = 0,1512$ UF/m². Si consideramos un costo de construcción de $C = 14$ UF/m², este gasto corresponde al 1,08% del costo de construcción.

Resumen Costos Directos

En las secciones precedentes se han especificado los costos directos de un proyecto inmobiliario, que, por definición corresponden a aquellos que se pueden atribuir al proceso productivo. Algunos se expresaron como un porcentaje del costo de construcción, y otros como un porcentaje sobre los ingresos, en la siguiente tabla se muestra un resumen:

Tabla 8: Estructura Costos directos

	<i>Porcentaje sobre el Costo de Construcción</i>
<i>Honorarios:</i>	
<i>Constructor</i>	8%
<i>Ingeniero Civil Estructural</i>	0,642%
<i>Arquitecto</i>	4%
<i>Abogado</i>	1%
<i>Corredor Propiedades</i>	1,2%
<i>Publicidad</i>	2%
<i>Permiso de Construcción</i>	1,08%
Total	17,92%

En esta tabla solamente falta el costo asociado al terreno, para el que se utilizará $\left(\frac{T}{Q}\right) = 19,05 \frac{UF}{m^2}$.

Si la inmobiliaria construyera Q unidades de superficie, los costos directos totales CD serán:

$$CD = \underbrace{Q \cdot C}_{\substack{\text{Costo de} \\ \text{Construcción}}} + \underbrace{0,1792 \cdot Q \cdot C + \left(\frac{T}{Q}\right) Q}_{\substack{\text{Otros Costos} \\ \text{Directos}}}$$

Donde:

- CD: Costo directos (UF)
- Q: Superficie Construida (m²)
- C: Costo de construcción por unidad de superficie (UF/m²)
- (T/Q) Precio del Terreno por unidad de superficie construida (UF/m²)

Entonces, para C = 14 UF/m² y $\left(\frac{T}{Q}\right) = 19,05 \frac{UF}{m^2}$:

$$CD = 35,56 \cdot Q$$

Y los costos directos por unidad de superficie construida CD_u serán:

$$CD_u = 35,56 \frac{UF}{m^2}$$

Distribución Temporal

En la Figura 8 y Figura 9 se ilustra la distribución de los costos e ingresos de un proyecto desarrollado según la metodología tradicional y planteada, respectivamente. Se ha designado el mes 0 como aquel en que comienzan las construcciones. Se han utilizado los siguientes supuestos, que en algunos casos, corresponden a prácticas habituales de la industria y, en otros, a situaciones típicas.

- El pié del terreno, equivalente al 20% del precio, se paga 4 meses antes del inicio de la construcción, y el saldo, el mes anterior al inicio de esta.
- El permiso de construcción se paga el mes anterior al inicio de la construcción.
- Para el honorario del arquitecto se ha considerado un pago del 5% el mes -4, por concepto de anticipo, el mes -3, un pago del 15% por el mismo concepto, el mes -2, un pago del 10% por concepto de avance (50%) en los planos generales y de detalle, más un 5% por la obtención del permiso municipal o entrega del expediente. A partir del inicio de la construcción se consideran pagos uniformemente distribuidos hasta su finalización.
- Los honorarios del Constructor e Ingeniero Civil Estructural se distribuyen uniformemente durante el proceso de construcción
- Los honorarios del abogado, del Corredor de propiedades y los gastos en publicidad se distribuyen de acuerdo a las ventas.

**Figura 8: Distribución de Costos e Ingresos de un Proyecto (UF).
Metodología Tradicional (continúa hoja Siguiente)**

	Mes -3	Mes -2	Mes -1	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Mes 13	Mes 14	Mes 15	Mes 16
COSTOS DIRECTOS																				
Terreno	16.000			64.000																
Construcción				9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800											
Permiso de Construcción				635																
Honorarios																				
Ing. Estructural (0,09 UF/m ²)				784	784	784	784	784	784											
Ingeniería Civil (1%)	118	353	353	255	255	255	255	255	255											
Arquitecto (1%)				235	235	235	235	235	235											
Corredor Propiedades (12%)																				
Publicidad																				
Total Costos Directos	16.118	353	64.988	10.902	10.902	10.902	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984	10.984
INGRESOS																				
Pago Plé 25%							1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602	1.602
Pago Crédito Hipotecario																				
Total Ingresos	(16.118)	(353)	(64.988)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)
Ingreso Operacional																				
Total Ingresos	(16.118)	(353)	(64.988)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)	(9.392)

Nota: Los valores en azul representan elementos que definen las características del proyecto, los demás valores son dependientes de los primeros

	Inicio Constr	Inicio Ventas	Fin Constr	Recep
Terreno				
Superficie Total del Terreno (m ²)	10.000			
Precio Terreno por unidad de superficie (UF/m ²)	8			
Precio Total Terreno	80.000			
Precio Terreno Por Unidad de Superficie Construida (UF/m ²)	19,0			
Superficie promedio del terreno por vivienda	333			
Ingresos				
Precio Venta por unidad de Superficie (UF/m ²)	45,77			
Ingresos Totales del Proyecto (UF)	152.243			
Precio 0 Ingreso por vivienda (UF)	6.408			
V Velocidad de Venta (un/mes)	1,0			

	Fin Constr	Recep
Programación Temporal		
x Proporción de avance del proyecto en que comienzan las ventas (%)	50%	
R Tiempo entre finalización Constr. Hasta Recep. Mun (meses)	2,0	
R' Tiempo entre el inicio de ventas hasta Recep. Mun. (meses)	5,0	
H Tiempo de rezago con que se recibe el efectivo (meses)	1,0	
Inicio Construcción		
Inicio Ventas	3,0	
Fin Construcción	6,0	
Recepción	8,0	
Fin Ventas	33,0	
max (inicio ventas; Recepción)	8,0	
Duración Construcción	30,0	
Duración Ventas	30,0	

	Fin Constr	Recep
Ingreso Operacional		
Total Ingresos	(16.118)	(353)
Total Ingresos	(16.118)	(353)

**Figura 9: Distribución de Costos e Ingresos de un Proyecto (UF).
Metodología Planteada**

	Mes-3	Mes-2	Mes-1	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11
COSTOS DIRECTOS															
Terreno	16.000			64.000											
Construcción				635	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800	9.800					
Permisos de Construcción															
Honorarios					784	784	784	784	784	784					
Constructor (8%)					63	63	63	63	63	63					
Ing. Estructural (0.09 UF/m2)					255	255	255	255	255	255					
Arquitectos (4%)				353											
Asesoría Legal (1%)	118														
Corredor Propiedades (1,2%)					706										
Publicidad					1.176										
Total Costos Directos	16.118	353	64.988	13.371	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902	10.902
INGRESOS															
Pago Plá 25%					48.061										
Pago Crédito Hipotecario															144.182
Total Ingresos					48.061										144.182
Ingreso Operacional	(16.118)	(353)	(64.988)	34.689	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	(10.902)	144.182
Fin Constr 6,00 Inicio Constr 8,00															
Construcción															
n Cantidad de viviendas		30													
Superficie construida por vivienda (m2)		140													
Superficie construida Total (m2)		4.200													
Costo construcción por unidad de superficie (UF/m2)			14												
Costo Construcción (UF)		58.800													
Costo de Construcción por vivienda (UF/un)		1960													
Costos Directos Totales (UF)		149.339													
q Velocidad de Construcción (un/mes)		5,0													
Terreno															
Superficie Total del Terreno (m2)															
Precio Terreno por unidad de superficie (UF/m2)															
Precio Total Terreno															
Precio Terreno Por Unidad de Superficie Construida (UF/m2)															
Superficie promedio del terreno por vivienda															
Ingresos															
Precio Venta por unidad de Superficie (UF/m2)															
Ingresos Totales del Proyecto (UF)															
Precio o Ingresos por vivienda (UF)															
v Velocidad de Venta (un/mes)															
Programación Temporal															
x Proporción de avance del proyecto en que comienzan las ventas (%)															
R Tiempo entre finalización Constr. Hasta Recep. Mun (meses)															2,0
R' Tiempo entre el inicio de ventas hasta Recep. Mun. (meses)															8,0
H Tiempo de rezago con que se recibe el efectivo (meses)															1,0
Inicio Construcción															
Inicio Ventas															
Fin Construcción															
Recepción															
Fin Ventas															
Y max (inicio ventas; Recepción)															
Duración Construcción															
Duración Ventas															

Nota: Los valores en azul representan elementos que definen las características del proyecto, los demás valores son dependientes de los primeros

Costos Fijos de la Empresa

Independientemente de la cantidad de proyectos que tenga la empresa, deberá soportar los gastos administrativos y generales. Los gastos administrativos obedecen a la estructura organizacional que requiere la empresa. Ésta se muestra en la Figura 10.

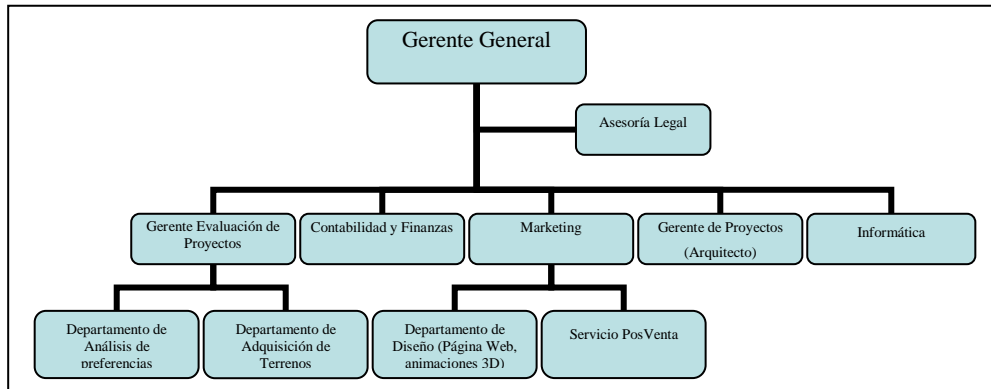


Figura 10: Estructura organizacional de la empresa

Los gastos generales corresponden a los servicios de luz, teléfono, agua, etc. Y a gastos de mantenimiento y aseo de las oficinas y viviendas pilotos.

Todos los costos fijos se muestran en la Tabla 9.

Costos Fijos	UF/Año
Gastos Administrativos	
Gerente General	2.824
Gerente Evaluación	2.118
Análisis preferencias	918
Adquisición Terrenos	706
Marketing	1.059
Página Web y Animaciones	847
Diseño Gráfico	706
Servicio Post-Venta	1.412
Contabilidad y Finanzas	2.118
Gerente Proyectos	1.412
Asesoría Legal General	706
Informática	706
Total Gastos Administrativos	15.529
Gastos Generales	
Servicios varios	212
Aseo y Mantenimiento Pilo y Oficina	424
Total gastos Generales	635
Total Costos Fijos	16.165

Tabla 9: Costos Fijos

Ingresos

En la sección Terreno de la página 76 se explicó que el verdadero negocio de la metodología planteada está en la venta de superficie construida, y no en las ganancias de capital adicionales que se puedan lograr identificando terrenos aparentemente subvalorados en relación a su mejor uso alternativo, como sucede con la actual metodología de gestión. Además se explicó que el terreno constituirá un atributo más (o variable de diseño) de la vivienda que depende exclusivamente de la preferencia del cliente.

En consecuencia, el precio de cada vivienda se deberá fijar de modo que no cambie la rentabilidad del negocio según las preferencias del cliente. Para esto, las utilidades se deberán calcular como un porcentaje, o margen de utilidad sobre el costo directo de construcción, sin considerar el terreno, y se traspasará el precio del terreno al cliente, entonces el precio de una vivienda se puede expresar como

$$P_V = (CD - T)(1 + M) + T$$

Ecuación 1

Donde:

P_V :	Precio de la vivienda (UF)
CD :	Costo directo de la vivienda (UF)
M :	Margen de utilidad (%)
T :	Precio del terreno, correspondiente a la vivienda (UF)

Obsérvese que si se tratara al terreno como a los demás costos directos, cada unidad de superficie adicional en terreno que el cliente quiera añadir, tendría un valor muy superior a lo que vale el terreno, o a lo que la empresa debe pagar por el terreno adicional, en consecuencia los clientes tenderían a inclinarse por terrenos más baratos, y quienes realmente quieran grandes y buenos terrenos probablemente opten por no concretar la transacción. Considerando que la empresa busca vender superficie construida, y no le cuesta más, ni le genera más trabajo construir en un terreno más grande, se ha optado por no cobrar utilidad sobre el precio del terreno y traspasar su precio al cliente. Esta iniciativa tiene también un sentido estratégico, considérese que actualmente la oferta de casas con

grandes terrenos es extremadamente escasa, por lo tanto, el cliente que anhela una propiedad con un gran terreno, difícilmente logra encontrar algo que realmente satisfaga sus requerimientos. En consecuencia, el modelo de negocios planteado se presenta también como una alternativa para satisfacer las necesidades de ese nicho de mercado, es decir, se otorga un elemento diferenciador en relación a la competencia.

El precio, o ingreso, por unidad de superficie construida estará dado por:

$$P = \left(CD_U - \frac{T}{Q} \right) (1 + M) + \frac{T}{Q} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

- P : Precio o Ingresos por unidad de superficie construida, usaremos UF/m²
- CD_U : Costo directo de construcción por unidad de superficie (UF/m²)
- M : Margen de utilidad (%)
- T/Q : Precio del Terreno por unidad de superficie construida (UF/m²)

Por supuesto:

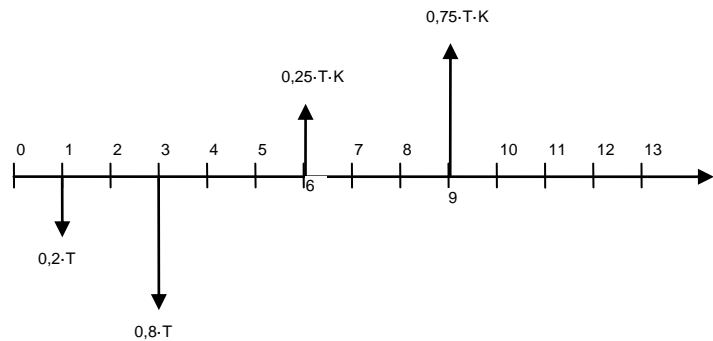
$$P = \frac{P_V}{Q} \quad CD_U = \frac{CD}{Q}$$

De esta manera, las ganancias de la empresa sólo dependerán de la superficie construida, y el terreno pasa a ser irrelevante para la evaluación, salvo por los efectos financieros que genera la necesidad de destinar mayores recursos en la compra de este.

Para corregir esto, se debe tomar en cuenta los momentos temporales en que se realiza el desembolso y recuperación del monto asociado al terreno. En la Figura 7 e Figura 3 se muestran en detalle las diferentes tareas que se deben ir realizando a través del tiempo para la metodología tradicional y propuesta, respectivamente.

El proceso de compra de un terreno pasa por diferentes etapas, primero (en $t = 1$) se firma la promesa de compraventa y habitualmente en ese acto se paga, o documenta (supongamos que se paga), el 20% del precio. Posteriormente, al firmar la escritura de compraventa ($t = 3$) se paga el restante 80%. La recuperación se produce junto con la venta, pero surge otra complicación, cuando se concreta la venta no se recibe el total del valor de

la propiedad, sino que solamente un 25%, y, luego de 3 meses se recibe el restante 75%, siempre y cuando la municipalidad a la cuál pertenece el proyecto, ya haya emitido la recepción final definitiva, de lo contrario se debe esperar su emisión. Para efectos ilustrativos, supongamos que la venta se realiza en $t = 6$, de modo que el pie (25%) se recibe en esa fecha y el resto en el mes 9, en este caso los flujos son los siguientes:



Se ha incorporado un factor K , en los flujos de recuperación del capital, que representa el factor por el que se debe amplificar el precio del terreno (y en consecuencia, el de la vivienda) para que no tenga incidencia en la rentabilidad del proyecto, o sea, para que tenga un efecto nulo en el VAN del proyecto. Esto se consigue con un valor actual igual a cero:

$$0 = -\frac{0,2 \cdot T}{(1+r_m)} - \frac{0,8 \cdot T}{(1+r_m)^3} + \frac{0,25 \cdot T \cdot K}{(1+r_m)^6} + \frac{0,75 \cdot T \cdot K}{(1+r_m)^9}$$

Resolviendo para K se obtiene:

$$K = \frac{0,2 + \frac{0,8}{(1+r_m)}}{\frac{0,25}{(1+r_m)^6} + \frac{0,75}{(1+r_m)^9}}$$

Obsérvese que K no depende del monto del terreno, es decir, todos usan el mismo factor. Si consideramos un costo de capital real anual de $r_a = 13,5\%$ que equivale a una tasa mensual de $r_m = 1,06\%$, (más adelante, en la sección Costo de Capital de la página 141 se explica porqué se usa esta tasa), se obtiene que $K = 1,0726$ lo cuál significa que el precio de la vivienda se deberá calcular según:

$$P_V = (CD - T)(1 + M) + 1,0726 \cdot T \quad \text{Ecuación 3}$$

Es decir, además de cobrarse un margen de utilidad sobre el costo directo, el terreno se recarga en un 7,26% (sobre el valor de la UF) para compensar los costos financieros ocasionados.

En general se puede plantear que el precio de una vivienda se debe determinar según:

$$P_V = (CD - T) \cdot (1 + M) + T \cdot (1 + M_T)$$

$$\boxed{P_V = CD \cdot (1 + M) - T \cdot (M - M_T)}$$

Donde M_T corresponde al margen de utilidad que se aplica al terreno, por su puesto $M_T = K - 1$. En términos unitarios:

$$\boxed{P = CD_U \cdot (1 + M) - \frac{T}{Q} \cdot (M - M_T)}$$

Ecuación 4

Donde:

- P : Precio o Ingresos por unidad de superficie construida, usaremos UF/m²
- CD_U : Costo directo de construcción por unidad de superficie, (UF/m²)
- M : Margen de utilidad (%)
- T/Q : Precio del Terreno por unidad de superficie construida (UF/m²)
- M_T : Margen de utilidad (%) sobre el precio del terreno ($M_T = K - 1$)

Se debe tener presente que la irrelevancia del precio del terreno en la rentabilidad del negocio no exime a la empresa de la necesidad de disponer de mayor capital de trabajo si sucediera que los clientes seleccionen terrenos más caros, aunque sabemos que los costos financieros derivados de este mayor requerimiento de recursos se compensa con un mayor precio. El tema del capital de trabajo se analiza más adelante, en la sección Capital de Trabajo de la página 103.

Para determinar un valor adecuado del margen de utilidad M, sobre los costos directos, se recurre a los resultados de un proyecto real desarrollado por la empresa mandante de este trabajo. El procedimiento consistió en despejar el margen de utilidad M, de la Ecuación 4, y reemplazar los valores asociados al proyecto. El resultado conseguido fue: $M = 53,8\%$. Si consideramos $M_T = 7\%$, Entonces:

$$P = 35,56 \cdot (1 + 0,538) - 19,05 \cdot (0,538 - 0,07) = 45,77 \frac{UF}{m^2}$$

Con esto el margen de utilidad global será:

$$\text{Margen Utilidad Global} = \frac{P - CD_U}{CD_U} = 28,7\%$$

Punto de Equilibrio

Ya se dispone de suficiente información para calcular el punto de equilibrio de la empresa, es decir, aquel nivel de producción mínimo para obtener un ingreso operacional positivo.

Si CT representa los costos totales anuales de la empresa, CF los costos fijos anuales, Q la producción anual e IT los ingresos totales anuales:

$$CT = CF + CD_u \cdot Q$$

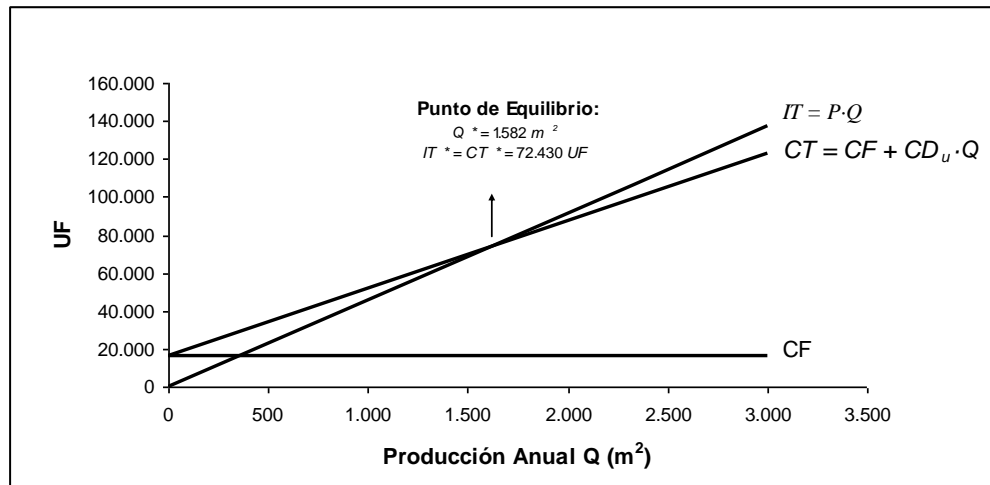
$$IT = P \cdot Q$$

Entonces:

$$CT = 16.165 + 35,56 \cdot Q$$

$$IT = 45,77 \cdot Q$$

Gráficamente:



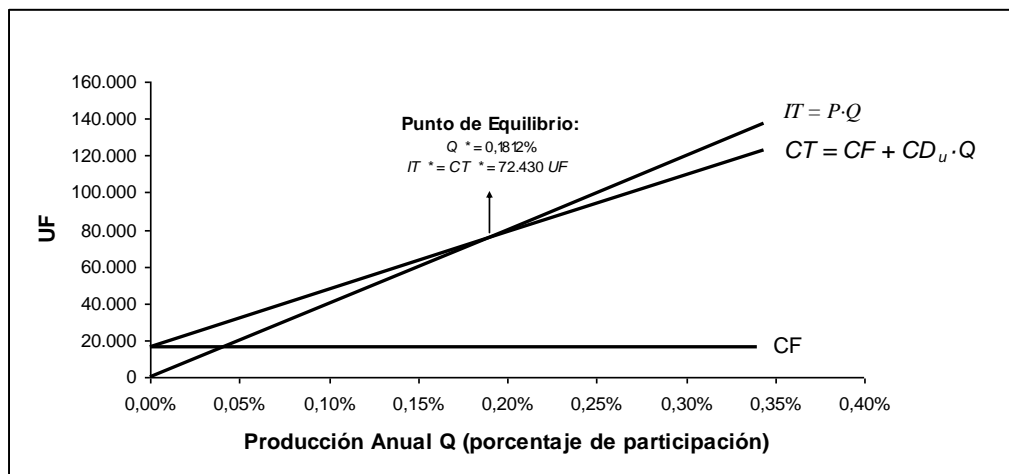
El equilibrio se obtiene en:

$$Q^* = \frac{CF}{P - CD_u} = \frac{16.165}{45,77 - 35,56} = 1.582 m^2$$

$$IT^* = CT^* = P \cdot Q^* = 45,77 \cdot 1.582 = 72.430 UF$$

Si anualmente se produce menos de $1.582 m^2$, los costos totales son mayores que los ingresos totales y el ingreso operacional ($IT - CT$) es negativo, por el contrario, si se produce más, el ingreso operacional será positivo.

Si expresamos el nivel de producción como proporción de la producción total del mercado, como en el gráfico siguiente, el punto de equilibrio corresponde a una participación del 0,18% del mercado.



Inversión

La inversión necesaria para iniciar las operaciones de la empresa, se compone de activos fijos e intangibles y capital de trabajo. Los activos fijos se refieren a las instalaciones, artículos de oficina, computadores, etc., y el capital de trabajo se refiere a la inversión en activos circulantes (menos los pasivos circulantes) para desarrollar las operaciones normales de la empresa.

Una adecuada proyección de la inversión en capital de trabajo no sólo permite conocer la rentabilidad real de la empresa, sino que también permite anticiparse a los requerimientos financieros que exigen las operaciones y con esto prevenir eventuales problemas de liquidez.

El capital de trabajo depende del tamaño de la empresa. Mientras mayor sea la empresa, mayores son los requerimientos de capital de trabajo. En consecuencia, en la medida que una empresa aumenta su producción, debe invertir en capital de trabajo (posiblemente también en activos fijos) y si las utilidades provenientes de los niveles actuales de producción no son suficientes para cubrir los nuevos requerimientos financieros serán necesarios nuevos aportes de capital de los dueños, o bien, nuevos créditos que incrementen la razón de endeudamiento de la empresa. Esta última alternativa es, en muchos casos, la única posibilidad para evitar la quiebra de una empresa que ha crecido rápidamente sin prever los requerimientos financieros que demanda esa tarea, entonces la empresa se ve obligada a endeudarse para cumplir con sus compromisos de corto plazo, como el pago a los proveedores de materias primas o sus propias remuneraciones.

Si una empresa quisiera crecer de acuerdo a sus propias posibilidades, eso es, sin cambiar su razón de endeudamiento y sin nuevos aportes de capital, entonces su crecimiento está limitado y determinado por su capacidad de generar utilidades¹¹. Ahora, si los dueños no estuvieran dispuestos a reinvertir el 100% de las utilidades, como sucede corrientemente y las *utilidades retenidas* correspondieran sólo a un porcentaje de las *utilidades totales*, el crecimiento máximo posible de la empresa sería aún menor.

¹¹ Se supone que se mantiene constante la razón de activos totales a ventas totales (A/S), y también el margen de utilidad, esto es utilidades netas divididas entre las ventas (NP/S), también conocido por margen neto de utilidades netas.

Para el caso específico del modelo de negocios propuesto, el crecimiento no requiere un incremento de los activos fijos de la empresa, salvo que se llegue a niveles de producción demasiado altos. Sin embargo, se requiere de altas inversiones en capital de trabajo que, como se verá mas adelante, aumenta proporcionalmente al nivel de producción.

Activos Fijos

La inversión en activos fijos se muestra en la Tabla 10. Se ha considerado la construcción de tres viviendas pilotos, además de salas de exposiciones, para ilustrar diferentes tipos de terminaciones y opciones, las cuales estarán junto a las oficinas de la empresa. Esta construcción será determinante en la imagen corporativa de la empresa, por lo que se debe contar con un diseño atractivo, que motive y entusiasme al cliente.

Inversión	Valor UF	Depreciación		
		Años Dep.	Dep. Anual	Val. Libro (10 años)
Terreno	8.000			
Construcción oficinas y viviendas Pilotos	14.400	60	240	12.000
Otros				
Formación Empresa	118			
Creación página Web	353			
Diseño Gráfico	235			
Artículos varios de Of.				
Computadores	141	10	14	0
Licencia Software	235	10	24	0
Impresora Láser, Scanner, Fax	47	10	5	0
Instalación de la red	29			
Muebles, escritorios, sillas, otros art.	235	10	24	0
Total Otros	1.394			
Total (sin Cap.Trab)	23.794		306	12.000

Tabla 10: Activos Fijos de la Empresa

La mayoría de estos activos se deprecian, lo que permite descontar la depreciación de la base imponible, y así reducir los impuestos. El monto de la depreciación anual se muestra en la tabla anterior.

Si en la evaluación se considera un horizonte de 10 años, la construcción de oficinas y viviendas pilotos no se alcanzan a depreciar completamente, lo que falta por depreciar se conoce como valor libro. Obsérvese que si la depreciación anual es de 306 UF, y se supone una inflación promedio de un 3% en los próximos diez años, entonces el monto en UF debe disminuir para que el equivalente en pesos permanezca constante.

Capital de Trabajo

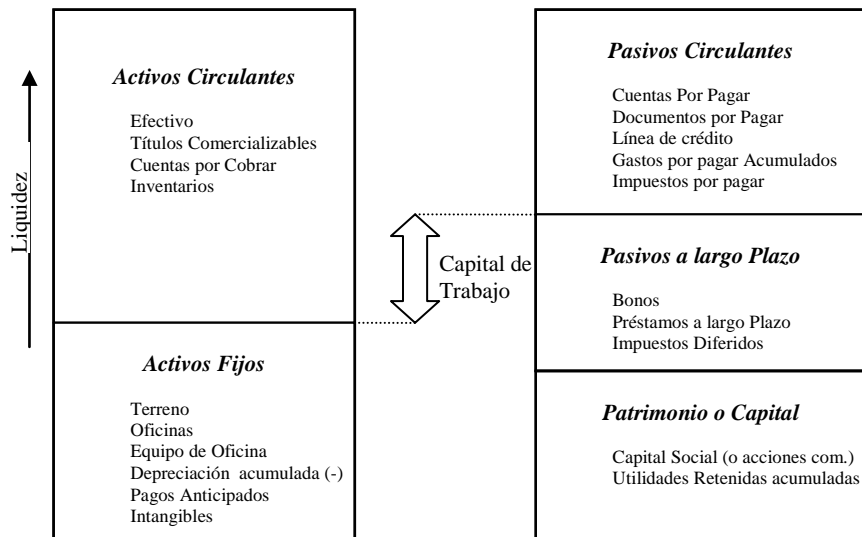
Este concepto es de gran importancia en este trabajo, ya que la principal diferencia en términos económicos y financieros, con la actual metodología de gestión, es el monto de la inversión en capital de trabajo.

El capital de trabajo se define como la diferencia entre los activos circulantes y pasivos circulantes de una empresa.

$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|} \hline \text{Capital de} & = & \text{Activo} & - & \text{Pasivo} \\ \text{Trabajo} & & \text{Circulante} & & \text{Circulante} \\ \hline \end{array}$$

Ecuación 5

Figura 11: Cuentas Balance General



Los activos circulantes son el efectivo y todos los demás activos que se pretenden liquidar en el corto plazo, regularmente menos de un año, incluyendo los inventarios, los títulos comercializables y las cuentas por cobrar. Normalmente, en el balance los activos se presentan según su orden de liquidez o la facilidad con la cuál pueden convertirse en efectivo a un precio justo. Por definición el activo más líquido es el efectivo.

Los pasivos circulantes lo constituyen todas las obligaciones de pago que tiene la empresa en el corto plazo, normalmente menos de un año. Dentro de estas están las cuentas por pagar, los documentos por pagar, los gastos por pagar acumulados y los impuestos por pagar.

Así, el capital de trabajo es una determinada cantidad de recursos que las empresas requieren mantener invertida, permanentemente, para sus operaciones normales, que varía con el tamaño de la organización (niveles de producción) y con la naturaleza de sus actividades.

Por ejemplo, supóngase el caso simple de una empresa que opera sin fines de lucro, que compra artículos en 100 y los vende en 100, pero tiene una política de venta que establece un 50% al contado y un 50% a crédito a 30 días. Al iniciar la operación deberá desembolsar 100, con lo cuál aumentan sus existencias (activo circulante) en 100, de los cuáles al concretarse la venta recuperará 50 inmediatamente y tendrá el saldo en cuentas por cobrar (que es un activo circulante). El dinero recibido al contado se utilizará en la compra de la nueva mercadería, pero para mantener el nivel deseado de existencias de 100, deberá incurrirse en un nuevo desembolso de 50. Si permanentemente las cuentas por cobrar ascienden a 50 y siempre el nivel de operación requiere existencias de 100, los 150 totales tienen el carácter de una inversión permanente en capital de trabajo, que sólo se recuperará cuando el negocio deje de operar.

El *capital de trabajo* que requiere una empresa surge como consecuencia de dos características de los flujos de efectivo:

1. Desfase de tiempo entre flujos de entrada y salida
2. Incertidumbre respecto de los flujos de entrada y salida futuros

La incertidumbre genera la necesidad de disponer de stocks de seguridad, ya sea de materias primas, productos en proceso, productos terminados, efectivo en caja u otros activos circulantes. Existen modelos matemáticos para calcular los niveles óptimos de estos stocks de seguridad, no obstante se centrará la atención en el capital de trabajo que surge como consecuencia de la primera característica de los flujos de entrada y salida: el desfase de tiempo. Este es el factor que explica la mayor proporción de los niveles de capital de

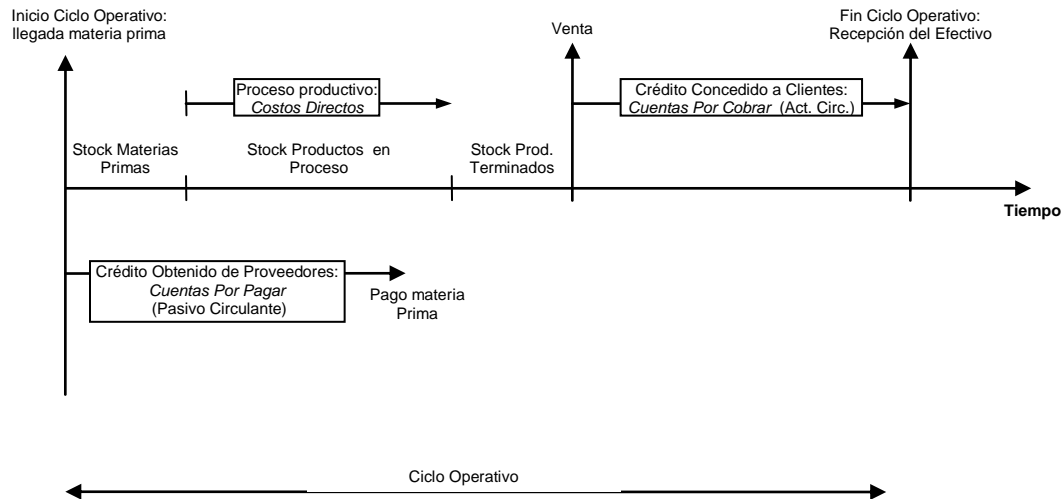
trabajo que requieren mantener invertido las inmobiliarias. En consecuencia, para los cálculos se supondrá certidumbre respecto de las variables involucradas.

En la Figura 12 se muestra el Ciclo Operativo de una Empresa, el cuál consiste en el seguimiento de un producto a lo largo de las etapas a las que está sometido. Es aquí donde se puede observar este desfase.

El ciclo comienza con la llegada de la materia prima, la cuál es inicialmente almacenada en bodegas conformando parte del *Stock de Materias Primas* (Activo circulante). El desembolso de efectivo, para pagar la materia prima, depende del crédito que otorguen los proveedores, quienes a su vez se guían por las prácticas habituales de la industria. En teoría este pago puede suceder en cualquier etapa del ciclo, ya sea antes que la materia prima entre al proceso o después que se haya recibido el efectivo proveniente de la venta del producto ya terminado. Obsérvese que éste da origen a las cuentas por pagar de la empresa, que es un pasivo circulante, en consecuencia, según la Ecuación 5 el capital de trabajo disminuye conforme aumenta el período de vencimiento de esos créditos.

Una vez que las materias primas entran al proceso productivo, y se les comienza a agregar valor, la empresa debe incurrir en los gastos que demande el proceso de producción, conocidos como costos directos. Finalmente, los productos terminados son almacenados en bodegas hasta su venta. Una vez que ésta se produce, normalmente no se recibe inmediatamente el efectivo, sino que se otorga un crédito a los clientes, lo cuál da origen a las Cuentas por Cobrar de la Empresa, que es otro activo circulante.

Figura 12: Ciclo Operativo de una Empresa Típica



Normalmente, los analistas financieros determinan la duración de los diferentes componentes del ciclo operativo¹² de una empresa en funcionamiento, mediante razones entre los valores que figuran en el balance de la empresa. Estas duraciones son solo algunos de las razones financieras que se utilizan comúnmente para diagnosticar el estado, características y desempeño de una empresa. Existen diferentes tipos de razones financieras, que pueden agruparse en las siguientes categorías:

- *Razones de Liquidez:* se utilizan para juzgar el la capacidad que tiene una empresa para satisfacer sus obligaciones de corto plazo.
- *Razones de Deuda:* constituyen una extensión del análisis para juzgar la solvencia de una empresa hacia el largo plazo.
- *Razones de Cobertura:* Están diseñadas para relacionar los cargos financieros de una compañía con su capacidad para darles servicio.
- *Razones de Rentabilidad:* Hay dos tipos de Razones de Rentabilidad: las que muestran la rentabilidad con respecto a las ventas, y las que muestran la

¹² Se entenderá por “componentes del ciclo operativo” a: el stock de materia prima, el stock de productos en proceso, el stock de productos terminados, el crédito concedido a clientes y el crédito obtenido de

rentabilidad con respecto a la inversión. Juntas, estas razones indican la eficiencia de operación de la empresa.

- *Razones de Valor en el Mercado:* Hay varias razones ampliamente utilizadas que relacionan el valor en el mercado de las acciones de una compañía con la rentabilidad, los dividendos, y el capital en libros.

Las razones relevantes para nuestros propósitos son las de liquidez. Existen, básicamente, cinco razones de liquidez:

$$\text{Razón Circulante} = \frac{\text{Activo Circulante}}{\text{Pasivo Circulante}}$$

Esta es una de las razones más generales y de uso más frecuente. Se supone que mientras mayor sea la razón, mayor será la capacidad de la empresa para pagar sus deudas y compromisos. Recuérdese que se espera que los activos circulantes sean convertidos en efectivo dentro de un período relativamente corto y que los pasivos circulantes también deberán ser pagados en un período relativamente corto. Obsérvese que si esta razón es igual a uno, el capital de trabajo es cero.

Sin embargo, esta medida no considera la liquidez de los componentes individuales de los activos circulantes. Se considera, en general, que una empresa que tenga activos circulantes integrados principalmente por efectivo y cuentas por cobrar tiene mayor liquidez que una empresa cuyos activos circulantes consisten básicamente en inventarios. En consecuencia, se deben utilizar herramientas de análisis “más finas” para hacer una evaluación más crítica de la liquidez de una empresa. Esto ha llevado a definir:

$$\text{Razón Ácida} = \frac{\text{Activo Circulante} - \text{Inventario}}{\text{Pasivo Circulante}}$$

Esta razón es la misma que la razón circulante, excepto que se excluye el componente menos líquido de los activos circulantes: los Inventarios. Obsérvese que para determinar la liquidez del inventario se requeriría calcular el tiempo promedio que demora

un producto en venderse desde que comienza a formar parte del inventario, este tiempo es otra razón de liquidez, como se verá más adelante.

Antes de comenzar a describir las demás razones financieras, se harán ciertas observaciones respecto de la interpretación de las razones previamente descritas.

Para interpretar correctamente estos indicadores es necesario comprender primero las características de la industria y naturaleza de la empresa, y no confiar en reglas simples como suponer que la razón circulante debe ser por lo menos de 2 a 1, o que la razón ácida debe ser de por lo menos de 1 a 1. De hecho, en la práctica se puede observar que las empresas pertenecientes a una misma industria tienen razones similares, pero si se comparan las razones de empresas de industrias distintas, éstas pueden llegar a ser muy diferentes. Así por ejemplo, las empresas de ventas al por menor tienden a tener razones más altas que las de ventas al por mayor, o las empresas manufactureras. Las empresas de servicios, que no tienen inventarios, tienden a tener razones más bajas que las manufactureras. Inclusive, existen empresas que operan con razones de menos de 1 a 1 (capital de trabajo negativo), como por ejemplo las de teléfonos Bell Atlantic, BellSouth, NYNEX y Pacific Telesis, que son financieramente sólidas o solventes.

En consecuencia, para interpretar correctamente estos indicadores es necesario conocer la naturaleza de las operaciones de la empresa. Por este motivo, los analistas financieros en muchas ocasiones comparan las razones de la empresa con las de empresas similares o con promedios de la industria. También analizan la tendencia de estos indicadores a lo largo del tiempo, dentro de la misma empresa.

Existen dos razones de liquidez relativas a las cuentas por cobrar:

$$\text{Rotación Cuentas por Cobrar} = \frac{\text{Ventas a Crédito}}{\text{Cuentas por Cobrar}}$$

Y

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar} = \frac{\text{Cuentas por Cobrar}}{\text{Ventas a Crédito}}$$

Fórmula 5

Si las ventas a crédito se expresan en unidades monetarias anuales, y las cuentas por cobrar se expresan en unidades monetarias, el primer indicador revela la cantidad de veces, durante el año, que se renuevan las cuentas por cobrar, y, la segunda revela el tiempo

promedio, en años, que demoran las cuentas por cobrar para convertirse en efectivo. Por supuesto que si se prefiere expresar este último indicador en meses o en días, será necesario multiplicarlo por 12 o 365, respectivamente.

La *Duración de las Cuentas* por cobrar es esencial para nuestro propósito de calcular el capital de trabajo, ya que es un componente del ciclo operativo.

Los indicadores de liquidez, respecto de las cuentas por pagar, la materia prima, el stock de productos en proceso y el stock de productos terminados, son muy similares:

Para la materia prima:

$$\frac{\text{Rotación Materia Prima}}{\text{Prima}} = \frac{\text{Consumo del Período}}{\text{Materia Prima}}$$

$$\frac{\text{Duración Materia Prima}}{\text{Prima}} = \frac{\text{Materia Prima}}{\text{Consumo del Período}}$$

Fórmula 6

Si el consumo de materias primas del período se expresa en unidades monetarias anuales, y el monto almacenado de materias primas se expresa en unidades monetarias, entonces el primer indicador revela la cantidad de veces, durante el año, que se renueva completamente la materia prima almacenada y la segunda revela el tiempo promedio, en años, que permanecen las materias primas en bodega hasta su utilización. Igual que en el caso anterior, si se prefiere expresar este último indicador en meses o en días, será necesario multiplicarlo por 12 o 365, respectivamente.

Dado que se ha optado por externalizar la construcción, el modelo de negocio propuesto no requiere adquisición de materia prima.

Para el pasivo circulante cuentas por pagar:

$$\frac{\text{Rotación Cuentas por Pagar}}{\text{por Pagar}} = \frac{\text{Compras a Crédito}}{\text{Cuentas por Pagar}}$$

$$\frac{\text{Duración Cuentas por Pagar}}{\text{por Pagar}} = \frac{\text{Cuentas por Pagar}}{\text{Compras a Crédito}}$$

Fórmula 7

Si las compras a crédito se expresan en unidades monetarias anuales, y las cuentas por pagar se expresan en unidades monetarias, el primer indicador revela la cantidad de veces, durante el año, que se renuevan las cuentas por pagar y la segunda revela el tiempo promedio, en años, que demora la empresa en pagarle a sus proveedores. Igual que en los casos anteriores, si se prefiere expresar este último indicador en meses o en días, será necesario multiplicarlo por 12 o 365, respectivamente.

Dado que el modelo de negocio propuesto no requiere adquisición de materia prima, y son los proveedores de ésta quienes otorgan crédito para su pago, no existirán cuentas por pagar que dependan del nivel de producción.

Para el activo circulante, stock de productos en proceso:

$$\frac{\text{Rotación Productos en Proceso}}{\text{en Proceso}} = \frac{\text{Costos de Producción}}{\text{Productos en Proceso}}$$

$$\frac{\text{Duración Productos en Proceso}}{\text{en Proceso}} = \frac{\text{Productos en Proceso}}{\text{Costos de Producción}}$$

Fórmula 8

Si el costo de producción se expresan en unidades monetarias anuales, y el valor de los productos en proceso se expresan en unidades monetarias, el primer indicador revela la cantidad de veces, durante el año, que se renuevan los productos en proceso y la segunda revela el tiempo promedio, en años, que tarda un producto en estar terminado, desde que se

inicia el proceso productivo. Igual que en los casos anteriores, si se prefiere expresar este último indicador en meses o en días, será necesario multiplicarlo por 12 o 365, respectivamente.

La *Duración de los productos en Proceso* es esencial para nuestro propósito de calcular el capital de trabajo, ya que es un componente del ciclo operativo.

Para el activo circulante stock de productos en proceso:

$$\frac{\textit{Rotación Productos Terminados}}{\textit{Terminados}} = \frac{\textit{Costos de Producción}}{\textit{Productos Terminados}}$$

$$\frac{\textit{Duración Productos Terminados}}{\textit{Terminados}} = \frac{\textit{Productos Terminados}}{\textit{Costos de Producción}}$$

Fórmula 9

Si el costo de producción se expresan en unidades monetarias anuales y el valor de los productos terminados se expresan en unidades monetarias, el primer indicador revela la cantidad de veces, durante el año, que se renuevan los productos en venta y la segunda revela el tiempo promedio, en años, que tarda un producto en venderse, desde que termina proceso productivo. Igual que en los casos anteriores, si se prefiere expresar este último indicador en meses o en días, será necesario multiplicarlo por 12 o 365, respectivamente.

La *Duración de los productos Terminados* es esencial para nuestro propósito de calcular el capital de trabajo, ya que es un componente del ciclo operativo.

Todas las duraciones anteriores dependen de las prácticas habituales de cada industria, de la naturaleza del negocio y también de ciertas decisiones de cada empresa. Por ejemplo, para el caso de las cuentas por cobrar, si la empresa optara por no otorgar ningún solo día de crédito a sus clientes, la duración de las cuentas por cobrar sería cero, si optara por otorgar un crédito de 30 días, se esperaría que la duración de las cuentas por cobrar sea

levemente superior a 30 días¹³. Por otro lado, si la empresa decidiera seleccionar muy cuidadosamente a los clientes que les otorgará crédito, lo cuál se conoce como una política de crédito restrictiva, cabría esperar que la duración de las cuentas por cobrar sea de 30 días, por el contrario, si decidiera usar una política de crédito flexible, otorgando créditos arbitrariamente, cabría esperar que la duración de las cuentas por cobrar promedio sea bastante superior a 30 días, tal vez 45 o 60 días. Otra posibilidad es que existan restricciones externas a la empresa, propias de la industria, que “obliguen” a la empresa a otorgar crédito, como sucede precisamente en la industria de la construcción habitacional, como se explicará más adelante.

Como conclusión podemos afirmar que la duración promedio de las cuentas por cobrar es una consecuencia de varios factores, ya sean externos o internos. Pero si identificamos estos factores o realizamos ciertos supuestos, es posible estimar el valor de este indicador y reaplazarlo en las formulas anterior para conocer el valor de los componentes del activo y pasivo circulante que figurarán en el balance. Así, por ejemplo, la inversión en cuentas por cobrar se podrá estima a través de la relación:

$$Cuentas\ por\ Cobrar = \left(\frac{Duración\ Cuentas}{por\ Cobrar} \right) \cdot Ventas\ a\ Crédito$$

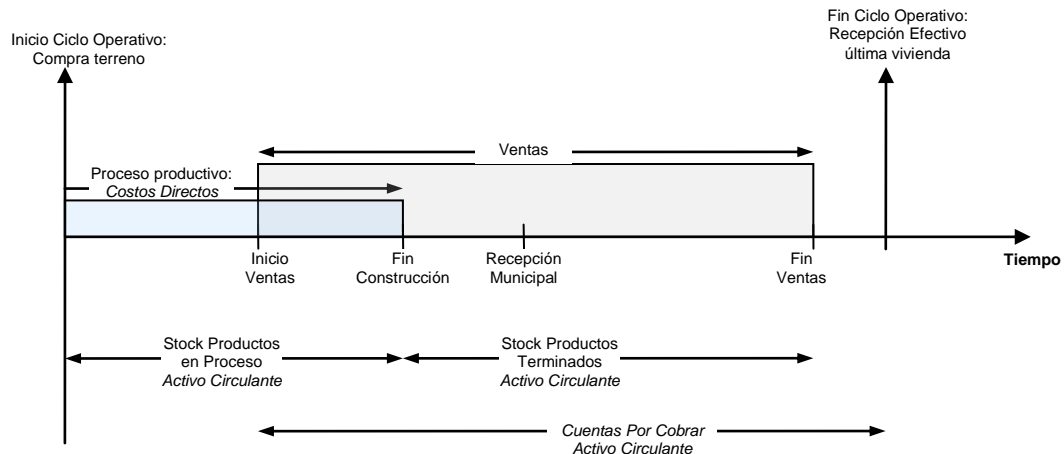
Aplicación a la Industria Inmobiliaria

El ciclo operativo de cualquier empresa se refiere al tiempo que tarda un producto en las diferentes etapas a las que está sometido, sin embargo, para el caso específico de la construcción de conjunto de viviendas, ya sean edificios, conjuntos habitacionales o condominios, lo que se conoce es más bien el ciclo del proyecto completo, y no el de las unidades individuales que lo conforman, pero a partir del ciclo del proyecto se puede determinar el ciclo de las unidades individuales.

¹³ El aumento se debe a que existirán clientes que no cumplirán el plazo de pago estrictamente, inclusive existirán aquellos que no pagarán nunca. Este aumento se podrá compensar con quienes paguen sus cuentas anticipadamente, pero siempre prevalecerá el mayor plazo de pago.

Si ilustráramos el ciclo de un proyecto inmobiliario, bajo la actual metodología de gestión, éste tendría el aspecto siguiente:

Figura 13: Ciclo de un Proyecto Inmobiliario, Metodología Tradicional



Se ha supuesto que la inmobiliaria desarrolladora del proyecto no construye directamente, sino que contrata a una empresa constructora para que lo haga (así operará también el modelo de negocios propuesto), por lo que no requiere adquisición de materias primas y, en consecuencia, el ciclo operativo comienza junto con la compra del terreno y desembolso de los costos directos del proyecto. Tampoco se tiene un crédito obtenido de proveedores de materias primas que darían origen a las *Cuentas Por Pagar* de la empresa, que reduciría la inversión en capital de trabajo.

La venta de un proyecto se prolonga por varios meses, de acuerdo a una determinada “velocidad de venta”, y no comienza necesariamente una vez que los productos (viviendas) están terminados, como en la mayoría de las industrias, sino que se pueden realizar “en verde”. Una vez que se produce la venta de una vivienda, ésta deja de formar parte del Stock de productos en proceso, o terminados, según corresponda y aumentan las cuentas por cobrar.

Respecto a los créditos concedidos a clientes, o cuentas por cobrar, existen ciertas particularidades. Cuando el cliente compra una vivienda y firma la promesa de

compraventa, habitualmente paga inmediatamente el pié, esto es el 25% del precio, y el resto lo paga con un crédito hipotecario o mutuo endosable, que convenga con un banco o institución financiera. En consecuencia, el 75% del precio de la propiedad se recibe cuando el banco o institución financiera aprueba el crédito y el cliente firma la escritura de compraventa definitiva, esto último sucede aproximadamente después de 2 meses desde la firma de promesa, siempre y cuando ya se tenga la recepción final del proyecto y el certificado de copropiedad, otorgado por la municipalidad correspondiente. Por lo tanto, la inmobiliaria mantendrá cuentas por cobrar, pero por un motivo externo, no por decisión propia de otorgar créditos.

Se debe tener claro, que el ciclo anterior no corresponde al ciclo operativo de una inmobiliaria, sino que corresponde sólo a las etapas a las que está sometido un proyecto. Sin embargo, a partir de éste será posible determinar el ciclo operativo y con ello, el capital de trabajo que requiere para sus operaciones. Para esto, se analizará cada componente del ciclo anterior.

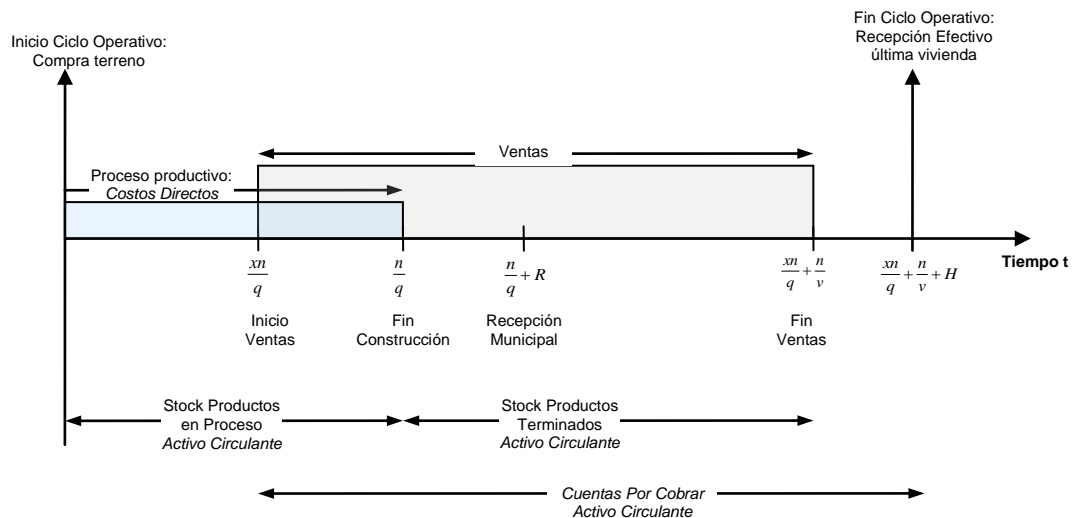
El cálculo del capital de trabajo se basará en los siguientes supuestos:

- Todos los proyectos están conformados por n viviendas (n también puede representar la cantidad promedio de viviendas por proyecto)
- La Inmobiliaria produce un total de q_T viviendas por unidad de tiempo, considerando todos los proyectos.
- Cada proyecto se vende a una tasa de v viviendas por unidad de tiempo, independientemente de su superficie y total de viviendas que conforman el proyecto. (v también puede representar las ventas promedio por proyecto) Obs. Esto es esperable, siempre que la empresa no desarrolle proyectos demasiado parecidos entre sí, en cuyo caso las ventas tenderían a repartirse entre los proyectos y la velocidad individual podría disminuir.
- Cada proyecto se construye a una velocidad de $700m^2/mes$ (esta medida también puede representar la velocidad de construcción promedio por proyecto)
- Cada vivienda tiene una superficie S (S también puede representar la superficie promedio de cada vivienda)

- Las ventas comienzan cuando la proporción de avance constructivo del proyecto es x . Por ejemplo si $x = 50\%$, significa que la ventas comenzaron en la mitad de la construcción y, si x es mayor al 100%, significa que las ventas comenzaron cuando el proyecto ya estaba terminado.
- El tiempo de rezago con que se reciben los créditos otorgados por los bancos a los compradores, después de la firma de promesa, es H .
- El tiempo que se requiere para conseguir la recepción municipal definitiva y el certificado de copropiedad inmobiliaria, si corresponde¹⁴, desde que termina la construcción es R .
- No hay incertidumbre, por lo tanto todas las medidas anteriores se conocen con certeza.

Estos supuestos permiten especificar el instante de tiempo en que se produce cada uno de los eventos relevantes para el cálculo del capital de trabajo, como se muestra en la Figura 14.

Figura 14: Ciclo de un Proyecto inmobiliario



¹⁴ Todos los proyectos que poseen bienes comunes, tales como edificios o condominios, requieren la obtención del certificado copropiedad inmobiliaria, en cambio, los conjuntos habitacionales o casas aisladas

Se ha introducido la variable q , que se define como:

$$q = \frac{700 \frac{m^2}{mes}}{S}$$

Que representa la velocidad de producción de la empresa en viviendas por unidad de tiempo, por proyecto. Así por ejemplo para casas de $140m^2$, la velocidad de construcción por proyecto sería de $q = 5 \text{ un/mes}$.

Una medida importante que se puede calcular a través de las variables anteriores es el tiempo que transcurre entre el inicio de proyectos. Está determinada por la relación:

$$I = \frac{n}{q_T}$$

Obsérvese que diferentes valores de las variables anteriores dan lugar a todas las formas posibles de organización temporal de un proyecto inmobiliario, esto nos permite llegar a la metodología planteada a través de un análisis de sensibilidad de la metodología actual, como se verá más adelante.

Para observar las diferentes posibilidades que pueden surgir, considérese los siguientes escenarios:

- Si la velocidad de venta v fuera muy alta, y x fuera inferior a 100%, el fin de las ventas sucedería antes del fin de la construcción.
- Si x fuera cero, las ventas comenzarían simultáneamente con la construcción.
- Si x fuera superior al 100%, el inicio de las ventas se produciría después de la finalización de la construcción, o inclusive después de la recepción municipal final.

no lo requieren. No obstante, para no complicar la exposición con excepciones, haremos alusión a este lapso de tiempo, como el tiempo para la obtención de la recepción del proyecto.

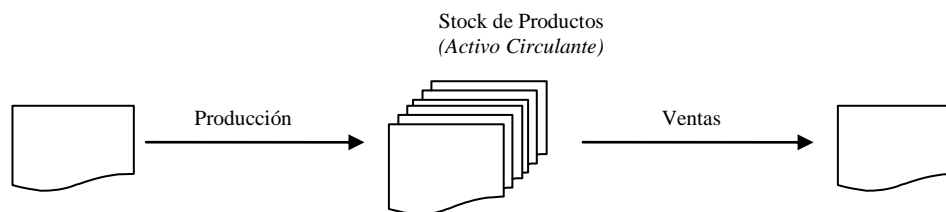
Un escenario normal para un proyecto inmobiliario, desarrollado según la metodología tradicional de gestión, sería por ejemplo $x = 50\%$ y $v = 1$ un/mes. Para la metodología planteada en esta tesis, el escenario sería $x = 0\%$ y una velocidad de venta muy alta. Obsérvese que si la velocidad de venta mensual fuera igual a la totalidad de viviendas que tiene el proyecto, o sea n , el proyecto se vendería en un mes. Si fuera aún mayor, por ejemplo $2n$, el proyecto se vendería en 0,5 meses, es decir 2 semanas. El modelo de negocios propuesto supone que todas las viviendas estarán vendidas al momento de iniciar la construcción, lo cuál supone una velocidad de venta que tiende a infinito, aunque para los efectos de cálculos es suficiente considerar velocidades un poco mayores a n , ya que el VAN comienza a aumentar con rendimientos decrecientes para altos niveles de v .

Nótese que cada uno de estos escenarios determina el capital de trabajo que debe mantener invertida la inmobiliaria para sus operaciones normales, lo cuál afecta al VAN de la empresa.

Stock de Productos

En la sección Características del Mercado Inmobiliario de la página 10, se mostraron los altos niveles de Stock de productos terminados¹⁵ que se mantienen actualmente en el mercado. En esta sección se demostrará que la naturaleza del negocio inmobiliario, bajo la actual metodología de gestión, posee ciertas características propias que incentivan o inducen a las inmobiliarias a mantener determinados niveles de Stock.

El stock de productos se incrementa con la producción, y disminuye con las ventas, como se muestra en el esquema siguiente:



¹⁵ La muestra también incluye productos semiterminados o “en verde”, pero regularmente (casi en todos los casos) un estado de avance superior al 50%.

En un determinado instante de tiempo t , el stock que mantendrá la inmobiliaria corresponde a la producción acumulada de viviendas hasta ese instante, menos la cantidad acumulada de ventas hasta ese instante.

$$Stock_{(t)} = \frac{Producción}{Acumulada_{(t)}} - \frac{Ventas}{Acumuladas_{(t)}}$$

Ecuación 6

Donde:

$$\frac{Producción}{Acumulada_{(t)}} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ qt & \text{si } 0 < t < \frac{n}{q} \\ n & \text{si } t > \frac{n}{q} \end{cases}$$

Ecuación 7

$$\frac{Ventas}{Acumuladas_{(t)}} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < \frac{xn}{q} \\ v(t - \frac{xn}{q}) & \text{si } \frac{xn}{q} < t < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \\ n & \text{si } t > \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \end{cases}$$

Ecuación 8

Dónde:

- n : Cantidad de viviendas del proyecto (un)
- v : Velocidad de venta del proyecto (un/mes)
- q : Velocidad de construcción del proyecto (un/mes)
- x : Proporción del avance constructivo en que comienzan las ventas (%)
- t : Tiempo transcurrido desde el inicio de la construcción (meses)

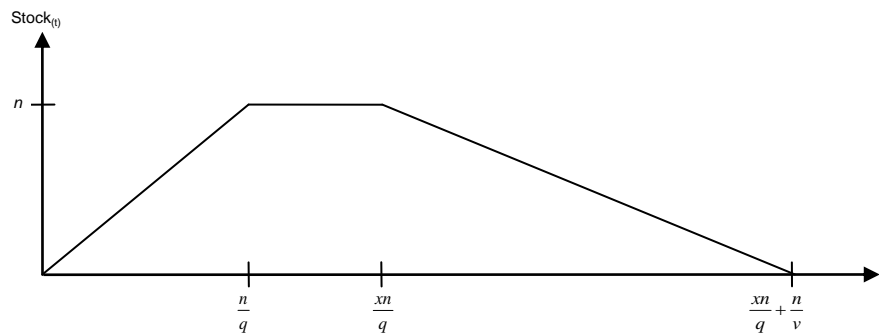
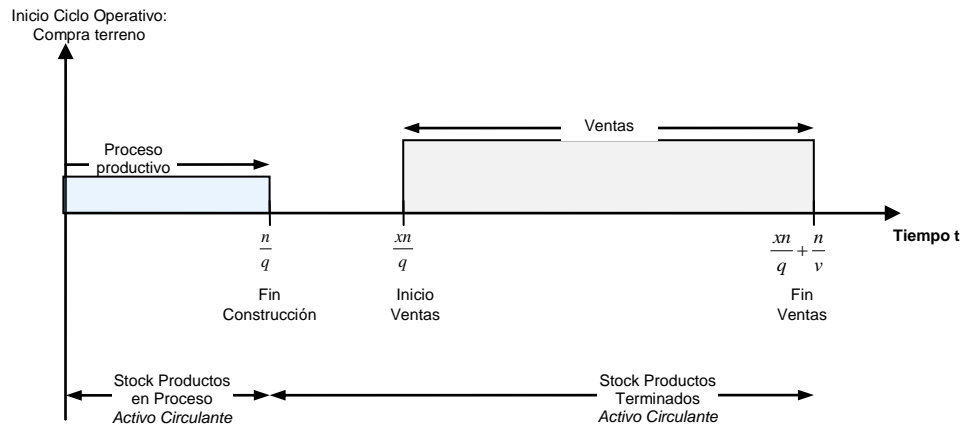
Al reemplazar la producción y ventas acumuladas en la Ecuación 6, aparecen tres casos:

Caso 1: $0 < \frac{n}{q} < \frac{xn}{q} < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v}$

$$Stock_{1(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ qt & \text{si } 0 < t < \frac{n}{q} \\ n & \text{si } \frac{n}{q} < t < \frac{xn}{q} \\ -vt + \frac{vxn}{q} & \text{si } \frac{xn}{q} < t < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \\ 0 & \text{si } t > \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \end{cases}$$

Este caso es aquel en que $x > 100\%$, es decir, aquel en que las ventas comienzan después de finalizada la construcción.

Gráficamente:



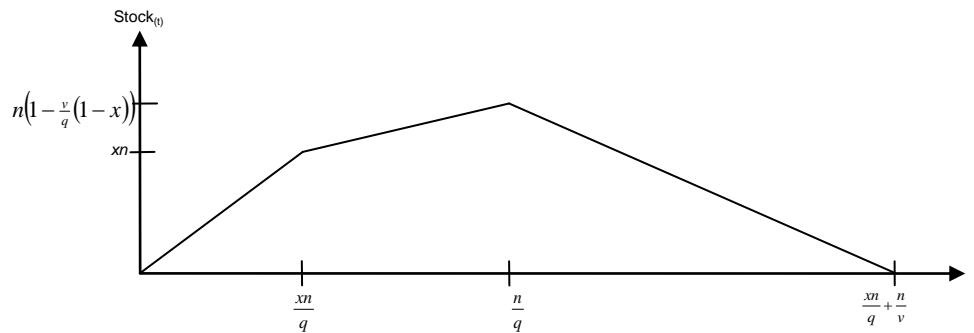
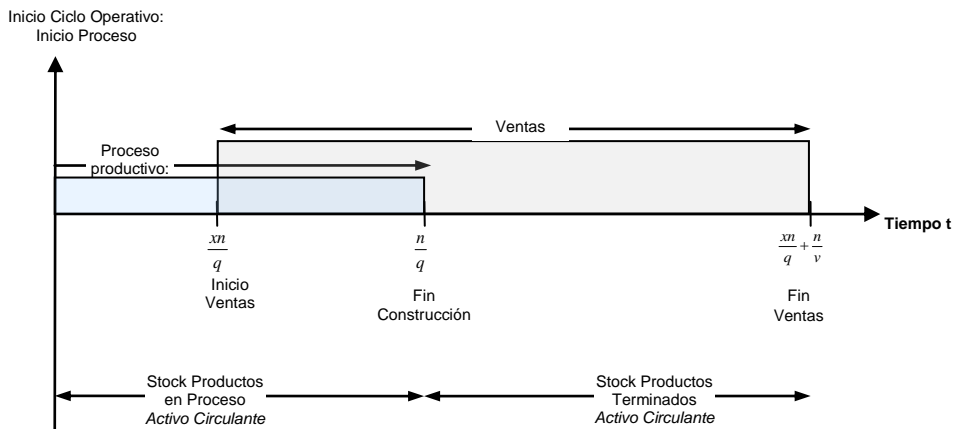
Obsérvese que el stock está expresado en cantidad de viviendas (unidades) y no en su equivalente monetario, como figura en el balance.

Tanto el stock de productos terminados, como el stock de productos en proceso se valoran según el costo directo de producción, por lo tanto, para expresarlo en su equivalente monetario se debe multiplicar la función por el costo directo por unidad de superficie CD_U y la superficie de cada vivienda S .

Caso 2: $0 < \frac{xn}{q} < \frac{n}{q} < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v}$

$$Stock_{2(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ qt & \text{si } 0 < t < \frac{xn}{q} \\ (q-v)t + \frac{vxn}{q} & \text{si } \frac{xn}{q} < t < \frac{n}{q} \\ -vt + \frac{vxn}{q} + n & \text{si } \frac{n}{q} < t < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \\ 0 & \text{si } t > \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \end{cases}$$

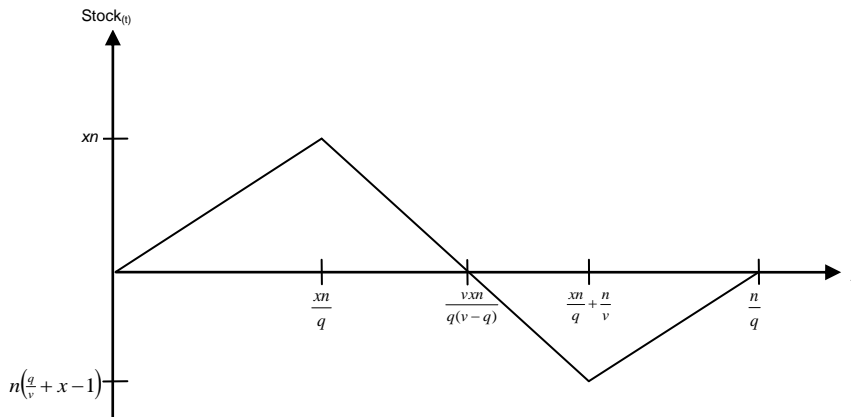
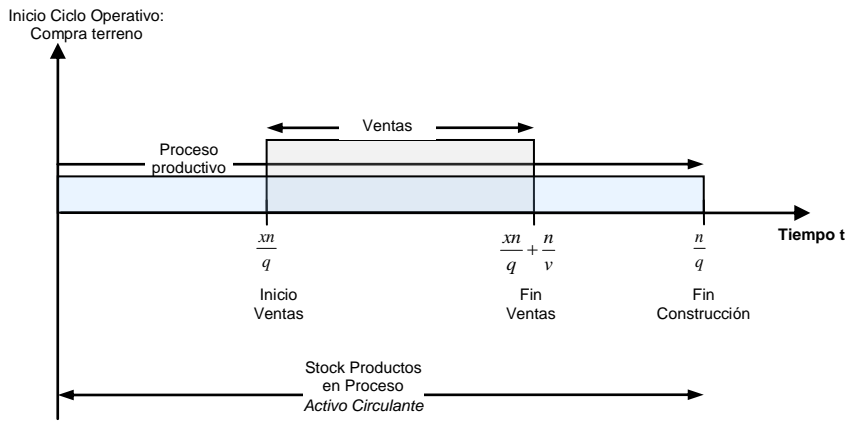
Este caso es aquel en que $x < 100\%$, es decir, aquel en que las ventas comienzan antes de finalizada la construcción y terminan después que ésta finaliza. Esto es lo que ocurre normalmente con la actual metodología de gestión. Gráficamente:



Caso 3: $0 < \frac{xn}{q} < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} < \frac{n}{q}$

$$Stock_{3(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ qt & \text{si } 0 < t < \frac{xn}{q} \\ (q-v)t + \frac{vxn}{q} & \text{si } \frac{xn}{q} < t < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \\ qt - n & \text{si } \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} < t < \frac{n}{q} \\ 0 & \text{si } t > \frac{n}{q} \end{cases}$$

Este caso es aquel en que $x < 100\%$ y las venta terminan antes que termina la construcción. Gráficamente:



En este último caso, se produce un período de tiempo en que el stock es negativo. Esto sucede porque la inmobiliaria no dispone de stock suficiente para descontar las ventas que se están generando rápidamente.

Para los efectos de calcular el capital de trabajo se podría usar un stock negativo (activo negativo), o considerarlo como un pasivo circulante positivo, ya que en ambos casos reduce la cantidad de capital de trabajo de acuerdo a la Ecuación 5. Se usará la segunda alternativa y, el nombre de la cuenta de pasivo será “*Productos por entregar*”.

Nótese que las ventas que se producen antes que termina la construcción, también se podrían considerar en la cuenta “*Productos por entregar*” en lugar de descontarlos de la cuenta “*Productos en proceso*”, pero ambos procedimientos son equivalentes para los efectos de calcular el capital de trabajo y para los efectos contables. No se optará por esta alternativa. Obsérvese que descontarlos de la cuenta “*Productos en Proceso*” equivale a reconocer que el producto, aunque no se haya entregado físicamente, deja de ser un activo de la empresa y comienza a ser del comprador, por otro lado y equivalentemente, considerarlo como un pasivo equivaldría a reconocer el compromiso de la empresa de entregar una vivienda al cliente pero no considerar que la vivienda en proceso comienza a ser del comprador.

En la sección anterior se indicó que para calcular el stock de productos terminados o en proceso, se requiere conocer la *duración de Productos Terminados* o *Duración de Productos en Proceso*, respectivamente. Estas duraciones se pueden calcular a partir de las funciones anteriores, integrando en el intervalo adecuado y dividiendo por la cantidad de viviendas. El fundamento de este procedimiento se explica en el Anexo 3.- Duración de un componente del ciclo operativo de la página 165. Su aplicación entrega los siguientes resultados:

$$\text{Caso 1: } 0 < \frac{n}{q} < \frac{m}{q} < \frac{m}{q} + \frac{n}{v} \Rightarrow x > 1$$

$$\begin{aligned} \text{Duración Productos} \\ \text{En Proceso Casol} \end{aligned} = \frac{1}{n} \int_0^{\frac{n}{q}} \text{Stock}_{1(t)} dt = \frac{n}{2q}$$

Caso 2: $0 < \frac{m}{q} < \frac{n}{q} < \frac{m}{q} + \frac{n}{v} \Rightarrow 1 - \frac{q}{v} < x < 1$

$$\begin{aligned} \text{Duración Productos} \\ \text{En Proceso Caso2} &= \frac{1}{n} \int_0^{\frac{n}{q}} \text{Stock}_{2(t)} dt = \frac{n}{2q} \left(1 - \frac{v}{q} (1-x)^2 \right) \end{aligned}$$

Caso 3: $0 < \frac{m}{q} < \frac{m}{q} + \frac{n}{v} < \frac{n}{q} \Rightarrow x < 1 - \frac{q}{v}$

$$\begin{aligned} \text{Duración Productos} \\ \text{en Proceso} &= \frac{1}{n} \int_0^{\frac{mx}{q(v-q)}} \text{Stock}_{3(t)} dt = \frac{nx^2v}{2q(v-q)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Duración Productos} \\ \text{por Entregar} &= \frac{1}{n} \int_{\frac{mx}{q(v-q)}}^{\frac{n}{q}} \text{Stock}_{3(t)} dt = \frac{n}{2q} \left(1 - \frac{vx}{v-q} \right) \left(\frac{q}{v} + x - 1 \right) \end{aligned}$$

En resumen:

$$\begin{aligned} \text{Duración Productos} \\ \text{En Proceso} &= \begin{cases} \frac{nx^2v}{2q(v-q)} & \text{si} & x < 1 - \frac{q}{v} \\ \frac{n}{2q} \left(1 - \frac{v}{q} (1-x)^2 \right) & \text{si} & 1 - \frac{q}{v} < x < 1 \\ \frac{n}{2q} & \text{si} & x > 1 \end{cases} \end{aligned}$$

Ecuación 9

$$\text{Duración Productos por Entregar} = \begin{cases} \frac{n}{2q} \left(1 - \frac{vx}{v-q} \right) \left(\frac{q}{v} + x - 1 \right) & \text{si } x \leq 1 - \frac{q}{v} \\ 0 & \text{si } x > 1 - \frac{q}{v} \end{cases}$$

Para los productos terminados

Caso 1: $0 < \frac{n}{q} < \frac{xn}{q} < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \Rightarrow x > 1$

$$\text{Duración Productos Terminados Caso 1} = \frac{1}{n} \int_{\frac{n}{q}}^{\frac{xn}{q} + \frac{n}{v}} \text{Stock}_{1(t)} dt = \frac{n}{2v} \left(1 + \frac{2v}{q} (x-1) \right)$$

Caso 2: $0 < \frac{xn}{q} < \frac{n}{q} < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} \Rightarrow 1 - \frac{q}{v} < x < 1$

$$\text{Duración Productos Terminados Caso 2} = \frac{1}{n} \int_{\frac{n}{q}}^{\frac{xn}{q} + \frac{n}{v}} \text{Stock}_{2(t)} dt = \frac{n}{2v} \left(1 - \frac{v}{q} (1-x) \right)^2$$

Caso 3: $0 < \frac{xn}{q} < \frac{xn}{q} + \frac{n}{v} < \frac{n}{q} \Rightarrow x < 1 - \frac{q}{v}$

$$\text{Duración Productos Terminados Caso 3} = 0$$

En resumen:

$$\text{Duración Productos Terminados} = \begin{cases} 0 & \text{si } x < 1 - \frac{q}{v} \\ \frac{n}{2v} \left(1 - \frac{v}{q} (1-x) \right)^2 & \text{si } 1 - \frac{q}{v} < x < 1 \\ \frac{n}{2v} \left(1 + \frac{v}{q} (1-x) \right) & \text{si } x > 1 \end{cases}$$

Ecuación 10

Cuentas Por Cobrar

Cada vez que se produce una venta, la vivienda vendida deja de formar parte del *Stock de Productos Terminados* (o productos en proceso, si ésta fuese realizada en verde). Sin embargo, esto no implica necesariamente que se reciba inmediatamente el efectivo correspondiente, sino que habitualmente es necesario esperar para que esto suceda. En algunas ocasiones la espera es por decisión propia de la empresa, para estimular la demanda, en otras ocasiones se debe a restricciones externas a la empresa, como ocurre precisamente en la venta de viviendas, como se explicará a continuación, otras razones son las condiciones económicas, la solvencia de los clientes y las prácticas habituales de la industria. Pero independientemente del motivo, si la empresa no recibe el efectivo, debe tener los recursos necesarios para financiar las operaciones normales de producción que podría haber financiado con la venta, estos recursos forman parte de la inversión en capital de trabajo que debe realizar la empresa.

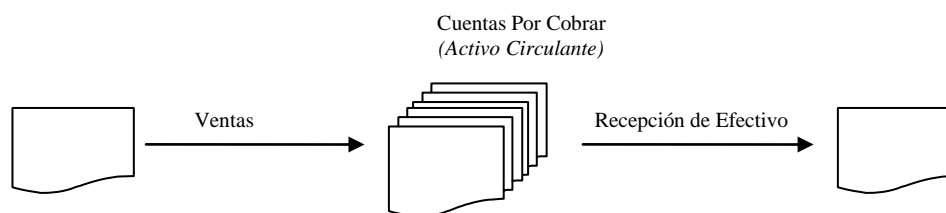
En el caso específico de las viviendas, los clientes normalmente hacen la compra pagando un 25% al contado y el resto con un crédito hipotecario o mutuo endosable convenido con algún banco o institución financiera. Por lo tanto, en principio, la inmobiliaria no otorga crédito a los clientes, salvo en algunos casos particulares especiales que decida hacerlo¹⁶. Sin embargo, esto no la libera de mantener cuentas por cobrar, ya que los bancos o instituciones financieras no entregan inmediatamente el monto del crédito aprobado para el cliente, sino que esperan a que la escritura de compraventa de la propiedad esté inscrita en el conservador de bienes raíces. Para esto, la institución financiera que otorga el crédito realiza, primero, un estudio de títulos de la propiedad, luego realiza una tasación y finalmente se redacta la escritura definitiva de compraventa que debe ser firmada en una notaría por la parte compradora y vendedora. Una vez que el la escritura está firmada, se inscribe en el conservador de bienes raíces.

Por supuesto, la duración de este proceso varía según la institución financiera específica, pero en promedio se puede considerar de 1 mes.

¹⁶ Por ejemplo cuando un cliente no tiene el efectivo suficiente para pagar el pie de la vivienda, y considerando que los bancos no otorgan créditos hipotecarios a quienes no hayan pagado al menos el 25%, ni

Ahora, para poder firmar la escritura de compraventa con el cliente, el edificio debe estar recibido por la municipalidad correspondiente y esto sólo ocurre cuando está totalmente terminado. En consecuencia, todas las ventas que se producen antes de la recepción dan origen a altos niveles de cuentas por cobrar.

La cuenta *Cuentas por Cobrar*, que es una cuenta de activos circulantes, se incrementa conforme se concretan ventas y disminuye conforme se recibe el efectivo proveniente de esas ventas, como se muestra en la figura siguiente:



Por lo tanto en un determinado instante de tiempo, la cantidad de cuentas por cobrar que figura en el balance corresponde a la cantidad de ventas acumuladas hasta ese instante, menos la cantidad acumulada de recepciones de efectivo que se hubiesen recibido hasta ese instante.

$$Cuentas\ Por\ Cobrar_{(t)} = V_{(t)} - E_{(t)}$$

Ecuación 11

Dónde:

- $V_{(t)}$: Ventas Acumuladas hasta el instante t (un)
- $E_{(t)}$: Cantidad acumulada de recepciones de efectivo en t (un)

Consideremos un proyecto en particular con n viviendas que se venden a una velocidad de venta de v viviendas por unidad de tiempo, entonces la cantidad acumulada de ventas es:

mutuos endosables a quienes no hayan pagado al menos el 20%, la inmobiliaria conviene un crédito directo con el cliente para el pago del pie y así el banco aprueba el crédito, y se concreta la venta.

$$V_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ vt & \text{si } 0 < t < \frac{n}{v} \\ n & \text{si } t > \frac{n}{v} \end{cases}$$

Ecuación 12

Dónde:

$V_{(t)}$: Ventas Acumuladas en el instante t (un)
 n : Cantidad de viviendas del proyecto (un)
 v : Velocidad de venta del proyecto (un/mes)

Por otro lado, sabemos que cuando se produce una venta después de la recepción municipal se debe esperar alrededor de 1 mes para recibir el 75% del precio de la vivienda. Cuando se produce antes de recepción municipal, se debe esperar hasta que se consiga la recepción municipal y luego esperar alrededor de 1 mes más para recibir el 75% de todas las viviendas que se hayan vendido antes de la recepción.

Si R es el tiempo que transcurre desde que se inician las ventas hasta que se produce la recepción final, y H el tiempo de rezago con que se recibe el efectivo después de la venta ($H = 1$ mes, aprox.), la cantidad acumulada de recepciones de efectivo sería:

$$E_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < R' + H \\ V_{(R'-H)} & \text{si } t = R' + H \\ V_{(t-H)} & \text{si } t > R' + H \end{cases}$$

Ecuación 13

Dónde:

$E_{(t)}$: Cantidad acumulada de recepciones en efectivo (un)
 $V_{(t)}$: Ventas acumuladas en el instante t (un), definida en Ecuación 12
 R' : Tiempo entre el inicio de ventas hasta la Recepción Municipal (meses)
 H : Tiempo de rezago con que se recibe el efectivo, después de la firma de la promesa de compraventa (meses)

Nótese que se ha definido una nueva variable R' . En función de las variables iniciales, tiene el valor:

$$R' = \frac{n}{q}(1-x) + R$$

Donde:

- R' : Tiempo desde que comienzan las ventas, hasta que se obtiene la recepción municipal.
- n : Cantidad de viviendas del proyecto (un)
- q : Velocidad de construcción del proyecto (un/mes)
- x : Proporción del avance constructivo en que comienzan las ventas (%)
- R : Tiempo desde que finaliza la construcción, hasta que se obtiene la recepción municipal.

Al reemplazar el valor de la Ecuación 12 en la Ecuación 13 aparecen tres casos:

Caso 1: $R' + H < H < \frac{n}{v} + H \Leftrightarrow R' < 0 < \frac{n}{v}$

$$E_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < H \\ v(t-H) & \text{si } H < t < \frac{n}{v} + H \\ n & \text{si } t > \frac{n}{v} + H \end{cases}$$

Caso 2: $H < R' + H < \frac{n}{v} + H \Leftrightarrow 0 < R' < \frac{n}{v}$

$$E_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t \leq R' + H \\ v(t-H) & \text{si } R' + H < t \leq \frac{n}{v} + H \\ n & \text{si } t > \frac{n}{v} + H \end{cases}$$

Caso 3: $H < \frac{n}{v} + H < R' + H \Leftrightarrow 0 < \frac{n}{v} < R'$

$$E_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t \leq R' + H \\ n & \text{si } t > n \end{cases}$$

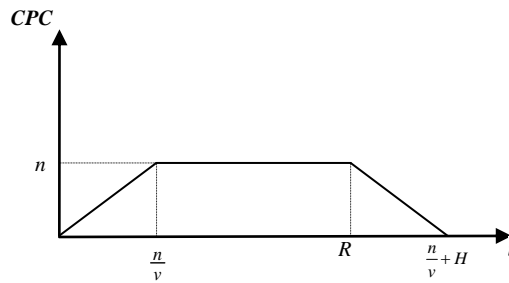
Al remplazar estas expresiones en la Ecuación 11 se obtiene:

Caso 1: $R' + H < H < \frac{n}{v} + H \Leftrightarrow R' < 0 < \frac{n}{v}$ Surgen dos casos adicionales:

Caso 1a: $0 < \frac{n}{v} < H < \frac{n}{v} + H$

$$\text{Cuentas Por Cobrar}_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ vt & \text{si } 0 < t < \frac{n}{v} \\ n & \text{si } \frac{n}{v} < t < H \\ -vt + vH + n & \text{si } H < t < \frac{n}{v} + H \\ 0 & \text{si } t > \frac{n}{v} + H \end{cases}$$

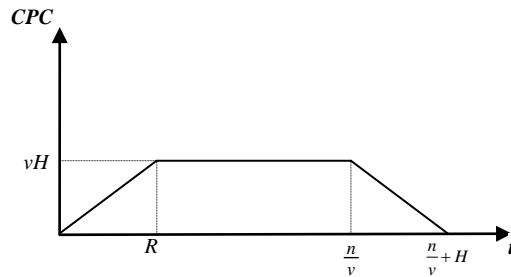
Gráficamente:



Caso 1b: $0 < H < \frac{n}{v} < \frac{n}{v} + H$

$$\text{Cuentas Por Cobrar}_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ vt & \text{si } 0 < t < H \\ vH & \text{si } H < t < \frac{n}{v} \\ -vt + vH + n & \text{si } \frac{n}{v} < t < \frac{n}{v} + H \\ 0 & \text{si } t > \frac{n}{v} + H \end{cases}$$

Gráficamente:

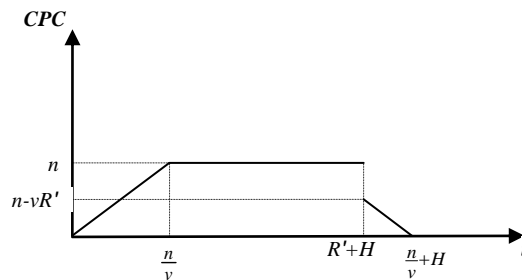


Caso 2: $H < R' + H < \frac{n}{v} + H \Leftrightarrow 0 < R' < \frac{n}{v}$ Nuevamente, al hacer el reemplazo, surgen dos casos:

Caso 2a: $0 < \frac{n}{v} < R' + H < \frac{n}{v} + H$

$$\text{Cuentas Por Cobrar}_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ vt & \text{si } 0 < t < \frac{n}{v} \\ n & \text{si } \frac{n}{v} < t < R' + H \\ -vt + vH + n & \text{si } R' + H < t < \frac{n}{v} + H \\ 0 & \text{si } t > \frac{n}{v} + H \end{cases}$$

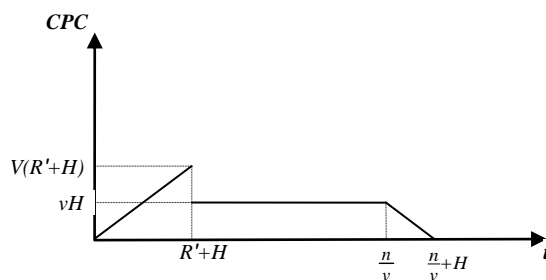
Gráficamente:



Caso 2b: $0 < R' + H < \frac{n}{v} < \frac{n}{v} + H$

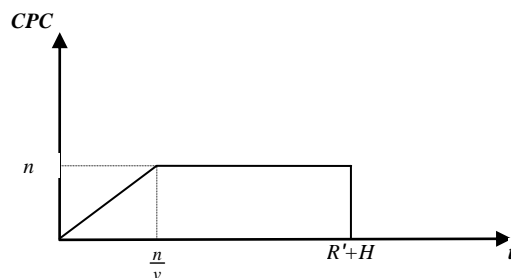
$$\text{Cuentas Por Cobrar}_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ vt & \text{si } 0 < t < R' + H \\ vH & \text{si } R' + H < t < \frac{n}{v} \\ -vt + vH + n & \text{si } \frac{n}{v} < t < \frac{n}{v} + H \\ 0 & \text{si } t > \frac{n}{v} + H \end{cases}$$

Gráficamente:



Caso 3: $H < \frac{n}{v} + H < R' + H \Leftrightarrow 0 < \frac{n}{v} < R'$

$$\text{Cuentas Por Cobrar}_{(t)} = \begin{cases} 0 & \text{si } t < 0 \\ vt & \text{si } 0 < t < \frac{n}{v} \\ n & \text{si } \frac{n}{v} < t < R' + H \\ 0 & \text{si } t > R' + H \end{cases}$$



Al igual que en la sección anterior, las duraciones de las Cuentas por cobrar se pueden calcular (a partir de las funciones anteriores) integrando en el intervalo adecuado y dividiendo por la cantidad de viviendas. El fundamento de este procedimiento se explica en el Anexo 3.- Duración de un componente del ciclo operativo de la página 165. Su aplicación entrega los siguientes resultados:

Caso 1: $R' < 0 < \frac{n}{v}$

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar Caso1} = \frac{1}{n} \int_0^R CPC_{(t)} dt = \frac{1}{n} \left[\int_0^{\frac{n}{v}} vt dt + \int_{\frac{n}{v}}^H n dt + \int_H^{\frac{n+H}{v}} (-vt + vH + n) dt \right]$$

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar Caso1} = H$$

Para los cálculos se usó el *caso 1a*. Si se hubiese usado el *caso 1b* se obtiene el mismo resultado.

Caso 2: $\frac{n}{v} > R - H$

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar Caso2} = \frac{1}{n} \int_0^R CPC_{(t)} dt = \frac{1}{n} \left[\int_0^{\frac{n}{v}} vt dt + \int_{\frac{n}{v}}^{R'+H} n dt + \int_{R'+H}^{\frac{n+H}{v}} (-vt + vH + n) dt \right]$$

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar Caso2} = \frac{vR'^2}{2n} + H$$

Para los cálculos se usó el *caso 2a*. Si se hubiese usado el *caso 2b* se obtiene el mismo resultado.

Caso 3.

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar Caso 3} = \frac{1}{n} \int_0^R CPC_{(t)} dt = \frac{1}{n} \left[\int_0^{\frac{n}{v}} vt dt + \int_{\frac{n}{v}}^{R+H} n dt \right]$$

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar Caso 3} = R' + H - \frac{n}{2v}$$

En resumen:

$$\text{Duración Cuentas por Cobrar} = \begin{cases} H & \text{si } R' < 0 \\ \frac{vR'^2}{2n} + H & \text{si } 0 < R' < \frac{n}{v} \\ R' + H - \frac{n}{2v} & \text{si } R' > \frac{n}{v} \end{cases}$$

Ecuación 14

Donde:

- n : Cantidad de viviendas por proyecto (viviendas)
- v : Velocidad a la cuál se vende cada proyecto (viviendas/mes)
- R' : Tiempo entre el inicio de ventas hasta la Recepción Municipal (meses)
- H : Tiempo de rezago con que se recibe el efectivo, después de la firma de la promesa de compraventa (meses)

A continuación se muestra un ejemplo donde se aplican los resultados anteriores.

Metodología Tradicional

Supongamos que estamos interesados en calcular la inversión en capital de trabajo de una empresa que tiene una participación de mercado de un 1%, y que desarrolla proyectos de 30 viviendas de 140 m², en promedio. Además se sabe que la empresa construye a una velocidad de 700 m²/mes, y que cada proyecto enfrenta una demanda promedio de 1 vivienda mensual. Las ventas comienzan cuando el proyecto tiene un avance del 50%, el precio de venta es de 44,7 UF/m² y el costo directo es de 35,56 UF/m². Solución:

Datos del Problema: Metodología Tradicional

$$\begin{aligned}n &= 30 \\q &= 700/140 = 5 \text{ un/mes} \\v &= 1 \text{ un/mes} \\x &= 50\% \\Q &= 0,01 \cdot 873.513 = 8.735 \text{ m}^2/\text{año} \\CD_u &= 35,56 \text{ UF/m}^2 \\P &= 45,77 \text{ UF/m}^2\end{aligned}$$

Datos Generales de la Industria:

$$\begin{aligned}H &= 1 \text{ mes} \\R &= 2 \text{ meses}\end{aligned}$$

Donde:

<i>n</i> :	Cantidad de viviendas por proyecto (viviendas)
<i>q</i> :	Velocidad de Construcción (un/mes)
<i>v</i> :	Velocidad de Venta por proyecto (un/mes)
<i>x</i> :	Proporción del avance constructivo en que comienzan las ventas (%)
<i>H</i> :	Tiempo de rezago con que se recibe el efectivo del crédito solicitado por el cliente desde la firma de promesa (meses)
<i>R</i> :	Tiempo entre el fin de la construcción hasta la Recepción Municipal (meses)
<i>CD_u</i> :	Costo directo de construcción por unidad de superficie construida (UF/m ²)
<i>P</i> :	Precio de venta por unidad de superficie construida (UF/m ²)

Obsérvese que para conseguir un nivel de producción de 8.735 m²/año, la empresa debe desarrollar un proyecto cada 5.8 meses, esto es:

$$I = \frac{n}{q_T} = \frac{30}{8.735} \cdot 140 = 0,48 \text{ años} = 5,8 \text{ meses}$$

De Ecuación 9 y Ecuación 10 de se obtiene:

$$\begin{array}{l} \textit{Duración Productos} \\ \textit{en Proceso} \end{array} = 2,85 \textit{ meses}$$

$$\begin{array}{l} \textit{Duración Productos} \\ \textit{por Entregar} \end{array} = 0 \textit{ meses}$$

$$\begin{array}{l} \textit{Duración Productos} \\ \textit{Terminados} \end{array} = 12,15 \textit{ meses}$$

Obsérvese que la suma de la duración de productos en proceso y terminados corresponde a la duración del stock total, que es igual 15 meses. Recordemos de la sección Mercado General de la página 10, que la duración promedio del mercado es 15,7 meses, lo que significa que el ejemplo es representativo del mercado y de la actual metodología de gestión.

Para determinar la duración de las cuentas por cobrar se debe calcular el tiempo entre el inicio de ventas y la recepción Municipal R' :

$$R' = \frac{n}{q}(1-x) + R = 5 \textit{ meses}$$

De la Ecuación 14:

$$\begin{array}{l} \textit{Duración Cuentas} \\ \textit{por Cobrar} \end{array} = 1,42 \textit{ meses}$$

A continuación se muestran los resultados anteriores:

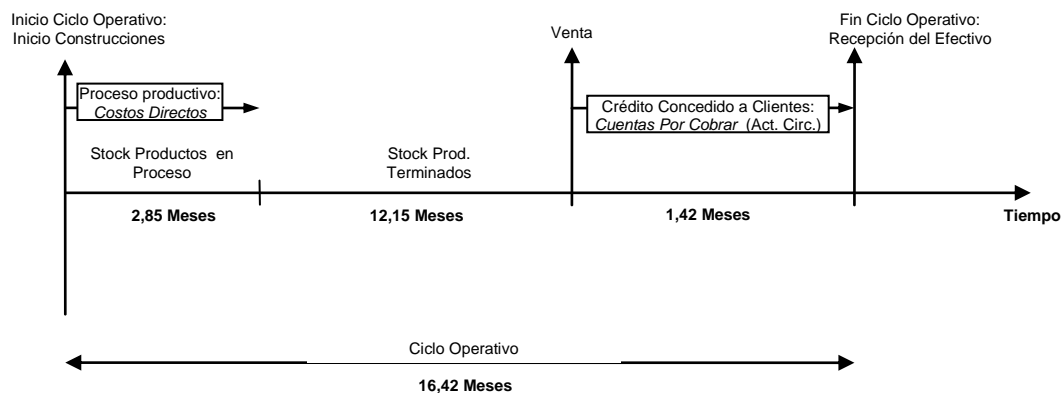


Figura 15: Ciclo operativo de una Inmobiliaria Típica. Metodología Tradicional

De Fórmula 8, Fórmula 9 y Fórmula 5 (Pág. 108):

Activos Circulantes:

$$\text{Productos en Proceso} = \left(\frac{\text{Duración Productos en Proceso}}{\text{en Proceso}} \right) \left(\frac{\text{Costo de Producción}}{\text{Producción}} \right) = \left(\frac{2,85}{12} \right) \cdot (35,56 \cdot 8.735) = 73.766 \text{ UF}$$

$$\text{Productos Terminados} = \left(\frac{\text{Duración Productos en Terminados}}{\text{en Terminados}} \right) \left(\frac{\text{Costo de Producción}}{\text{Producción}} \right) = \left(\frac{12,15}{12} \right) \cdot (35,56 \cdot 8.735) = 314.476 \text{ UF}$$

$$\text{Cuentas por Cobrar} = \left(\frac{\text{Duración Cuentas por Cobrar}}{\text{por Cobrar}} \right) \left(\frac{\text{Ventas a Crédito}}{\text{Crédito}} \right) = \left(\frac{1,42}{12} \right) \cdot (0,75 \cdot 45,77 \cdot 8.735) = 35.401 \text{ UF}$$

Pasivos Circulantes:

$$\text{Productos por Entregar} = \left(\frac{\text{Duración Productos por Entregar}}{\text{por Entregar}} \right) \left(\frac{\text{Costo de Producción}}{\text{Producción}} \right) = 0$$

En consecuencia, por concepto de capital de trabajo la inmobiliaria deberá mantener invertido 423.643 UF¹⁷, que corresponde a la suma de los activos circulantes calculados anteriormente.

Metodología Planteada

Consideremos ahora, las mismas condiciones del ejemplo anterior, pero suponiendo que se desarrolla de acuerdo a la metodología planteada. La metodología planteada supone que todas las ventas se realizan antes del inicio de las construcciones, para acercarse a ese escenario se debe considerar que las ventas comienzan junto con la construcción ($x = 0\%$) y que la velocidad de venta mensual es muy alta, por ejemplo $v = 4 \cdot n$, lo que significaría que las ventas se producen en una semana.

Datos del Problema: Metodología Planteada

$$\begin{aligned} n &= 30 \\ q &= 700/140 = 5 \text{ un/mes} \\ v &= 120 \text{ un/mes} \\ x &= 0\% \\ Q &= 0,01 \cdot 873.513 = 8.735 \text{ m}^2/\text{año} \\ CD_u &= 35,56 \text{ UF/m}^2 \\ P &= 45,77 \text{ UF/m}^2 \end{aligned}$$

Datos Generales de la Industria:

$$\begin{aligned} H &= 1 \text{ mes} \\ R &= 2 \text{ meses} \end{aligned}$$

Donde:

n :	Cantidad de viviendas por proyecto (viviendas)
q :	Velocidad de Construcción (un/mes)
v :	Velocidad de Venta por proyecto (un/mes)
x :	Proporción del avance constructivo en que comienzan las ventas (%)
H :	Tiempo de rezago con que se recibe el efectivo del crédito solicitado por el cliente desde la firma de promesa (meses)
R :	Tiempo entre el fin de la construcción hasta la Recepción Municipal (meses)
CD_u :	Costo directo de construcción por unidad de superficie construida (UF/m ²)
P :	Precio de venta por unidad de superficie construida (UF/m ²)

De Ecuación 9 y Ecuación 10 de se obtiene:

¹⁷ Esta medida se podría refinar más, restando pasivos circulantes que surjan como consecuencia de sueldos devengados o impuestos acumulados, así como también otros activos circulantes, sin embargo, estos ajustes no incidirán significativamente en el resultado obtenido.

$$\begin{array}{l} \text{Duración Productos} \\ \text{en Proceso} \end{array} = 0 \text{ meses}$$

$$\begin{array}{l} \text{Duración Productos} \\ \text{por Entregar} \end{array} = 2,88 \text{ meses}$$

$$\begin{array}{l} \text{Duración Productos} \\ \text{Terminados} \end{array} = 0 \text{ meses}$$

Igual que en el caso anterior, para determinar la duración de las cuentas por cobrar se debe calcular el tiempo entre el inicio de ventas y la recepción Municipal R' :

$$R' = \frac{n}{q}(1-x) + R = 8 \text{ meses}$$

De la Ecuación 14:

$$\begin{array}{l} \text{Duración Cuentas} \\ \text{por Cobrar} \end{array} = 8,88 \text{ meses}$$

De Fórmula 8, Fórmula 9 y Fórmula 5 (Pág. 108):

Activos Circulantes:

$$\begin{array}{l} \text{Productos} \\ \text{en Proceso} \end{array} = \left(\begin{array}{l} \text{Duración Productos} \\ \text{en Proceso} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} \text{Costo de} \\ \text{Producción} \end{array} \right) = 0 \text{ UF}$$

$$\begin{array}{l} \text{Productos} \\ \text{Terminados} \end{array} = \left(\begin{array}{l} \text{Duración Productos} \\ \text{Terminados} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} \text{Costo de} \\ \text{Producción} \end{array} \right) = 0 \text{ UF}$$

$$\begin{array}{l} \text{Cuentas por} \\ \text{Cobrar} \end{array} = \left(\begin{array}{l} \text{Duración Cuentas} \\ \text{por Cobrar} \end{array} \right) \left(\begin{array}{l} \text{Ventas a} \\ \text{Crédito} \end{array} \right) = \left(\frac{8,88}{12} \right) \cdot (0,75 \cdot 45,77 \cdot 8.735) = 221.778 \text{ UF}$$

Pasivos Circulantes:

$$\text{Productos por Entregar} = \left(\frac{\text{Duración Productos}}{\text{por Entregar}} \right) \left(\frac{\text{Costo de Producción}}{\text{Producción}} \right) = \left(\frac{2,88}{12} \right) \cdot (35,56 \cdot 8.735) = 74.413 \text{ UF}$$

En consecuencia, la inmobiliaria deberá mantener invertido 147.365 UF por concepto de capital de trabajo, que corresponde a la suma de los activos circulantes menos los pasivos circulantes.

En los gráficos siguientes se muestra la forma en que varían los componentes del capital de trabajo en la medida que cambia la velocidad de venta v , o la proporción de avance constructivo en que comienzan las ventas x .

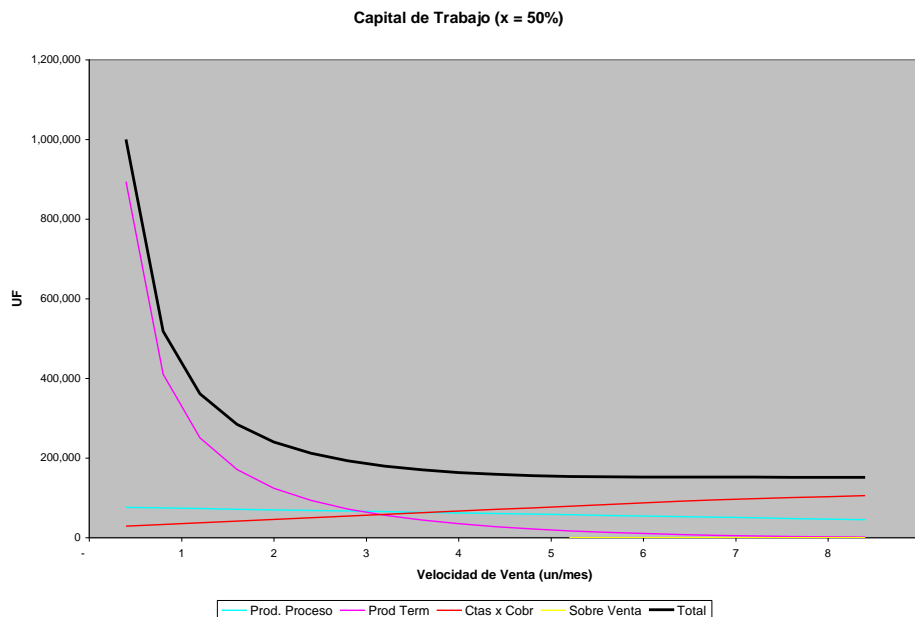


Gráfico 17: Capital de trabajo, con x = 50%

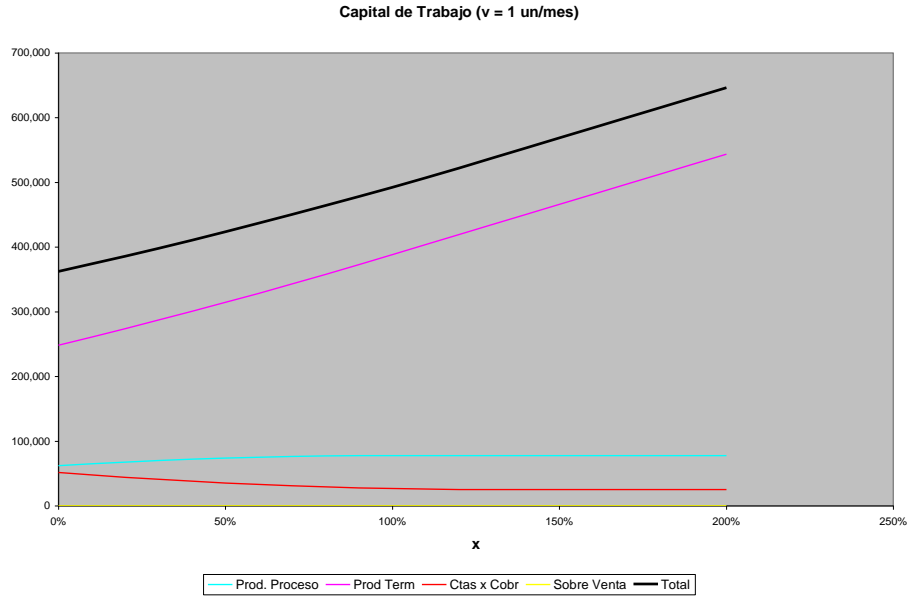


Gráfico 18: Capital de Trabajo, con v = 1 un/mes

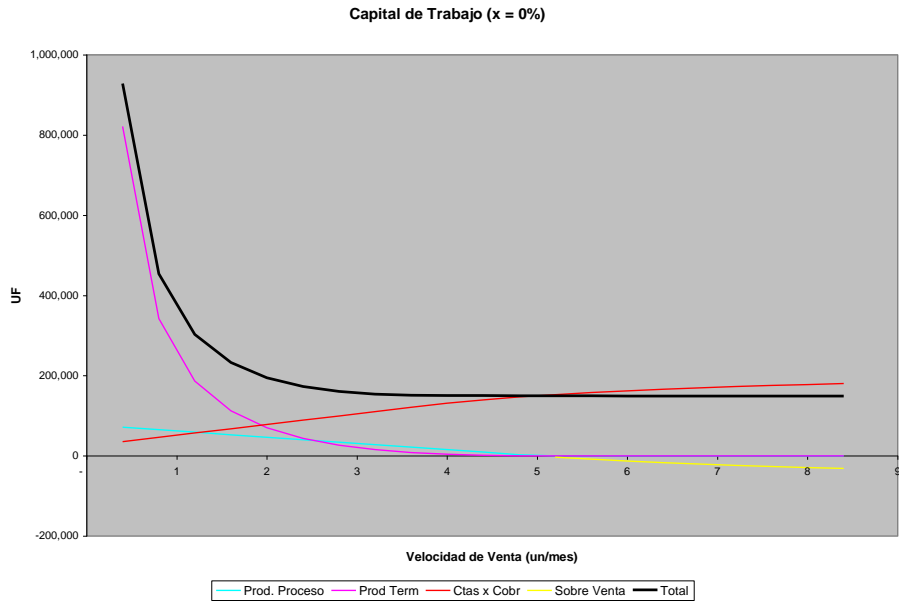


Gráfico 19: Capital de trabajo, con x = 0%

De las expresiones anteriores se puede inferir que el capital de trabajo aumenta proporcionalmente al nivel de producción, en consecuencia, mientras mayor sea el nivel de producción mayor será el capital de trabajo que se requiere. El desembolso de esta inversión se debe realizar antes del período en que se incremente el nivel de producción, así por ejemplo, si una empresa en funcionamiento decide incrementar su producción en el año t , deberá realizar la inversión, en capital de trabajo, el año $t - 1$. De lo contrario, el año t tendría problemas de liquidez, aunque estrictamente hablando, el tiempo de anticipación en que debe hacerse el desembolso de la inversión de capital de trabajo puede variar dependiendo de la longitud del ciclo operativo. No obstante, en una evaluación en que se utilizan períodos de tiempo de un año, se considera adecuado considerarlo el año anterior.

Cuando se trata de empresas nuevas, que recién comienzan sus operaciones el año 1, el desembolso de la inversión en capital de trabajo se debe considerar en el año 0, al igual que todas las demás inversiones. Ahora, si se espera un incremento de la producción en el año 2, el desembolso del incremento en capital de trabajo, se deberá realizar el año 1.

Una buena planificación de los requerimientos financieros que demanda el crecimiento de una empresa previene eventuales problemas de liquidez.

En la evaluación de metodología planteada se considerará un crecimiento lineal durante los cinco primeros años, y luego se supone una participación de mercado constante, en consecuencia, desde al año 0, hasta el año 4, se consideran las correspondientes inversiones en capital de trabajo.

Costo de Capital

El costo de capital representa aquella tasa que se utiliza para determinar el valor actual de los flujos futuros que genera un proyecto o negocio y corresponde a la rentabilidad que se le debe exigir a la inversión por renunciar a un uso alternativo de los recursos involucrados en la iniciativa.

Esta tasa depende del riesgo involucrado, mientras mayor es el riesgo de un proyecto, mayor es el costo de capital exigido. En principio, cada proyecto tiene su propia tasa de descuento según su propio riesgo, sin embargo generalmente ésta se aproxima a la

tasa global de la empresa, que puede calcularse a través del modelo CAPM, siempre que la empresa posea presencia bursátil (transe en bolsa).

En general, las empresas pertenecientes a una misma industria poseen similar Costo de Capital, por este motivo, cuando una empresa no posee presencia bursátil, el costo de capital se aproxima al de una empresa de actividad similar que lo haga.

Para el caso específico de la industria habitacional, una empresa adecuada para determinar el costo de capital es Besalco. En el anexo 2.- Costo de Capital de la Industria Inmobiliaria de la página 161, se muestra una parte de un trabajo realizado por el departamento de estudios de la Cámara Chilena de la Construcción, donde se realiza este cálculo. Ahí se concluye que el costo de capital anual ρ de la industria es:

$$\rho = 16,9\%$$

Este corresponde al costo de capital nominal anual, pero dado que en la evaluación se utilizarán valores en UF, los flujos se deben descontar según el costo de capital real anual r_a . Sabemos que:

$$(1 + \rho) = (1 + r_a) \left(1 + \frac{\text{tasade}}{\text{Inflación}} \right) \Rightarrow r_a = \frac{(1 + \rho)}{\left(1 + \frac{\text{Tasade}}{\text{Inflación}} \right)} - 1$$

Si suponemos una tasa de inflación esperada de 3%,

$$r_a = \frac{(1 + 0,169)}{(1 + 0,03)} = 13,5\%$$

Y el costo de capital real mensual r_m será:

$$r_m = (1 + r_a)^{\frac{1}{12}} - 1 = 1,06\%$$

Participación de Mercado

En la Tabla 11 se muestra el stock y superficie promedio para cada una de las comunas en el mes de Mayo de 2003. En el caso de las casas, se observa que tienen un promedio de 97,99 m², y los departamentos de 71,6 m².

Mercado de Casas:

Comuna	Stock Mayo 2003	Superficie Prom (m2)
La Florida	282	103,2
Puente Alto	762	66,1
Peñalolén	595	121,2
Maipu-Cerrillos	597	78,0
Quilicura	447	74,4
Las Condes	152	152,2
Lo Barnechea	310	178,4
La Reina	104	137,2
Huechuraba	439	135,9
San Bernardo	599	60,6
Total/Promedio	4.287	97,99

Mercado de Departamentos:

Comuna	Stock Mayo 2003	Superficie Prom (m2)
Providencia	707	78,8
Las Condes	1.403	100,6
Lo Barnechea	112	157,5
Colón	610	88,8
El Golf	234	104,3
Vitacura	1.007	118,1
Ñuñoa	681	70,4
Centro	4.601	46,5
San Miguel	691	65,3
La Florida-Pte Alto	384	73,3
Maipu Cerrillos	195	70
Total/Promedio	10.625	71,60

Tabla 11: Stock y Superficie promedio Mayo 2003

Fuete: Informe Inmobiliario Cámara Chilena de la Construcción

En la Tabla 12 se muestran las ventas anuales de casas y departamentos nuevos en unidades desde 1994, hasta 2002.

Ventas Anuales			
Año	Casa	Dptos	Total
1994	4.911	4.221	9.132
1995	6.197	5.557	11.754
1996	5.929	5.956	11.885
1997	4.968	6.856	11.824
1998	2.970	4.203	7.173
1999	4.983	5.463	10.446
2000	4.679	3.490	8.169
2001	5.587	5.075	10.662
2002	5.732	6.082	11.814
Promedio	5.106	5.211	10.318

**Tabla 12 Fuente: Informe Inmobiliario
Cámara Chilena de la Construcción**

Si suponemos que el promedio de la superficie de casas y departamentos se ha mantenido aproximadamente constante desde 1994, podemos calcular la superficie vendida total de casas y departamentos en cada año, y luego determinar un promedio. Este resultado se puede obtener también multiplicando la cantidad promedio de ventas por la superficie promedio, esto es:

$$\begin{array}{l} \textit{Superficie Vendida} \\ \textit{Anual Casas} \end{array} = 97,99 \cdot 5.106 = 500.348 \text{ m}^2$$

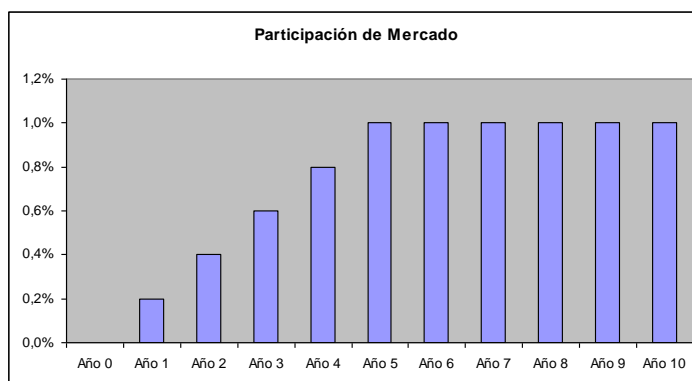
$$\begin{array}{l} \textit{Superficie Vendida} \\ \textit{Anual Departamentos} \end{array} = 71,6 \cdot 5.211 = 373.165 \text{ m}^2$$

$$\begin{array}{l} \textit{Superficie Vendida} \\ \textit{Anual Viviendas} \end{array} = 500.348 + 373.165 = 873.513 \text{ m}^2$$

En consecuencia, en el mercado se venden anualmente al rededor de 873.500 m².

En la sección Punto de Equilibrio de la página 99, se determinó el nivel de producción anual mínimo, para tener un ingreso operacional positivo (1.582 m²), que comparada con la superficie total del mercado, corresponde al 0,1812%.

En la evaluación se supondrá que durante los primeros 5 años de operación, la participación de mercado aumenta linealmente, hasta llegar a un nivel determinado, y luego permanecerá constante. En principio, este nivel de operación será de un 1% del mercado, y más adelante, se verá el efecto de abarcar una mayor participación.



El equivalente en superficie construida será:

	Participación	Superficie Construida m ²
Año 0	0,0%	0
Año 1	0,2%	1.747
Año 2	0,4%	3.494
Año 3	0,6%	5.241
Año 4	0,8%	6.988
Año 5	1,0%	8.735
Año 6	1,0%	8.735
Año 7	1,0%	8.735
Año 8	1,0%	8.735
Año 9	1,0%	8.735
Año 10	1,0%	8.735

Flujo de Caja

Flujo de Caja 1 Metodología Planteada (UF)

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Participación		0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Superficie Construida		1.747	3.494	5.241	6.988	8.735	8.735	8.735	8.735	8.735	8.735
Ingresos	79.965	159.930	159.930	239.895	319.860	399.825	399.825	399.825	399.825	399.825	399.825
Costos Fijos		(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)
Gastos Administrativos		(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)
Gastos Generales		(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)
Total Costos Fijos		(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)
Costos Directos		(33.277)	(66.553)	(99.830)	(133.107)	(166.383)	(166.383)	(166.383)	(166.383)	(166.383)	(166.383)
Adquisición de terrenos		(24.458)	(48.917)	(73.375)	(97.833)	(122.292)	(122.292)	(122.292)	(122.292)	(122.292)	(122.292)
Costos de Construcción		(3.630)	(7.261)	(10.891)	(14.521)	(18.152)	(18.152)	(18.152)	(18.152)	(18.152)	(18.152)
Honorario Profesionales		(489)	(978)	(1.468)	(1.957)	(2.446)	(2.446)	(2.446)	(2.446)	(2.446)	(2.446)
Publicidad		(264)	(528)	(792)	(1.057)	(1.321)	(1.321)	(1.321)	(1.321)	(1.321)	(1.321)
Permiso Construcción		(62.119)	(124.237)	(186.356)	(248.475)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)
Total Costos Directos		(62.119)	(124.237)	(186.356)	(248.475)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)
Utilidad Operacional	1.682	19.528	19.528	37.374	55.221	73.067	73.067	73.067	73.067	73.067	73.067
Valor Residual		(297)	(288)	(280)	(272)	(264)	(256)	(249)	(241)	(234)	541.432
Depreciación(-)											(234)
Valor Libro Activos Fijos (-)											(12.000)
Utilidad antes de Impuesto	1.385	19.240	19.240	37.094	54.949	72.803	72.811	72.818	72.826	72.833	602.265
Impuesto (15%)		(208)	(2.886)	(5.564)	(8.242)	(10.920)	(10.922)	(10.923)	(10.924)	(10.925)	(90.340)
Depreciación (+)		297	288	280	272	264	256	249	241	234	234
Valor Libro Activos Fijos (+)											12.000
Utilidad después de Impuestos	1.474	16.642	16.642	31.810	46.978	62.147	62.145	62.144	62.143	62.142	524.160
Inversión											
Terreno											(8.000)
Montaje Viviendas Piloto y Oficina											(14.400)
Capital de Trabajo		(29.473)	(29.473)	(29.473)	(29.473)	0	0	0	0	0	0
Otras Inversiones											(1.394)
Total Inversión											(63.267)
Flujo de Caja	-53.267	-27.999	-12.831	2.337	17.505	62.147	62.145	62.144	62.143	62.142	524.160

Van	202.214
TIR	33,23%

Análisis de Sensibilidad

En el Flujo de Caja 1 se consideró que el quinto año se logra una participación del 1%, y se consigue un VAN positivo, es decir basta con que un 1% del mercado considere que participar en el diseño de su vivienda es una alternativa atractiva y estén dispuestos a concretar su compra, para que la empresa sea rentable. Sin embargo, la estructura organizacional considerada permite mayores niveles de producción, y aunque una mayor participación demanda mayores requerimientos de capital de trabajo, la rentabilidad de la empresa puede aumentar considerablemente, según se muestra en los gráficos siguientes.

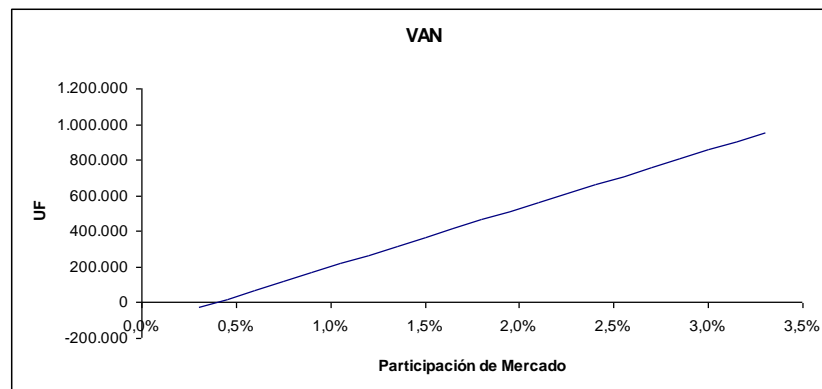


Gráfico 20: VAN de la Empresa, para diferentes niveles de participación de mercado.

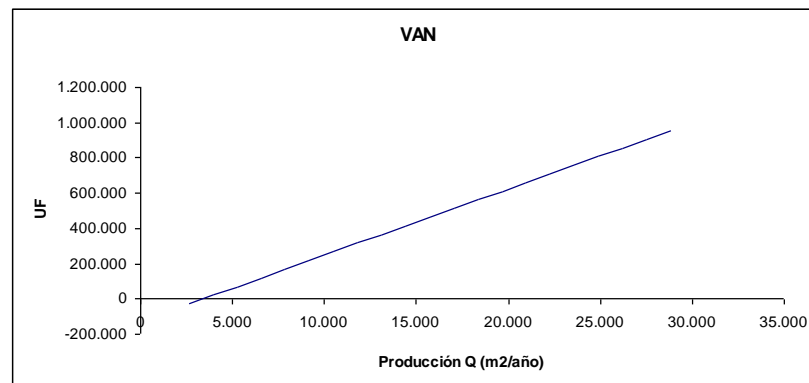


Gráfico 21: VAN de la Empresa, para diferentes niveles de producción.

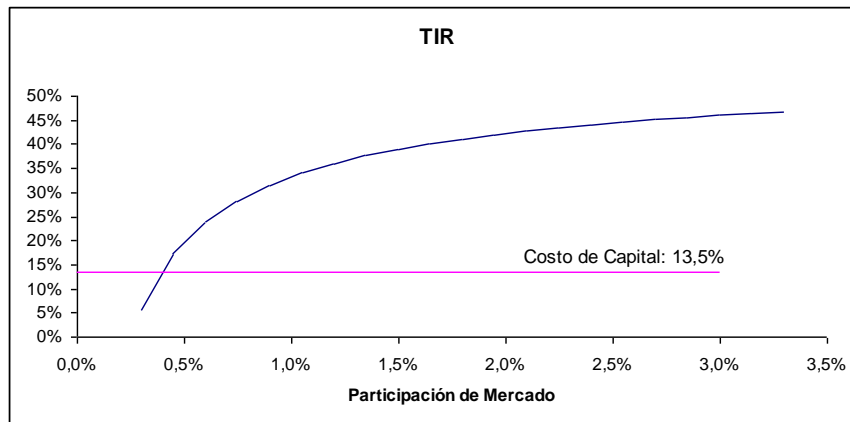


Gráfico 22: TIR de la Empresa, para diferentes niveles de participación

Comparación con la Metodología Tradicional

Desde el punto de vista de la evaluación económica, existen tres grandes diferencias entre la actual metodología de gestión y la metodología planteada:

- Velocidad de venta (v)
- Proporción de avance constructivo en que comienzan las ventas (x)
- Inversión en Activos fijos.

Las dos primeras determinan, como ya se explicó, el capital de trabajo de la empresa. Mientras menor es la velocidad de venta, y mayor la proporción del avance constructivo en que comienzan las ventas, mayor es el capital de trabajo que debe mantener invertido la empresa.

La tercera diferencia se relaciona con las inversiones en las instalaciones. Para el caso de la metodología planteada, se ha considerado la construcción de viviendas de exposición para apoyar el proceso de elección de los clientes que los actuales modelos de gestión no necesitan. En consecuencia, la inversión (sin incluir el capital de trabajo) se reduce fácilmente a un cuarto del monto requerido para la metodología propuesta.

Adicionalmente, existen otras diferencias menos importantes, como por ejemplo los gastos en conciliar las diversas preferencias o en desarrollar las animaciones virtuales, sin embargo en general estos factores tienden a compensarse con otros y no tienen demasiada incidencia, por lo que no serán considerados.

En principio no se considerará la reducción en los activos fijos, esto permitirá estudiar aisladamente el “Efecto Capital de Trabajo”, como se aprecia en el Gráfico 23.

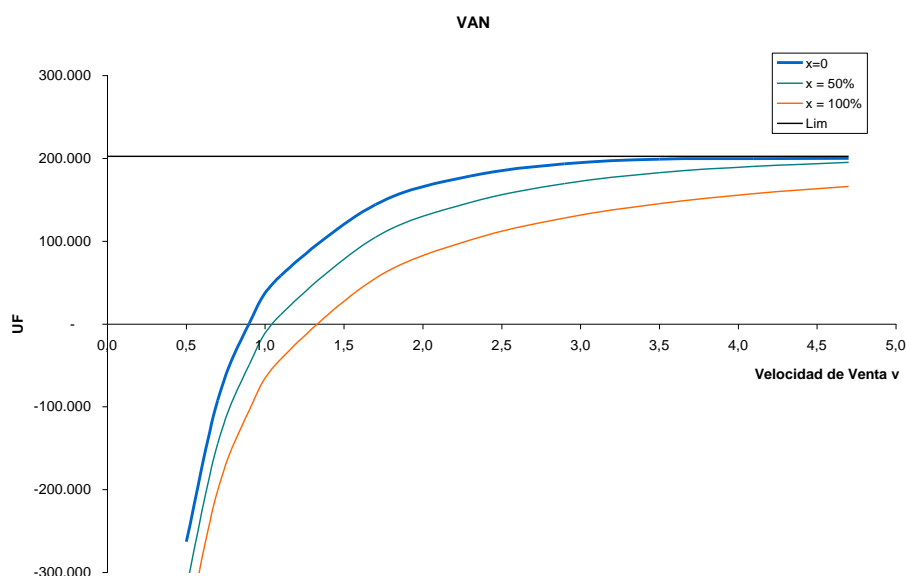


Gráfico 23

Si la velocidad de venta comienza a disminuir, el capital de trabajo aumenta (Gráfico 19) y el VAN de la empresa disminuye. La curva de color azul, del Gráfico 23 supone que las ventas comienzan al mismo tiempo que la construcción ($x = 0\%$), en consecuencia, en la medida que la velocidad de venta aumenta, la curva converge al VAN que se muestra en el Flujo de Caja 1. Para el caso de la metodología tradicional, las ventas comienzan, generalmente, cuando el avance constructivo es superior al 50%. Las curvas de color verde y roja muestran los resultados según esos escenarios.

Se considera que un escenario representativo de la actual metodología de gestión, para una empresa que desarrolla proyectos de 30 unidades, es aquel en que la velocidad de venta es de una unidad mensual ($v = 1$ un/mes) y que las ventas comienzan cuando el avance constructivo es del $x = 50\%$. Con esto se observa, del Gráfico 23, que el VAN de la empresa es prácticamente cero, más precisamente es -15.721 UF y la TIR es 12,63% (menor que el costo de capital de $r_a = 13,5\%$).

Sin embargo, si consideramos ahora los menores requerimientos de activos fijos que demanda la actual metodología, el VAN debe aumentar. Los requerimientos de activos fijos de la actual metodología de gestión son los siguientes:

Inversión	Valor UF	Depreciación		
		Años Dep.	Dep. Anual	Val. Libro (10 años)
Terreno	2.000			
Construcción oficinas y viviendas Pilotos	3.600	60	60	3.000
Otros				
Formación Empresa	118			
Creación página Web	353			
Diseño Gráfico	235			
Artículos varios de Of.				
Computadores	141	10	14	0
Licencia Software	235	10	24	0
Impresora Láser, Scanner, Fax	47	10	5	0
Instalación de la red	29			
Muebles, escritorios, sillas, otros art.	235	10	24	0
Total Otros	1.394			
Total (sin Cap.Trab)	6.994		126	3.000

Los resultados se muestran en el Flujo de Caja 2. Obsérvese que el VAN es prácticamente cero. Se puede concluir entonces, que si ambas metodologías consiguen la misma participación de mercado, la metodología planteada constituye una mejor alternativa de inversión.

A continuación, analizaremos brevemente los fundamentos teóricos para la obtención de un VAN igual a cero.

Cuando se determina una tasa de descuento, o costo de capital, para aplicar a los flujos de efectivo provenientes de una inversión o proyecto, se obtiene, en teoría, una tasa que concuerda con el riesgo del proyecto, y representa la tasa que los inversionistas le exigen al proyecto de acuerdo al riesgo inherente a este. En consecuencia, si después de descontar los flujos a esa tasa, se obtiene un valor actual neto positivo, significa que el proyecto tiene una rentabilidad superior a la que le corresponde de acuerdo a su propio

riesgo. Se puede afirmar, que un proyecto con un VAN igual a cero, es un proyecto que cumple con las expectativas de los inversionistas.

De hecho, en teoría y bajo los supuestos de mercados perfectos, en el largo plazo todos los proyectos deberían tener un VAN igual a cero, ya que si en un determinado instante, una determinada actividad tuviera un VAN superior a cero, atraería la atención de suficientes inversionistas que se incorporarían a la actividad, la mayor oferta del producto o servicio correspondiente induciría una baja de los precios o si los mayores rendimientos estuvieran asociados al nivel de participación, ésta tendería a redistribuirse en un mayor número de participantes, induciendo igualmente a una baja en el rendimiento.

Sin embargo, si no se cumplen los supuestos de competencia perfecta y existen, por ejemplo, barreras de entrada y/o de salida, o la posibilidad de desarrollar ventajas competitivas sustentables, al menos durante determinados períodos de tiempo, es de esperar que existan proyectos con rendimientos superiores a lo que les corresponde de acuerdo a su propio riesgo. De hecho, los análisis estratégicos tienen como propósito la identificación y desarrollo de ventajas competitivas que permitan obtener rendimientos superiores al promedio de la industria.

En la industria de la construcción habitacional se producen grandes diferencias de rentabilidad entre los participantes y existe una intensa competencia entre estos. Dentro de los muchos elementos de diferenciación, que se pueden mencionar, como ejemplo, destacan las guerras de precios, promociones, mejores condiciones de financiamiento, destacados servicios posventa y mejoras en calidad. No obstante, se trata de una industria madura, con cientos de años de trayectoria, que ha atraído y desincentivado a numerosos participantes, por lo que no es de extrañar que en términos promedio no genere rendimientos por sobre el riesgo inherente a la actividad.

Flujo de Caja 2: Metodología Tradicional

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Participación		0,2%	0,4%	0,6%	0,8%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%	1,0%
Superficie Construida		1.747	3.494	5.241	6.988	8.735	8.735	8.735	8.735	8.735	8.735
Ingresos		79.965	159.930	239.895	319.860	399.825	399.825	399.825	399.825	399.825	399.825
Costos Fijos											
Gastos Administrativos	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)
Gastos Generales	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)
Total Costos Fijos	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)
Costos Directos											
Adquisición de terrenos	(33.277)	(66.553)	(66.553)	(99.830)	(133.107)	(166.383)	(166.383)	(166.383)	(166.383)	(166.383)	(166.383)
Costos de Construcción	(24.458)	(48.917)	(48.917)	(73.375)	(97.833)	(122.292)	(122.292)	(122.292)	(122.292)	(122.292)	(122.292)
Honorario Profesionales	(3.630)	(7.261)	(7.261)	(10.891)	(14.521)	(18.152)	(18.152)	(18.152)	(18.152)	(18.152)	(18.152)
Publicidad	(489)	(978)	(978)	(1.468)	(1.957)	(2.446)	(2.446)	(2.446)	(2.446)	(2.446)	(2.446)
Permiso Construcción	(264)	(528)	(528)	(792)	(1.057)	(1.321)	(1.321)	(1.321)	(1.321)	(1.321)	(1.321)
Total Costos Directos	(62.119)	(124.237)	(124.237)	(186.356)	(248.475)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)	(310.593)
Utilidad Operacional	1.682	19.528	19.528	37.374	55.221	73.067	73.067	73.067	73.067	73.067	73.067
Valor Residual											541.432
Depreciación(-)	(122)	(119)	(119)	(115)	(112)	(109)	(105)	(102)	(99)	(96)	(96)
Valor Libro Activos Fijos (-)											(3.000)
Utilidad antes de Impuesto	1.559	19.409	19.409	37.259	55.109	72.959	72.962	72.965	72.968	72.971	611.403
Impuesto (15%)	(234)	(2.911)	(2.911)	(5.589)	(8.266)	(10.944)	(10.944)	(10.945)	(10.945)	(10.946)	(91.710)
Depreciación (+)	122	119	119	115	112	109	105	102	99	96	96
Valor Libro Activos Fijos (+)											3.000
Utilidad después de Impuestos	1.448	16.617	16.617	31.786	46.954	62.123	62.123	62.122	62.122	62.122	522.789
Inversión											
Terreno											(2.000)
Montaje Viviendas Piloto y Oficina											(3.600)
Capital de Trabajo											(84.729)
Otras Inversiones											(1.394)
Total Inversión											(91.723)
Flujo de Caja	-91.723	-83.281	-68.112	-52.943	-37.774	62.123	62.123	62.122	62.122	62.122	522.789

Van	572
TIR	13,53%

Crecimiento Máximo Sostenible

En la sección Participación de Mercado de la página 143 se supuso un determinado comportamiento de la demanda que enfrentará la empresa y a partir de ese supuesto se calcularon los requerimientos financieros (capital de trabajo) para satisfacerla. En esta sección nos planteamos la posibilidad de que la empresa no tenga acceso a los recursos que demanda un crecimiento tan acelerado y en consecuencia deba conformarse con crecer a una tasa limitada por las propias posibilidades de generar riqueza.

En el Flujo de Caja 1 se muestran las inversiones en capital de trabajo que demanda la participación de mercado considerada, nótese que el primer año las utilidades después de impuestos son de 1.474 UF. Sin embargo, se requiere una inversión de 29.473 UF en capital de trabajo, en consecuencia, al igual que el año 0, se debe hacer un desembolso de efectivo, que en este caso asciende a 27.999 UF. El año siguiente se obtienen utilidades después de impuestos de 16.642 UF, pero nuevamente los requerimientos de capital de trabajo son superiores a las utilidades, obligando a la empresa a desembolsar 12.831 UF. Recién el año 3, se obtiene un flujo de caja positivo.

Es normal que una empresa emergente presente altos niveles de crecimiento y en consecuencia requiera altos recursos. Sin embargo, si el propietario de la empresa considerara inconveniente mantener un alto nivel de apalancamiento, como consecuencia del incremento en el riesgo de capital, y no dispusiera de recursos propios para invertir en la empresa, ya sea por decisión propia o restricciones reales, entonces el crecimiento de la empresa se vería limitada por su propia capacidad de generar utilidades.

Muchas empresas optan por reinvertir un porcentaje de sus utilidades en la empresa, que se conoce como *Utilidades Retenidas*.

En el Gráfico 24 se muestra la participación de mercado máxima para diferentes niveles de retención de utilidades. Así por ejemplo, si el propietario decidiera reinvertir el 100% de las utilidades durante el período de evaluación y no realizar inversiones adicionales de capital de trabajo durante el período, recién el décimo año podrá abarcar una

participación del 1%. En este caso, el propietario no recibiría ningún beneficio del proyecto durante el período, sin embargo el valor de la empresa aumenta. En el Flujo de Caja 3 se muestran los flujos en esta situación.

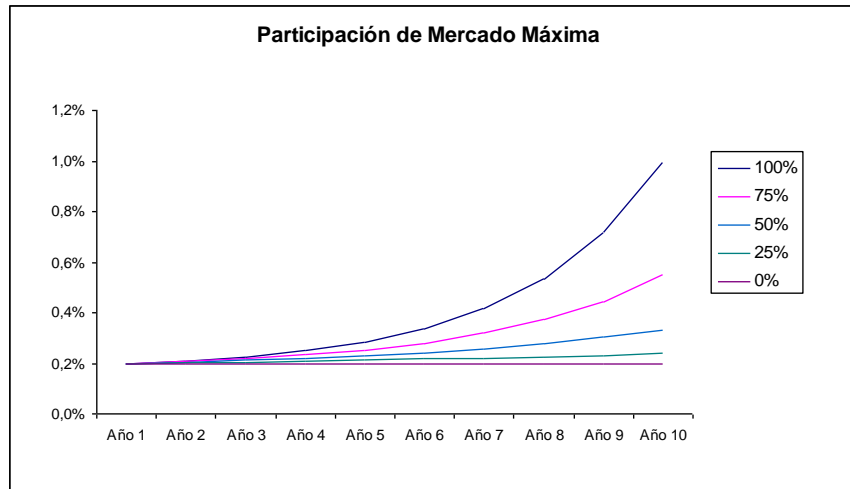


Gráfico 24: Participación de Mercado Máxima para Diferentes niveles de Retención de Utilidades

Por supuesto, si en el año 0 se hubiese invertido más de 29.473 UF en capital de trabajo, se reduce considerablemente el tiempo que se requiere para alcanzar un determinado nivel de participación. En el Gráfico 25 se muestra el crecimiento máximo que puede alcanzar la empresa si inicialmente invierte 40.000 UF en capital de Trabajo.

Por supuesto estos niveles de producción están condicionados a la demanda que enfrenta la empresa. Es posible que financieramente sea posible incrementar la producción, pero que no existan suficientes compradores.

Por último se debe señalar que si se opta por no invertir el capital de trabajo necesario para satisfacer la totalidad de la demanda quedarán compradores sin atender o en “lista de espera”, lo que no es recomendable para la imagen de la empresa. No obstante, la solución natural a este problema de mercado es un ajuste del precio. Según la ley de oferta y demanda, el precio de mercado es aquel que genera un equilibrio entre la oferta y demanda, en consecuencia, si la empresa busca maximizar sus utilidades fijará un precio que equilibre la demanda con la capacidad productiva de la empresa.

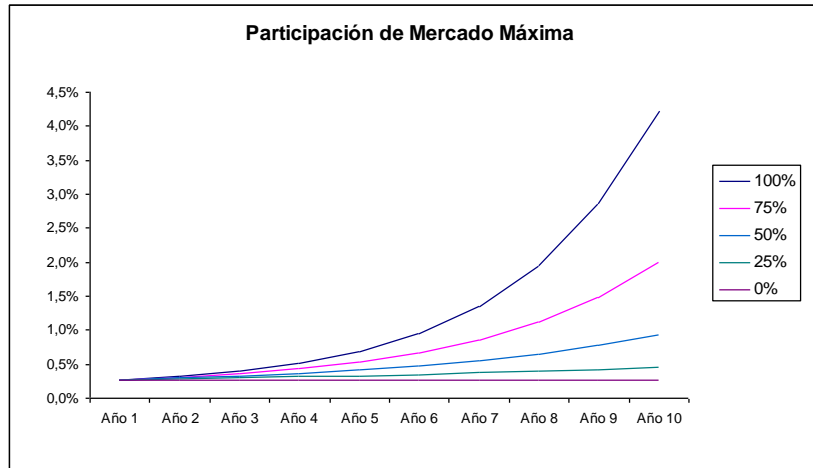


Gráfico 25: Participación de Mercado Máxima para Diferentes niveles de Retención de Utilidades, con inversión inicial en Capital de Trabajo de 50.000 UF.

Flujo de Caja 3: Reinversión del 100% de las Utilidades
Metodología Planteada

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Participación	0,20%	0,21%	0,21%	0,23%	0,25%	0,28%	0,34%	0,41%	0,54%	0,72%	0,99%
Superficie Construida	1.747	1.834	1.834	1.967	2.167	2.470	2.929	3.625	4.679	6.274	8.691
Ingresos	79.965	83.964	83.964	90.018	99.184	113.065	134.087	165.925	214.147	287.185	397.812
Costos Fijos											
Gastos Administrativos	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)	(15.529)
Gastos Generales	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)	(635)
Total Costos Fijos	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)	(16.165)
Costos Directos											
Adquisición de terrenos	(33.277)	(34.941)	(34.941)	(37.460)	(41.275)	(47.051)	(55.799)	(69.048)	(89.115)	(119.509)	(165.546)
Costos de Construcción	(24.458)	(25.682)	(25.682)	(27.533)	(30.337)	(34.582)	(41.012)	(50.750)	(65.500)	(87.839)	(121.676)
Honorario Profesionales	(3.630)	(3.812)	(3.812)	(4.087)	(4.503)	(5.133)	(6.087)	(7.533)	(9.722)	(13.038)	(18.060)
Publicidad	(489)	(514)	(514)	(551)	(607)	(692)	(820)	(1.015)	(1.310)	(1.757)	(2.434)
Permiso Construcción	(264)	(277)	(277)	(297)	(328)	(373)	(443)	(548)	(707)	(949)	(1.314)
Total Costos Directos	(62.119)	(65.225)	(65.225)	(69.928)	(77.049)	(87.831)	(104.162)	(128.894)	(166.354)	(223.092)	(309.029)
Utilidad Operacional	1.682	2.574	2.574	3.925	5.971	9.069	13.760	20.866	31.628	47.928	72.618
Valor Residual											538.103
Depreciación(-)	(297)	(288)	(288)	(280)	(272)	(264)	(256)	(249)	(241)	(234)	(234)
Valor Libro Activos Fijos (-)											(12.000)
Utilidad antes de Impuesto	1.385	2.286	2.286	3.645	5.699	8.805	13.504	20.617	31.386	47.694	598.486
Impuesto (15%)	(208)	(343)	(343)	(547)	(855)	(1.321)	(2.026)	(3.093)	(4.708)	(7.154)	(89.773)
Depreciación (+)	297	288	288	280	272	264	256	249	241	234	234
Valor Libro Activos Fijos (+)											12.000
Utilidad después de Impuestos	1.474	2.231	2.231	3.378	5.116	7.748	11.735	17.773	26.920	40.774	520.948
Inversión											
Terreno											(8.000)
Montaje Viviendas Piloto y Oficina											(14.400)
Capital de Trabajo	(1.474)	(2.231)	(2.231)	(3.378)	(5.116)	(7.748)	(11.735)	(17.773)	(26.920)	(40.774)	17.155
Otras Inversiones											(1.394)
Total Inversión											(53.267)
Flujo de Caja	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	538.103

Van	98.470
TIR	26.02%

Conclusión

Para niveles similares de participación de mercado, la metodología planteada otorga importantes mejoras de rentabilidad respecto de la actual metodología de gestión, lo cuál se debe a una significativa reducción en los requerimientos de capital de trabajo.

En promedio, una vivienda en Santiago demora 15.7 meses en venderse, durante todo ese tiempo, la inmobiliaria debe mantener inmovilizado los recursos correspondientes a los costos directos de construcción, con los consiguientes costos financieros que esto significa. Para el caso de la metodología planteada en cambio, la producción es accionada por los clientes, en consecuencia, se produce lo justo, en el momento preciso y se eliminan por completo los costos financieros asociados al stock de productos o existencias. No obstante, las cuentas por cobrar tienden a aumentar.

El capital de trabajo, para una empresa con una participación de mercado del 1%, con un desempeño promedio en la industria, que desarrolla proyectos de acuerdo la actual metodología de gestión, versus el de una empresa con el mismo nivel de participación, que opera de acuerdo a la metodología planteada, se muestra en el cuadro siguiente:

	Metodología Tradicional (UF)	Metodología Planteada (UF)
Productos en Proceso	73.766	0
Productos Terminados	314.476	0
Cuentas por Cobrar	35.401	221.778
Productos por Entregar (-)	0	-74.413
Capital de Trabajo Total	423.643	147.365

Otra característica de la industria es la gran variabilidad en la rentabilidad de los proyectos individuales, que en promedio generan rendimientos que concuerdan exactamente con el riesgo inherente a la actividad ($VAN \approx 0$). En este escenario la metodología planteada constituye una posibilidad de innovación factible y atractiva, con una importante reducción en la variabilidad del retorno obtenido en cada proyecto.

Para una participación de mercado final del 1%, y la consideración de otros supuestos que fueron precisados, el valor actual neto de los flujos que proporciona la ejecución de proyectos bajo la metodología planteada, y la tasa interna de retorno son:

$$VAN = 200.000 UF$$

$$TIR = 33\%$$

Por último, es importante destacar que una de las tareas adicionales que requiere la nueva metodología de gestión es el análisis de preferencias de una gran cantidad de clientes, para lo cuál se desarrolló un modelo de optimización lineal que identifica las características o atributos de los proyectos que deben ser ejecutados.

Anexos

1.- Información Histórica del Mercado Inmobiliario

	Departamentos				Casas				Total			
	Stock	Venta	% Venta	Meses Stock	Stock	Venta	% Venta	Meses Stock	Stock	Venta	% Venta	Meses Stock
Ene-98	9.389	379	4,04%	24,8	2.480	224	9,03%	11,1	11.869	603	5,08%	19,7
Feb-98	9.204	257	2,79%	35,8	2.265	213	9,40%	10,6	11.469	470	4,10%	24,4
Mar-98	9.109	345	3,79%	26,4	2.488	264	10,61%	9,4	11.597	609	5,25%	19,0
Abr-98	9.693	445	4,59%	21,8	3.039	306	10,07%	9,9	12.732	751	5,90%	17,0
May-98	9.891	448	4,53%	22,1	3.011	306	10,16%	9,8	12.902	754	5,84%	17,1
Jun-98	9.975	368	3,69%	27,1	2.779	230	8,28%	12,1	12.754	598	4,69%	21,3
Jul-98	10.275	400	3,89%	25,7	3.060	308	10,07%	9,9	13.335	708	5,31%	18,8
Ago-98	10.072	383	3,80%	26,3	3.177	364	11,46%	8,7	13.249	747	5,64%	17,7
Sep-98	10.117	322	3,18%	31,4	2.978	232	7,79%	12,8	13.095	554	4,23%	23,6
Oct-98	10.228	268	2,62%	38,2	3.176	211	6,64%	15,1	13.404	479	3,57%	28,0
Nov-98	10.086	331	3,28%	30,5	3.115	175	5,62%	17,8	13.201	506	3,83%	26,1
Dic-98	9.897	257	2,60%	38,5	3.042	137	4,50%	22,2	12.939	394	3,05%	32,8
Ene-99	9.842	269	2,73%	36,6	3.229	232	7,18%	13,9	13.071	501	3,83%	26,1
Feb-99	9.572	276	2,88%	34,7	3.067	280	9,13%	11,0	12.639	556	4,40%	22,7
Mar-99	9.407	431	4,58%	21,8	2.939	305	10,38%	9,6	12.346	736	5,96%	16,8
Abr-99	9.156	425	4,64%	21,5	2.840	292	10,28%	9,7	11.996	717	5,98%	16,7
May-99	8.666	412	4,75%	21,0	2.842	311	10,94%	9,1	11.508	723	6,28%	15,9
Jun-99	8.332	423	5,08%	19,7	3.052	419	13,73%	7,3	11.384	842	7,40%	13,5
Jul-99	8.003	713	8,91%	11,2	2.996	465	15,52%	6,4	10.999	1.178	10,71%	9,3
Ago-99	7.501	710	9,47%	10,6	3.477	650	18,69%	5,3	10.978	1.360	12,39%	8,1
Sep-99	7.084	520	7,34%	13,6	3.632	493	13,57%	7,4	10.716	1.013	9,45%	10,6
Oct-99	6.637	464	6,99%	14,3	4.122	664	16,11%	6,2	10.759	1.128	10,48%	9,5
Nov-99	6.796	443	6,52%	15,3	3.700	505	13,65%	7,3	10.496	948	9,03%	11,1
Dic-99	6.639	377	5,68%	17,6	3.499	367	10,49%	9,5	10.138	744	7,34%	13,6
Ene-00	6.490	228	3,51%	28,5	3.695	284	7,69%	13,0	10.185	512	5,03%	19,9
Feb-00	6.311	238	3,77%	26,5	3.705	330	8,91%	11,2	10.016	568	5,67%	17,6
Mar-00	6.657	301	4,52%	22,1	3.636	408	11,22%	8,9	10.293	709	6,89%	14,5
Abr-00	6.661	269	4,04%	24,8	3.367	305	9,06%	11,0	10.028	574	5,72%	17,5
May-00	7.264	296	4,07%	24,5	3.335	422	12,65%	7,9	10.599	718	6,77%	14,8
Jun-00	7.238	275	3,80%	26,3	3.320	369	11,11%	9,0	10.558	644	6,10%	16,4
Jul-00	7.604	286	3,76%	26,6	3.496	434	12,41%	8,1	11.100	720	6,49%	15,4
Ago-00	8.360	348	4,16%	24,0	3.359	395	11,76%	8,5	11.719	743	6,34%	15,8
Sep-00	8.365	300	3,59%	27,9	3.542	380	10,73%	9,3	11.907	680	5,71%	17,5
Oct-00	8.291	336	4,05%	24,7	4.325	543	12,55%	8,0	12.616	879	6,97%	14,4
Nov-00	8.791	359	4,08%	24,5	4.158	443	10,65%	9,4	12.949	802	6,19%	16,1
Dic-00	8.789	254	2,89%	34,6	4.154	366	8,81%	11,3	12.943	620	4,79%	20,9
Ene-01	9.029	331	3,67%	27,3	4.669	366	7,84%	12,8	13.698	697	5,09%	19,7
Feb-01	8.816	342	3,88%	25,8	4.500	377	8,38%	11,9	13.316	719	5,40%	18,5
Mar-01	9.562	536	5,61%	17,8	4.596	619	13,47%	7,4	14.158	1.155	8,16%	12,3
Abr-01	9.281	547	5,89%	17,0	4.927	643	13,05%	7,7	14.208	1.190	8,38%	11,9
May-01	9.743	498	5,11%	19,6	4.459	512	11,48%	8,7	14.202	1.010	7,11%	14,1
Jun-01	9.629	442	4,59%	21,8	4.463	482	10,80%	9,3	14.092	924	6,56%	15,3
Jul-01	9.712	486	5,00%	20,0	4.039	481	11,91%	8,4	13.751	967	7,03%	14,2
Ago-01	9.867	505	5,12%	19,5	3.983	502	12,60%	7,9	13.850	1.007	7,27%	13,8
Sep-01	9.639	327	3,39%	29,5	4.045	368	9,10%	11,0	13.684	695	5,08%	19,7
Oct-01	9.985	419	4,20%	23,8	3.953	444	11,23%	8,9	13.938	863	6,19%	16,2
Nov-01	10.214	368	3,60%	27,8	3.930	431	10,97%	9,1	14.144	799	5,65%	17,7
Dic-01	9.951	274	2,75%	36,3	3.826	362	9,46%	10,6	13.777	636	4,62%	21,7
Ene-02	9.686	336	3,47%	28,8	3.967	351	8,85%	11,3	13.653	687	5,03%	19,9
Feb-02	9.502	347	3,65%	27,4	3.900	349	8,95%	11,2	13.402	696	5,19%	19,3
Mar-02	9.623	472	4,90%	20,4	4.156	426	10,25%	9,8	13.779	898	6,52%	15,3
Abr-02	10.040	584	5,82%	17,2	4.564	485	10,63%	9,4	14.604	1.069	7,32%	13,7
May-02	9.786	488	4,99%	20,1	4.802	498	10,37%	9,6	14.588	986	6,76%	14,8
Jun-02	9.907	486	4,91%	20,4	4.863	549	11,29%	8,9	14.770	1.035	7,01%	14,3
Jul-02	9.547	584	6,12%	16,3	4.807	573	11,92%	8,4	14.354	1.157	8,06%	12,4
Ago-02	9.922	655	6,60%	15,1	4.563	561	12,29%	8,1	14.485	1.216	8,39%	11,9
Sep-02	9.616	546	5,68%	17,6	4.257	526	12,36%	8,1	13.873	1.072	7,73%	12,9
Oct-02	9.710	625	6,44%	15,5	3.857	523	13,56%	7,4	13.567	1.148	8,46%	11,8
Nov-02	9.632	536	5,56%	18,0	3.589	484	13,49%	7,4	13.221	1.020	7,71%	13,0
Dic-02	9.277	423	4,56%	21,9	3.567	407	11,41%	8,8	12.844	830	6,46%	15,5
Ene-03	9.281	434	4,68%	21,4	3.656	362	9,90%	10,1	12.937	796	6,15%	16,3
Feb-03	9.067	372	4,10%	24,4	3.408	300	8,80%	11,4	12.475	672	5,39%	18,6
Mar-03	10.443	598	5,73%	17,5	3.483	441	12,66%	7,9	13.926	1.039	7,46%	13,4
Abr-03	10.757	535	4,97%	20,1	3.836	378	9,85%	10,1	14.593	913	6,26%	16,0
May-03	10.625	562	5,29%	18,9	4.287	485	11,31%	8,8	14.912	1.047	7,02%	14,2
Totales	588.241	26.814			239.049	25.917			827.290	52.731		
Promedio	9.050	413	4,56%	21,9	3.678	399	10,84%	9,2	12.728	811	6,37%	15,7

Fuente: Informe Inmobiliario de la Cámara Chilena de la Construcción.

2.- Costo de Capital de la Industria Inmobiliaria

En este anexo se reproduce, en forma exacta, el capítulo correspondiente a la determinación del costo de capital, del documento de trabajo N°1 confeccionado por Pablo Araya del departamento de estudios de la Cámara Chilena de la Construcción, denominado *Actualización del Estudio del Costo Financiero de las Ineficiencias que producen terceros en la obtención de Permisos y Trámites para el desarrollo de Proyectos Inmobiliarios en la Región Metropolitana*. Los resultados de este capítulo se utilizan en la evaluación económica de esta tesis.

Para determinar el costo de capital se utilizó el modelo de CAPM que indica que la tasa requerida de rendimiento de los inversionistas (accionistas) es igual a la tasa libre de riesgo¹⁸ más un premio por riesgo, definido por el retorno de todos los activos de la economía menos una inversión libre de riesgo, $(R_m - r_f)$. Para efecto del presente análisis consideramos las siguientes variables:

$E(R_i)$:	Tasa requerida de retorno de un activo, la cual es igual a la tasa libre de riesgo más un premio por riesgo.
$E(R_m) - R_f$:	Premio por Riesgo.
K_0 :	Tasa de Costo de Capital
ρ :	Tasa de retorno operacional del negocio (En este caso la del sector construcción)
r_f :	Tasa libre de riesgo (USA o Chile, según corresponda)
R_m :	Retorno de mercado (USA o Chile, según corresponda)
Kd :	Tasa de costo de la deuda de la empresa de referencia
$\beta_p^{s/d}$:	Beta del patrimonio sin deuda
$\beta_p^{e/d}$:	Beta del patrimonio con deuda
β :	Beta
P :	Patrimonio
B :	Deuda
t_c :	Tasa de Impuestos a las empresas
$t_c B$:	Valor presente del ahorro tributario, descontado a la tasa de costo de la deuda.

Por lo tanto si CAPM describe correctamente el comportamiento del mercado, el retorno de una acción, o la rentabilidad exigida a un activo estaría dado por la siguiente ecuación:

$$E(R_i) = R_f + [E(R_m) - R_f] \cdot \beta$$

¹⁸ La cual incluye el riesgo soberano, si corresponde.

Donde:

$E(R_i)$ = Tasa requerida de retorno de un activo, la cual es igual a la tasa libre de riesgo más un premio por riesgo.

De este modo, la obtención del costo de capital del sector construcción, que en este caso correspondería al riesgo operacional (ρ), se obtuvo calculando inicialmente un retorno a través de un activo que se transe en bolsa, para de allí calcular su costo de capital para ser utilizado como variable proxy:

Determinación del Beta (β)

Para estimar el riesgo sistemático con respecto al mercado (β) del sector construcción, fue necesario considerar una empresa de referencia del rubro, cuya beta patrimonial, que en este caso incluiría deuda, ($\beta_p^{c/d}$) y estructura de endeudamiento fuese conocida.

La empresa de referencia seleccionada fue la empresa chilena Constructora Besalco de constante presencia bursátil en el mercado nacional, donde sus principales productos se constituyen por la construcción de edificios residenciales, caracterizados como bienes no transables. Subsecuentemente, fue posible calcular el riesgo sistemático del Patrimonio de Constructora Besalco y suponer que este riesgo es equivalente o representativo al riesgo sistemático del sector constructor. Para ello, se utilizó el modelo de Hamada (1969) incorporando CAPM, donde el beta de una empresa con deuda aportaría a obtener el costo patrimonial de BESALCO. Si bien la empresa Almagro también se encuentra ligada a la industria, ésta no tiene presencia bursátil en el mercado nacional, por lo que no hay antecedentes que permitan inferir algún resultado.

$$K_p = R_f + [E (R_m) - R_f] * \beta_p^{c/d}$$

Determinación de la tasa libre de Riesgo, El Premio por Riesgo, Costo Patrimonial de Besalco

El premio por riesgo corresponde al precio del riesgo, $[E(R_m) - R_f]$, multiplicado por la cantidad de riesgo β . La tasa libre de riesgo considerada fue la tasa promedio de los últimos 36 meses de los PRC a 20 años del Banco Central de Chile, guarismo que correspondió a 6,11%.

Para conocer el premio por riesgo se utilizó la estimación realizada por Ibbotson y Associates (1998) que sitúa este parámetro en 8,5% real que es una medida utilizada internacionalmente y está calculada en base al mercado norteamericano, mercado que se reconoce como profundo y representativo de una economía homogénea, obteniéndose el costo patrimonial de Besalco:

$$\beta_p^{c/d} \text{ BESALCO} = 1,49 \quad ^{19}$$

$$K_p = 6,11\% + 8,5\% \cdot 1,49$$

$$K_p = 18,775\%$$

Costo de Capital de Besalco (K_0)

Para obtener el Costo de Capital de Besalco se utilizó la proposición de Modigliani y Miller (1963) con impuesto corporativo, y que señala que el costo de capital una empresa es un promedio ponderado entre el costo de las distintas fuentes de aporte de capital²⁰:

$$K_0 = K_p \cdot P/V + K_b \cdot B/V \cdot (1 - T_c)$$

¹⁹ Fuente: Cálculo sobre la base de valores de Bolsa, considerando una muestra de 60 meses de la variación del precio de la acción de Besalco y Económica.

²⁰ Donde un supuesto importante es que el porcentaje de deuda que mantiene la empresa es un equilibrio de largo plazo.

Si la relación de deuda patrimonio (B/P)²¹ de la empresa Besalco corresponde a 0,43629²², el impuesto a las empresas chilenas (T_c) corresponde a 15% y el costo de la deuda (K_b) alcanza al 8%²³ real anual, entonces el costo de capital sería el siguiente.

$$K_0 = 18,775\% \cdot (0,6963) + 8\% \cdot (0,3037) \cdot (1 - 15\%)$$

$$K_0 = 15,14\%$$

Tasa de Descuento de Besalco (ρ)

De esta forma la tasa de costo de capital de BESALCO sería 15,46%. Posteriormente, aplicando nuevamente Modigliani y Miller se obtuvo la tasa de riesgo operacional o capital propio de BESALCO, para calcularlo debe considerarse la tasa de descuento de esta empresa, dado que ella estaría determinada específicamente según el riesgo operacional del negocio así:

$$K_0 = \rho \cdot (1 - T_c \cdot \text{D/P})$$

$$15,14\% = \rho \cdot (1 - 15\% \cdot 0,3037)$$

$$\rho = 15,86\%$$

Considerando que la tasa de costo de capital de un rubro determinado puede ser establecida calculándose el riesgo operacional del mismo, se puede señalar que para este

²¹ Recordemos que la suma de la deuda más el patrimonio debe ser igual al valor de los activos de la empresa, el cual está representado por la letra (V) en la ecuación.

²² Fuente: Superintendencia de Valores y Seguros, FECUs:

(MM\$)	1998	1999	2000
Activos Totales	43.596	54.506	61.481
Patrimonio Neto	33.672	37.958	39.467
Deuda	9.924	16.548	22.012
Promedio de la Deuda	16.162		
Promedio de Patrimonio	37.032	D/P: 0,4362 veces	

sector en particular la tasa de descuento relevante sería 15,9%, de acuerdo a los antecedentes financieros de Besalco. Para efectos de este análisis sería la tasa de descuento proxy del sector construcción. Sin embargo, se consideró un último ajuste al cálculo y fórmula anterior. Se aplicó un premio por liquidez (PL = 1%)²⁴ en consideración a que prácticamente el total de las empresas constructoras que actúan en el país no se transan en bolsa de comercio o son sociedades de carácter jurídico limitada y por lo tanto no son activos de rápida liquidación. De este modo el riesgo operacional ρ , y por lo tanto la tasa de descuento representativa del sector construcción sería de 16,9% anual.

3.- Duración de un componente del ciclo operativo

En este anexo se demuestra porqué el tiempo de un componente del ciclo operativo, como los productos en proceso, los productos terminados, las cuentas por cobrar, etc., se puede calcular integrando la contribución de un proyecto en particular a través del tiempo y dividido por la cantidad total de viviendas del proyecto.

Supongamos que estamos interesados en el tiempo de renovación de la cuenta xxx, que puede ser cualquier cuenta del balance, ya sea la cuenta de Inventario, stock de productos en proceso, stock de productos terminados, cuentas por cobrar, cuentas por pagar, etc. Así, por ejemplo, si se tratara de la cuenta de *Materia Prima*, el tiempo de renovación corresponderá al tiempo promedio que demora la empresa en utilizarla, tal como se definió en Fórmula 6 de la página 109, si se tratara de la cuenta *Cuentas por cobrar*, el tiempo de renovación corresponderá al tiempo promedio que demora la empresa en cobrar al cliente, y así sucesivamente.

Sabemos que el tiempo que demora en renovarse la cuenta xxx esta dado por:

$$\frac{\text{Tiempo de Renovación}}{=} = \frac{\text{Valor Cuenta xxx}}{\text{Flujo Cuenta xxx}}$$

Fórmula 10

²³ Considerada como tasa promedio representativa del costo financiero de estas deudas (tasa de largo plazo).

²⁴ La evidencia empírica señala que este premio va entre 0 y 2%, siendo 0% las empresas más líquidas (que transan en bolsa) y 2% si es una empresa de difícil liquidación como por ejemplo una empresa familiar.

Donde el valor de la cuenta se expresa en unidades monetarias y el flujo de la cuenta, en unidades monetaria al año, sin embargo para los efectos de calcular el *Tiempo de Renovación*, el valor de la cuenta se puede expresar en cualquier unidad siempre que el flujo se exprese en la misma unidad por unidad de tiempo.

Una forma de entender la relación anterior consiste hacer una analogía con el tiempo que demora un lago en renovar completamente su agua. Se supone que un lago posee uno o más ríos que desembocan en él (entradas), y por otro lado el lago pierde agua por varios motivos (salidas), como filtraciones subterráneas, evaporación, o ríos que nacen en él. Para que el lago mantenga su volumen de agua en el tiempo, las entradas deben ser iguales a las salidas. Supongamos que el caudal total de las entradas es Q , el que medimos en unidades de volumen por unidad de tiempo, por ejemplo, metros cúbicos por segundo, y el volumen total del lago es V . Entonces el agua se va renovando a una tasa de Q , por lo que el tiempo que se requiere para renovar completamente su agua es:

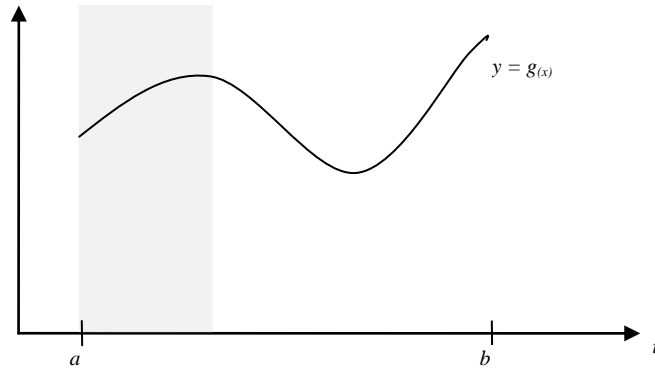
$$\frac{\textit{Tiempo de Renovación}}{\textit{Renovación}} = \frac{V}{Q}$$

Ahora, supongamos que la operación de la empresa consiste en la ejecución de una sucesión de proyectos, desfasados el uno del otro en I unidades de tiempo. El valor de la cuenta xxx, en un determinado instante de tiempo, estará conformada por la suma de las contribuciones de cada uno de los proyectos en ese instante. Esta contribución individual es conocida, sabemos que antes que comience el proyecto y después que termine, la contribución es cero, y supondremos que durante su ejecución la cuenta toma el valor $f(x)$, donde x representa el tiempo.

Dado que la contribución individual de cada proyecto depende del tiempo, el valor total de la cuenta xxx que corresponde a la suma de las funciones de todos los proyectos también depende del tiempo, pero en el largo plazo, tiene un comportamiento cíclico, por lo que debemos calcular el promedio. Definamos $g(x)$ como:

$$g_{(x)} = \begin{cases} f_{(x)} & \text{si } a \leq x \leq b \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

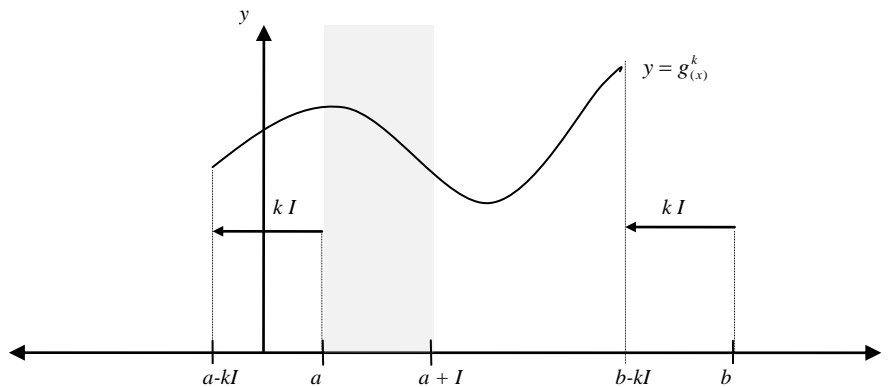
Contribución de un proyecto al Valor de la Cuenta xxx



Dónde a y b corresponden al inicio y fin del proyecto, respectivamente.

Consideremos ahora muchas de estas funciones (muchos proyectos) que se encuentran desplazadas en el eje x a intervalos regulares I , la función k -ésima será:

$$g_{(x)}^k = \begin{cases} f_{(x+kI)} & \text{si } a - kI \leq x \leq b - kI \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$



Entonces el valor de la cuenta xxx en un instante de tiempo x cualquiera, será:

$$\text{Valor Cuenta } xxx_{(x)} = \sum_{k=-\infty}^{+\infty} g_{(x)}^k$$

Esta función tiene un comportamiento periódico, con período I , en consecuencia, basta con calcular el promedio en un ciclo completo para conocer el valor de promedio de la cuenta xxx, o sea,

$$\text{Valor Promedio} \\ \text{Cuenta } xxx = \frac{1}{I} \int_a^{a+I} \left(\sum_{k=-\infty}^{+\infty} g_{(x)}^k \right) dt$$

Dado que el integrando será evaluado en el intervalo $[a, a+I]$, solo es necesario sumar aquellas funciones $g_{(x)}^k$ que tomen valores distintos de cero dentro de este intervalo. Por lo tanto, según se observa en el gráfico, las funciones que se deben considerar son las que cumplen las siguientes condiciones:

$$\begin{aligned} a - kI < a + I &\Rightarrow k > -1 &\Rightarrow k \geq 0 \\ b - kI > a &\Rightarrow k < \frac{b-a}{I} &\Rightarrow k \leq \text{EnteroInferior}\left(\frac{b-a}{I}\right) \end{aligned}$$

Con esto

$$\text{Valor Promedio} \\ \text{Cuenta } xxx = \frac{1}{I} \int_a^{a+I} \left(\sum_{k=0}^{\frac{b-a}{I}} g_{(x)}^k \right) dx$$

Obsérvese que la única función que toma valores cero dentro del intervalo $[a, a+I]$, o que “termina” en medio de este, es aquella en que $k = \text{EnteroInferior}\left(\frac{b-a}{I}\right)$. Por comodidad definiremos $K = \text{EnteroInferior}\left(\frac{b-a}{I}\right)$, con eso

$$\begin{aligned}
\text{Valor Promedio} &= \frac{1}{I} \int_a^{a+I} \left(g_{(x)}^K + \sum_{k=0}^{K-1} g_{(x)}^k \right) dx \\
\text{Cuenta xxx} &= \frac{1}{I} \left[\int_a^{a+I} g_{(x)}^K dt + \int_a^{a+I} \left(\sum_{k=0}^{K-1} g_{(x)}^k \right) dx \right] \\
&= \frac{1}{I} \left[\int_a^{a+I} g_{(x)}^K dx + \sum_{k=0}^{K-1} \left(\int_a^{a+I} g_{(x)}^k dx \right) \right] \\
&= \frac{1}{I} \left[\int_a^{b-KI} f_{(x+KI)} dx + \sum_{k=0}^{K-1} \left(\int_a^{a+I} f_{(x+kl)} dx \right) \right]
\end{aligned}$$

Supongamos que $\int f_{(x)} dx = F_{(x)} + C$, entonces:

$$\begin{aligned}
\text{Valor Promedio} &= \frac{1}{I} \left[F_{(b-KI+KI)} - F_{(a+KI)} + \sum_{k=0}^{K-1} F_{(a+I+kl)} - F_{(a+kl)} \right] \\
\text{Cuenta xxx} &= \frac{1}{I} \left[F_{(b)} - F_{(a+KI)} + \sum_{k=0}^{K-1} F_{(a+I(k+1))} - F_{(a+kl)} \right]
\end{aligned}$$

Obsérvese que al desarrollar la sumatoria, los términos comienzan a cancelarse unos con otros, con lo cuál:

$$\sum_{k=0}^{K-1} F_{(a+I(k+1))} - F_{(a+kl)} = F_{(a+KI)} - F_{(b)}$$

Por lo tanto:

$$\begin{aligned}
\text{Valor Promedio} &= \frac{1}{I} [F_{(b)} - F_{(a+KI)} + F_{(a+KI)} - F_{(a)}] = \frac{1}{I} [F_{(b)} - F_{(a)}] \\
\text{Cuenta xxx} &
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Valor Promedio} &= \frac{1}{I} \int_a^b f_{(x)} dx \\
\text{Cuenta xxx} &
\end{aligned}$$

Si el lapso de tiempo entre la ejecución de proyectos es I unidades de tiempo, y considerando que cada proyecto tiene n viviendas, la producción total de la empresa q_T será:

$$q_T = \frac{n}{I} \Rightarrow I = \frac{n}{q_T}$$

Reemplazando se obtiene:

$$\frac{\text{Valor Promedio}}{\text{Cuenta xxx}} = \frac{q_T}{n} \int_a^b f_{(x)} dx$$

Si reemplazamos en la Fórmula 10, obtenemos:

$$\frac{\text{Tiempo de Renovación}}{\text{Flujo Cuenta xxx}} = \frac{\frac{q_T}{n} \int_a^b f_{(x)} dx}{\text{Flujo Cuenta xxx}}$$

Si $f_{(x)}$ se expresa en unidades (por ejemplo cantidad de viviendas, o cantidad de créditos), y existe una relación uno a uno, entre esta cantidad y la cantidad de viviendas que produce la empresa, entonces el denominador: *Flujo Cuenta xxx*, corresponde a la producción de la empresa q_T , con lo cuál:

$$\frac{\text{Tiempo de Renovación}}{\text{Flujo Cuenta xxx}} = \frac{\frac{q_T}{n} \int_a^b f_{(x)} dx}{q_T}$$

$$\boxed{\frac{\text{Tiempo de Renovación}}{\text{Flujo Cuenta xxx}} = \frac{1}{n} \int_a^b f_{(x)} dx}$$

Por supuesto, si $f_{(x)}$ se expresara en unidades monetarias el *Tiempo de Renovación* sería idéntico, pero dividiríamos por el costo directo total del proyecto.

Si no se visualiza con claridad el procedimiento, se recomienda considerar la siguiente aplicación de todo lo anterior a un caso concreto: el *Stock de Productos Terminados*. Este texto fue, en algún momento, parte de la estructura principal de esta tesis.

Stock de Productos Terminados

Supongamos que la inmobiliaria comienza a desarrollar un proyecto cada I unidades de tiempo, de tal modo que éstos comienzan a solaparse unos con otros. ¿Cuál es el Stock de productos terminados promedio que se espera en el largo plazo?

Para responder a esta pregunta se debe sumar, en cada instante de tiempo, la cantidad total de viviendas que tendría la inmobiliaria en venta, y luego calcular el promedio. Por supuesto, aquéllos proyectos que se hayan comenzado a vender más recientemente, tendrán muchas viviendas sin vender, en cambio, habrá otros en que sólo quedarán disponibles unas pocas. Por ejemplo considérese el Gráfico 26, donde se ha usado $n = 16$, $v = 2$ y $I = 3$.

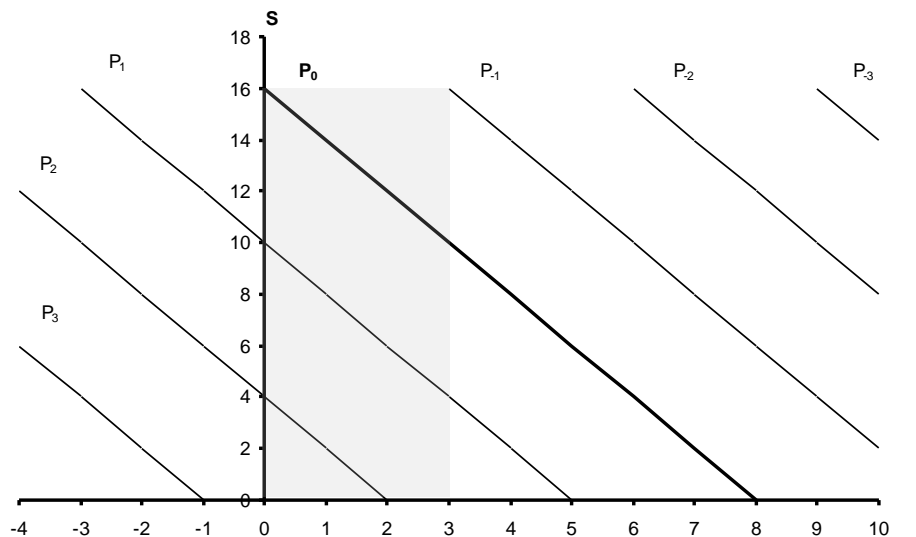


Gráfico 26

Para designar cada proyecto se ha usado la siguiente nomenclatura:

- P_0 : Proyecto base, aquel que comienza venderse en $t' = 0$.
- P_k : Proyecto k que comienza a venderse $k \cdot I$ unidades de tiempo anteriores al proyecto base

Así por ejemplo, el proyecto P_1 comienza a venderse 3 meses antes que el proyecto P_0 , y el proyecto P_{-2} comenzó a venderse 6 meses después que el proyecto P_0

Si se suma, en cada instante de tiempo, el stock de productos terminados que mantiene la inmobiliaria, se obtiene el stock total. Esto se muestra en el gráfico siguiente:

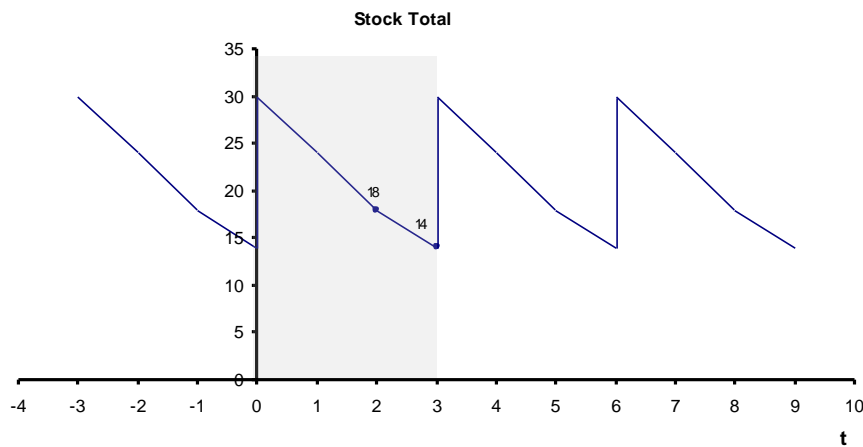


Gráfico 27: Stock Total de productos terminados, para $n' = 16$, $v = 2$ y $I = 3$.

Obsérvese que el stock total tiene un comportamiento cíclico o periódico con período I , por lo que para calcular el *stock promedio de productos terminados*, se debe calcular el promedio de esta función en un ciclo completo. El ciclo que se utilizará para los cálculos será aquél que figura sombreado en los Gráfico 26 y Gráfico 27.

Nótese que en el Gráfico 26, el proyecto P_2 termina de venderse en $t' = 2$, o sea en medio del ciclo. Antes que finalice la venta de ese proyecto la inmobiliaria vendía 6 unidades mensuales, en cambio desde $t' = 2$ hasta $t' = 3$ vendió sólo 4. La totalidad de ventas mensuales corresponde a la pendiente de la curva del gráfico Gráfico 27, por lo que en $t' = 2$ se produce un cambio de pendiente. El stock de productos en procesos es el siguiente:

$$\frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} = \frac{1}{I} \int_0^I \text{StockTotal}_{(t')} dt' = \frac{1}{3} \left(\int_0^2 30 - 6t' dt' + \int_2^3 26 - 4t' dt' \right) = 21,3$$

En consecuencia, si una empresa desarrolla cada 3 meses proyectos, que al finalizar la construcción contengan 16 viviendas disponibles, y cada proyecto tiene una velocidad de venta de 2 viviendas mensuales, debe mantener invertido un capital de trabajo en *stock de productos terminados* el equivalente al costo de 21,3 viviendas.

Para obtener una expresión general del stock requerido, para cualquier valor de las variables n' , v y I , obsérvese que el stock del proyecto P_k se puede expresar como:

$$S^k_{(t')} = \begin{cases} n' - v(t' - kI) & \text{si } kI \leq t' \leq n'/v + kI \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases}$$

Donde $S^k_{(t')}$ representa el stock de productos terminados del proyecto P_k en el instante t' . Gráficamente:

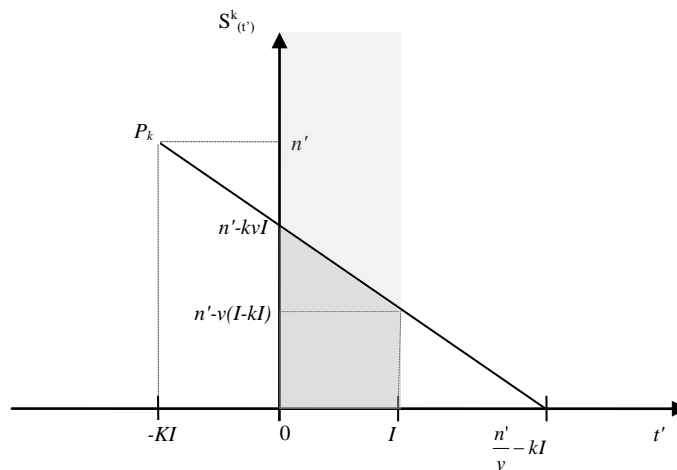


Gráfico 28: Stock de productos terminados del proyecto P_k

El Stock total en el intervalo $[0; I]$ será la suma del stock de todos los proyectos que figuren en el intervalo²⁵. Las condiciones para que un proyecto figure en el intervalo son:

²⁵ “Figurar en el intervalo” significa que tengan un valor distinto de cero en el intervalo

$$\begin{aligned} \frac{n'}{v} - kI > 0 &\Rightarrow k < \frac{n'}{vI} \\ -kI < I &\Rightarrow k > -1 \Rightarrow k \geq 0 \end{aligned}$$

O sea, $0 \leq k < \frac{n'}{vI}$

Nótese que k sólo puede tomar valores enteros, por lo que el primer proyecto es aquel en que $k = 0$ y el último es aquel en que $k = \text{EnteroInferior}\left(\frac{n'}{vI}\right)$, que es el que termina en medio del intervalo $[0; I]$, tal como ocurrió con el proyecto P_2 en $t' = 2$ del Gráfico 26. Obsérvese que es imposible que más de un proyecto termine en el intervalo $[0; I]$, ya que el lapso de tiempo entre la finalización de los proyectos es igual a la longitud del intervalo. El Stock total es:

$$\text{StockTotal} = \sum_{k=0}^{\frac{n'}{vI}} S_{(t')}^k$$

El promedio de esta función, en el intervalo considerado es:

$$\frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} = \frac{1}{I} \int_0^I \left(\sum_{k=0}^{\frac{n'}{vI}} S_{(t')}^k \right) dt'$$

Ecuación 15

Este cálculo se puede hacer resolviendo primero el valor de la sumatoria y luego resolviendo la integral, sin embargo, resulta más fácil usar la propiedad:

$$\int (f_{1(x)} + f_{2(x)} + \dots + f_{n(x)}) dx = \int f_{1(x)} dx + \int f_{2(x)} dx + \dots + \int f_{n(x)} dx$$

Con lo que:

$$\frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} = \frac{1}{I} \sum_{k=0}^{\frac{n'}{vI}} \left(\int_0^I S_{(t')}^k dt' \right)$$

El valor de la integral corresponde al área sombreada bajo la curva del Gráfico 28, pero nótese que el proyecto en que $k = \text{EnteroInferior}\left(\frac{n'}{vI}\right)$ termina en medio del intervalo $[0; I]$, por lo que

$$\int_0^{\frac{n'}{v}} S_{(t')}^k \cdot dt' = \begin{cases} I\left(n' - \frac{vI}{2} - vIk\right) & \text{si } 0 \leq k \leq \text{EnteroInferior}\left(\frac{n'}{vI}\right) - 1 \\ \frac{1}{2v}\left(n' - vkI\right)^2 & \text{si } k = \text{EnteroInferior}\left(\frac{n'}{vI}\right) \end{cases}$$

Por comodidad, definamos K como:

$$K = \text{EnteroInferior}\left(\frac{n'}{vI}\right)$$

Por lo tanto,

$$\begin{aligned} \frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} &= \frac{1}{I} \left(\frac{1}{2v} \left(n' - vKI\right)^2 + \sum_{k=0}^{K-1} I \left(n' - \frac{vI}{2} - vIk\right) \right) \\ &= \frac{1}{I} \left[\frac{1}{2v} \left(n' - vKI\right)^2 + I \left(\left(n' - \frac{vI}{2}\right)K - vI \sum_{k=0}^{K-1} k \right) \right] \\ &= \frac{1}{I} \left[\frac{1}{2v} \left(n' - vKI\right)^2 + I \left(\left(n' - \frac{vI}{2}\right)K - vI \frac{(K-1)K}{2} \right) \right] \\ &= \frac{1}{2vI} \left[\left(n' - vKI\right)^2 + 2vI \left(n'K - \frac{vIK}{2} - \frac{vIK^2}{2} + \frac{vIK}{2} \right) \right] \\ &= \frac{1}{2vI} \left[\left(n' - vKI\right)^2 + \underbrace{2vKIn' - (vIK)^2 - n'^2 + n'^2}_{} \right] \\ &= \frac{1}{2vI} \left[\left(n' - vKI\right)^2 - \left(n' - vKI\right)^2 + n'^2 \right] \end{aligned}$$

Finalmente,

$$\boxed{\frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} = \frac{n'^2}{2vI}}$$

Fórmula 11

Recordemos que:

- n' : Cantidad de viviendas del proyecto que se encuentran disponibles cuando termina la construcción
- v : Velocidad a la cuál se vende cada proyecto
- I : Intervalo de tiempo entre la ejecución de proyectos

Nótese que esta es una expresión netamente descriptiva, es decir, no otorga información de un nivel óptimo o beneficioso, sino que describe el stock promedio que tendría una inmobiliaria si decidiera desarrollar proyectos de n viviendas cada I unidades de tiempo y cada proyecto se vendiera a una tasa v .

Para comprobar los resultados obsérvese que para el caso anteriormente resuelto, en que $n' = 16$, $v = 2$ y $I = 3$

$$\frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} = \frac{16^2}{2 \cdot 2 \cdot 3} = 21,3$$

Que coincide con lo obtenido en la página 173.

De la Fórmula 11 se puede observar que el stock de viviendas que debe mantener una inmobiliaria aumenta con el cuadrado de la cantidad de viviendas que poseen sus proyectos, y es inversamente proporcional a la velocidad de venta e intervalo de tiempo entre la ejecución de proyectos. Este intervalo de tiempo, en conjunto con el tamaño de los proyectos determinan la producción total P_T de la empresa, por ejemplo para el caso de $n' = 16$ viviendas, y $I = 3$ meses, la producción mensual sería de 5,3 viviendas/mes, en general se puede decir que

$$P_T = \frac{n'}{I} \quad \Rightarrow \quad I = \frac{n'}{P_T}$$

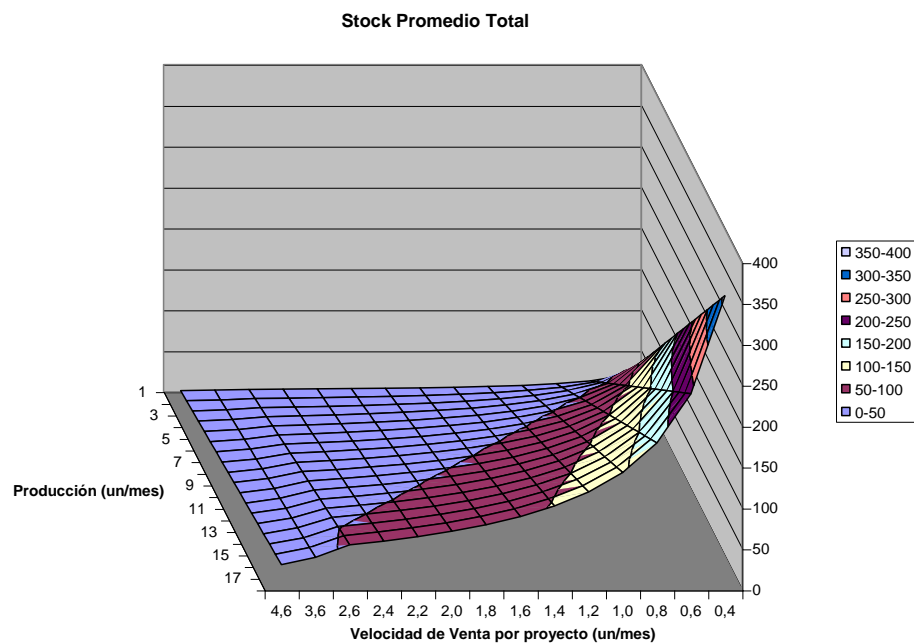
Si reemplazamos en la Fórmula 11, se obtiene:

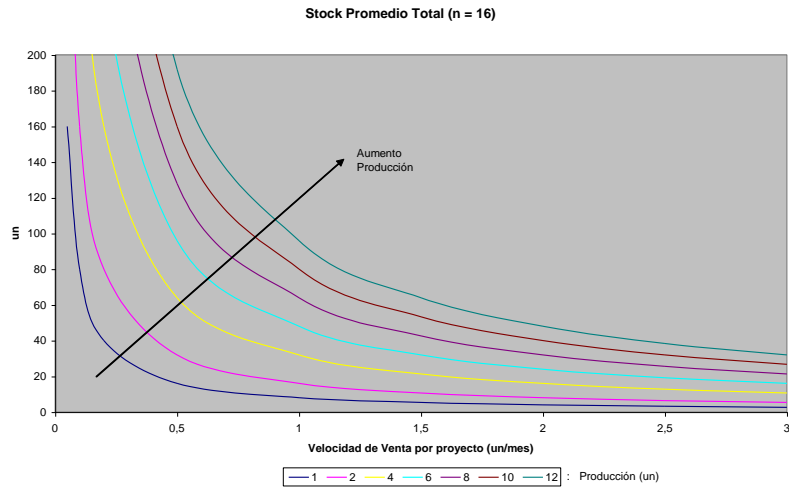
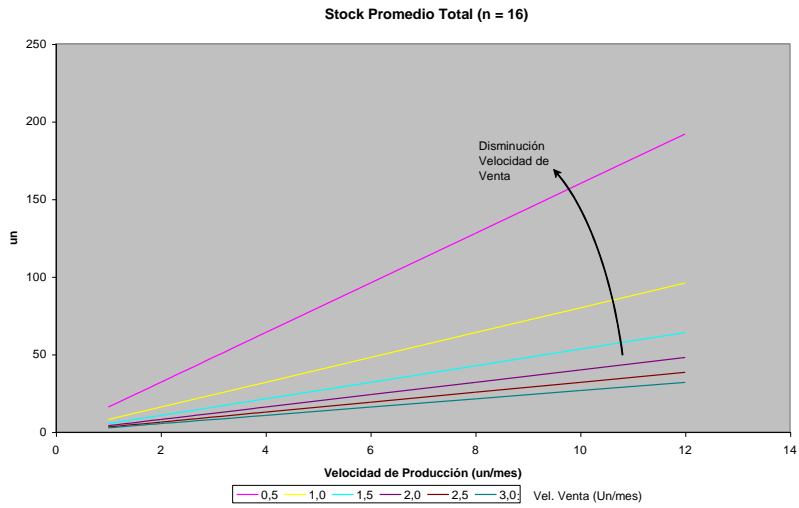
$$\frac{\text{StockPromedio}}{\text{ProductosTerminados}} = \frac{n' P_T}{2v}$$

Dónde:

- n' : Cantidad de viviendas del proyecto que se encuentran disponibles cuando termina la construcción (un)
- v : Velocidad a la cuál se vende cada proyecto (un/mes)
- P_T : Producción total de la empresa (Un/mes)

En los gráficos siguientes se representa esta relación para $n' = 16$:





El inventario de productos terminados se valora según el costo en que se incurrió para producirlo, que a su vez depende de la superficie de cada unidad. Si cada vivienda construida tuviera una superficie S , y el costo directo por unidad de superficie construida fuera CD , en promedio la empresa deberá mantener invertido en stock de productos terminados o existencias:

$$Existencia_s = \frac{n' P_T}{2v} \cdot S \cdot CD$$

Dónde:

- n' : Cantidad de viviendas del proyecto que se encuentran disponibles cuando termina la construcción (un)
- v : Velocidad a la cuál se vende cada proyecto (un/mes)
- P_T : Producción total de la empresa (Un/mes)
- CD : Costo directo de Producción (UF/m²)
- S : Superficie por vivienda (m²)

Los analistas financieros se interesan por la razón de rotación del inventario o por el tiempo promedio que los productos permanecen en inventario. Calculemos la razón de rotación:

$$\frac{\text{Rotación}}{\text{Prod. Term.}} = \frac{\text{Costo Bienes Vendidos}}{\text{Existencias}} = \frac{P_T \cdot S \cdot CD}{\frac{n' P_T \cdot S \cdot CD}{2v}} = \frac{2v}{n'}$$

Si v corresponde a ventas mensuales, esta expresión representa la rotación mensual, y la rotación anual será:

$$\frac{\text{Rotación Anual}}{\text{Prod. Term.}} = \frac{24 \cdot v}{n'}$$

Por ejemplo para el caso $n' = 16 \text{ un}$, $v = 2 \text{ un/mes}$ el ciclo de Stock de productos terminados, que figura en la Figura 13 de la página 113, ocurre 3 veces al año, por lo que tiene una duración de 4 meses, en general:

$$\frac{\text{Duración Stock Prod. Terminados}}{\text{Prod. Term.}} = \left[\frac{\text{Rotación}}{\text{Prod. Term.}} \right]^{-1} = \frac{n'}{2v}$$

Obsérvese que este resultado es altamente intuitivo, ya que n'/v corresponde al tiempo en que debería terminar de venderse un proyecto desde que finaliza la construcción, y esta expresión afirma que la duración en stock promedio de una de las viviendas es la mitad.

4.- Derechos y Obligaciones Contractuales para Arquitectos

ASOCIACION OFICINAS DE ARQUITECTOS A.O.A.

Acuerdos respecto de cobros de honorarios, sus modalidades de cálculo y los servicios comprometidos.

Los alcances aquí expuestos, pretenden informar a terceros acerca de los usos habituales respecto de los servicios de arquitectura, complementando esto con una definición de la terminología normalmente usada entre los arquitectos que pertenecen a la A.O.A., y los consensos en cuanto a la calidad y cantidad de trabajo que corresponde a un encargo profesional.

Estos no son obligatorios, solo pretenden definir un marco común en que cada profesional acuerde las condiciones de trabajo que estime apropiadas al caso.

Estos alcances se refieren específicamente a encargos de edificaciones en general. Similares acuerdos deberán definirse en el futuro, respecto de otros encargos tales como urbanizaciones por una parte, y habilitaciones interiores , por otra.

1. ALCANCE DE LOS TRABAJOS DE ARQUITECTURA

1.1. Trabajos Preliminares

Se refiere a todos los trabajos destinados a la recopilación de antecedentes necesarios, previo a la elaboración del anteproyecto.

Esto incluye las reuniones con el cliente, la definición del programa y sus relaciones, las visitas y el análisis del terreno, la solicitud de informes municipales u otros organismos y la coordinación de los estudios complementarios (topografía, mecánica de suelos, etc.). Esta etapa puede variar en gran medida respecto del tiempo y el trabajo involucrados, dependiendo de la envergadura del encargo y la disponibilidad de los antecedentes.

1.2. Anteproyecto

Comprende todos los planos de plantas, cortes y elevaciones, necesarios para la comprensión y evaluación del partido general de un proyecto. La escala de presentación oscilará entre 1:100 y 1:200 dependiendo de la magnitud del proyecto.

Pueden incluirse en esta etapa, previo acuerdo entre las partes, la elaboración de vistas, maquetas, cuadros de superficies, especificaciones técnicas preliminares y la aprobación municipal del anteproyecto.

1.3 Proyecto

1.3.1. Planos generales de arquitectura

Comprende todos los planos generales de plantas, cortes y elevaciones que definen el proyecto con un desarrollo suficiente para informar cada uno de los proyectos de especialidades (estructuras, instalaciones sanitarias, electricidad y corrientes débiles, climatización etc.) . La escala de presentación oscilará entre 1:100 y 1:50 dependiendo de la magnitud del proyecto.

1.3.2. Planos de detalles

Comprende todos los planos necesarios que terminan de describir adecuadamente la arquitectura del proyecto, tales como puertas, ventanas, muebles incorporados, escaleras, pavimentos, cielos, revestimientos, escantillones, etc.

Esto incluye también la elaboración de especificaciones técnicas de terminaciones, que describen y complementan los planos.

También la coordinación de los proyectos de especialidades junto con la revisión de todos sus planos para asegurar la concordancia con el proyecto de arquitectura.

Planos generales, planos de detalles, planos de especialidades y especificaciones técnicas, definirán totalmente la arquitectura del proyecto.

Pueden incluirse en esta etapa, previo acuerdo entre las partes, la elaboración de vistas, maquetas, cuadros de superficie y antecedentes necesarios para llamar a propuesta de construcción.

1.4 Dirección de Obras

Comprende las visitas a terreno necesarias, una vez por semana, para fiscalizar y responder consultas referentes a la correcta interpretación de los planos y especificaciones técnicas, por parte de la Empresa Constructora, cuidando la correcta ejecución de la obra. No implica una inspección técnica de la obra.

1.5 Tramitación de Permisos

Los arquitectos son responsables de la tramitación para obtener por parte de la municipalidad u otro organismo correspondiente, el Permiso de Edificación, la Recepción Final de la obra, y la autorización de la ley de Copropiedad Inmobiliaria, si es el caso. No son responsables de la obtención de los certificados de especialidades.

En caso de asignarse revisores independientes, estos serán responsables de la tramitación ante la municipalidad, debiendo los arquitectos solamente entregar y corregir, si es el caso, los antecedentes requeridos para completar los expedientes que se soliciten.

1.6 Exclusiones

Los trabajos de arquitectura no comprenden los siguientes puntos:

- Elaboración de los proyectos de especialidades, tales como topografía, mecánica de suelos, ingeniería sanitaria, electricidad, corrientes débiles, telefonía, climatización, seguridad; tampoco los estudios de

especialidades, tales como impacto vial, impacto ambiental, tráfico de ascensores, etc.

- La elaboración de fotos, perspectivas y/o maquetas publicitarias.
- Elaboración de presupuestos.
- Cubicaciones de materiales que componen al proyecto.
- Administración o inspección técnica de la construcción, a realizar por la ITO.
- Modificaciones al proyecto, resultantes de cambios en los requerimientos enunciados por el cliente. En dicho caso se convendrá un cobro adicional en proporción al avance de los trabajos.

2. COBROS DE HONORARIOS

2.1 Parcialización y Valorización por Etapas

Los trabajos de arquitectura se cobrarán por etapas. Para esto se ha acordado definir un porcentaje referencial correspondiente a cada una, respecto del total de honorarios por cobrar, estos son los siguientes:

Anticipo	5%
Anteproyecto	15%
Planos Generales	20%
Planos de Detalles	15%
Permiso municipal o entrega del Expediente al revisor independiente	5%

Total etapa de proyecto	60%
Dirección de Obras	35%
Recepción final	5

Total etapa de construcción	40%

El cobro de los honorarios correspondientes a cada etapa, se devenga con la sola entrega de todos los antecedentes comprometidos, de acuerdo con lo definido en sus alcances (punto 1).

2.2 Modalidades de Cobro

2.2.1 Honorarios por unidad de superficie de edificación proyectada.

Se cobrarán multiplicando el total de la superficie proyectada por un valor previamente pactado.

Dicha superficie proyectada, se medirá aplicando el mismo procedimiento usado por la Municipalidad correspondiente, para medir el proyecto y cobrar su Permiso de Edificación o bien, simplemente contabilizando la superficie construida interior completa, más toda la superficie techada exterior como media superficie.

2.2.2 Honorarios como porcentajes del costo de construcción.

Se cobrarán aplicando un porcentaje previamente acordado, al costo total, incluyendo IVA, de la obra construida. Dicho costo puede estimarse previamente y/o determinarse una vez finalizada la obra y conocidos los valores reales.

2.3 Exclusiones

Los honorarios de arquitectura no comprenden los siguientes puntos:

- El pago de honorarios a todos los proyectistas de especialidades del proyecto.
- El pago de los derechos e impuestos municipales, aportes de agua, alcantarillado, electricidad, etc.
- El pago de las copias de planos necesarias.

- Los gastos de viaje y estadía, en caso que la obra a construir queda fuera de la ciudad donde reside el arquitecto.

2.4 Otros alcances

2.4.1. Se acuerda la modalidad del cobro de un anticipo, previo a definir entre las partes, entendido como una garantía de seriedad del encargo, y con el objeto de costear los gastos en que incurre el arquitecto para iniciar los trabajos del anteproyecto.

2.4.2. La paralización de un proyecto por más de seis meses, en cualquiera de sus etapas, debido a causas ajenas al arquitecto, dará pie para un cobro adicional por concepto de indemnización, equivalente al 20% de los honorarios que deja de percibir por esta causa. Se considera además la completación y pago correspondiente de la etapa del trabajo en que se encontraba al momento de paralizar el encargo.

2.4.3 Los honorarios correspondientes a trabajos que repiten unidades arquitectónicas idénticas y autónomas, consistentes en edificios estructuralmente independientes, pueden estar sujetos a cobros inferiores o nulos, solo en las etapas de planos generales y planos de detalles, debiendo mantenerse la aplicación del honorario completo en el resto de las etapas de desarrollo del proyecto y dirección de obras, anteriormente desglosadas.

Bibliografía

- Finanzas Corporativas, Quinta Edición. *Stephen A. Ross, Randolph W. Westerfield, Jeffrey F. Jaffe.*
- Administración Financiera, Décima Edición: *James C. Van Horne*
- Manual de Gestión Inmobiliaria, *Antonio Caparrós Navarro, Ricardo Alvarellos Bermejo, Juan Fernandez Caparrós*
- Introducción a La Investigación de Operaciones, Sexta Edición. *Frederick S. Hillier, Gerald J. Lieberman.*
- Preparación y Evaluación de Proyectos, Cuarta Edición. *Nassir Sapag Chain, Reinaldo Sapag Chain.*
- Manual de Gestión del Circulante, *Eliseu Santandreu*
- Procesos y Técnicas de Construcción, Tercera Edición. *Hernán de Solminhac T., Guillermo Thenoux Z.*
- Estrategias para el Liderazgo Competitivo, *Arnoldo Hax y Nicolás Majluf.*
- Marketing en Internet, *Daniel S. Janal.*
- Contabilidad, La base para decisiones gerenciales, Undécima Edición. *Robert F. Meigs, Jan R. Williams, Susan F. Hanka, Mark S. Bettner.*
- Cálculo Diferencial e Integral, *William Anthony Granville.*

Documentos de Trabajo:

- Informe Inmobiliario (ediciones mensuales), *Cámara Chilena de la Construcción*
- Costo Financiero de las Ineficiencias que producen terceros en la obtención de Permisos y Trámites para el desarrollo de Proyectos Inmobiliarios en la Región Metropolitana, *CIADE*
- Profundización del Financiamiento de la Vivienda, *Cámara Chilena de la Construcción.*