



**TESIS DE GRADO
EN INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**COMERCIALIZACIÓN DE UN SERVICIO DE
CLIMATIZACIÓN**

Autor: Pablo Alejandro Martínez

43.185

Directores de tesis:

Ing. José Jalil

Ing. Maximiliano Catalano Dupuy

Ing. Juan Marcelo Lezama

2010

*A mis padres,
por su apoyo incondicional e ilimitada paciencia.*

RESUMEN EJECUTIVO.

Los proyectos de inversión se evalúan según el impacto potencial sobre los inversores, sin considerar los impactos sociales, económicos y ambientales sobre el entorno. Esto trae consecuencias negativas, no sólo para el entorno, sino para la empresa por formar parte del mismo (la pesca indiscriminada genera rendimientos en el corto plazo pero, eventualmente, erradica la fuente de riqueza).

Los inversores no considerarán estos efectos en la evaluación de proyectos si hacerlo no reporta un beneficio económico apreciable dentro del horizonte de planeamiento. La transformación de la comercialización de productos en comercialización de servicios parece ser uno de los caminos para lograrlo.

Para evaluarlo, el presente trabajo analiza el caso particular de la comercialización de un servicio de climatización de edificios, como oposición a la venta de equipos de climatización, en Argentina.

El resultado de la evaluación muestra un proyecto rentable que promete beneficios tanto para los inversores como para el entorno en el cual se desarrolla, por lo que se concluye que la transformación de comercialización de bienes a comercialización de servicios parece ser un camino viable para que las empresas incorporen en sus análisis los impactos de su accionar sobre su entorno.

El trabajo sirve como punto de partida tanto para futuros casos prácticos como para un desarrollo general conceptual sobre el tema.

ABSTRACT.

Investment opportunities are evaluated in terms of their impact on the investor, leaving out the potential social, economic and ecological effects to the environment. This brings negative consequences, not only to the environment but also to the company because it is immerse in it (uncontrolled fishing brings economical returns in the short term, but it eventually eradicates the primary source of income).

These effects will not be considered by investors if doing so doesn't produce economic results which are measurable within the planning horizon. Transitioning from product commercialization to service commercialization appears to be one of the ways to achieve this.

In order to evaluate it, this paper evaluates the practical case of the commercialization of a building heating and cooling service, as opposed to selling heating and cooling equipment, in Argentina.

The results of the evaluation show a viable project that promises benefits to the investor and to the environment as well, which is why the conclusion of this paper is that the transition from the trading of products to the trading of services seems to be a feasible way for companies to incorporate their impact on the environment into their analyses.

This paper acts as a starting point for both more practical case studies and for a more general theoretic development on the matter.

TABLA DE CONTENIDOS.

1	Introducción.....	1
1.1	El triple resultado.....	1
1.2	Transformar bienes en servicios.	2
1.3	Objetivo y método.	3
1.4	Alcance de la publicación.....	3
1.5	Organización del trabajo.	3
2	Análisis de factibilidad comercial.....	5
2.1	Objetivo y método del análisis.....	5
2.2	Definición y segmentación del mercado.....	6
2.3	Cálculo del tamaño máximo del mercado.	8
2.4	Definición del motivo de compra.	10
2.5	Desarrollo del modelo precio – cantidad.	11
2.6	Apéndice A: detalle del cálculo del tamaño máximo del mercado.....	16
2.7	Apéndice B: cálculo del costo de climatización.	22
3	Análisis de factibilidad técnica.	33
3.1	Introducción.....	33
3.2	Composición de los costos.....	33
3.3	Costo total de cada escala.	40
3.4	Estimación del precio y la cantidad.	41
3.5	Apéndice A: parámetros asumidos en la estimación de los costos.....	44

4	Estudio de factibilidad económica.	45
4.1	Introducción.....	45
4.2	Consideraciones generales.	45
4.3	Estructura óptima de financiamiento.	47
4.4	Proyección del estado de resultados.....	49
4.5	Proyección del Balance.....	51
4.6	Resultados.	51
4.7	Análisis.....	52
4.8	Apéndice A: Cálculo del costo del capital propio.....	54
5	Evaluación del proyecto.	59
5.1	Introducción.....	59
5.2	Desarrollo del Flujo de Fondos.....	59
5.3	Análisis de los datos.....	62
6	Conclusiones.....	65
7	Futuras líneas de desarrollo.....	67
8	Fuentes de información citadas.....	69

1 INTRODUCCIÓN.

1.1 EL TRIPLE RESULTADO.

Los métodos de evaluación de proyectos que se utilizan en el mercado para tomar decisiones acerca de las inversiones no han cambiado demasiado en las últimas décadas. Si bien es cierto que han surgido nuevas herramientas financieras, el objetivo de dichos análisis se mantiene igual: dimensionar el beneficio y el riesgo asociado de llevar a cabo el proyecto, **desde la perspectiva del emprendedor.**

Este punto de vista a la hora de analizar un proyecto (si bien lógico) no considera el impacto del proyecto en el entorno, es decir, el universo fuera de la empresa.

En términos generales, todos los proyectos, además de presentar consecuencias económicas y financieras para el emprendedor, generan un impacto en el entorno (que puede ser positivo, negativo o neutro). Dicho impacto puede clasificarse en:

- Impacto ambiental.
- Impacto social.
- Impacto económico.

El impacto económico en el entorno, si bien rara vez tenido en cuenta en los análisis por parte de las empresas, si es tenido en cuenta en otros análisis hechos por otras instituciones (cámaras empresariales, organizaciones no gubernamentales y el Estado mismo). Los impactos ambiental y social, sin embargo, rara vez son analizados más allá de los requisitos legales existentes.

Más allá de los motivos altruistas que podrían impulsar a las empresas a realizar estos análisis, no hacerlo conlleva consecuencias económicas (frecuentemente desfavorables) para éstas. Un ejemplo muy claro se da en la industria de la pesca. En la misma, diversas empresas compiten para obtener y comercializar los recursos que les ofrece el mar. Como únicamente se analiza el aspecto económico y financiero desde el punto de vista de las empresas, no se considera el efecto que tendrá la pesca en el ecosistema. Así es como ya en muchas ocasiones esto ha llevado a que se destruya dicho ecosistema, **eliminando la posibilidad de obtener beneficios del mismo.**

El lector se preguntará por qué, si estas consecuencias son tan claras, las compañías no incluyen (en términos generales) este análisis en su evaluación de proyectos de inversión. La razón es que estas consecuencias, si bien ciertas, ocurren a plazos usualmente largos, y por tanto fuera del horizonte de análisis de las compañías emprendedoras. Este efecto se ve acentuado en países con economías subdesarrolladas, cuyos ciclos económicos son considerablemente más cortos.

El desafío reside entonces en lograr que estos impactos se incluyan en el análisis. Andrew W. Savitz, en su libro “The Triple Bottom Line” (“El Triple Resultado”) plantea que la única forma es **lograr que analizar dichos impactos reporte un beneficio para la empresa** (en el corto y mediano plazo).

1.2 TRANSFORMAR BIENES EN SERVICIOS.

En su libro, Savitz sugiere ciertas formas de las que se puede lograr el objetivo mencionado. Una de ellas, la que dio origen a esta publicación, se basa en la posibilidad de **convertir la oferta de bienes, en oferta de servicios**.

El concepto se ilustra mejor con un ejemplo. Suponga el lector que se quiere aplicar esta idea a la comercialización de lavarropas. El servicio asociado sería, evidentemente, el servicio de lavado de ropa. La idea principal es que la actividad del cliente en torno al producto no se altere (sigue teniendo un lavarropas en su casa para utilizar cuando le plazca) pero sí el esquema del negocio desde los tres puntos de vista (social, económico y ambiental). En el ejemplo, el cliente podría pagar una cuota mensual (fija o variable) en concepto de “servicio de lavado de ropa”. A cambio, la empresa prestadora se ocuparía de la instalación de la máquina, el mantenimiento, y los costos variables asociados (electricidad, agua).

De esta forma, el cliente se beneficiaría porque no tendría que realizar la inversión de adquirir un lavarropas, sino que con un pequeño desembolso periódico tendría todo resuelto. El medioambiente se vería beneficiado porque la empresa, en su afán de reducir costos para maximizar las utilidades, fabricaría lavarropas lo más eficientes posibles. Además, como cada lavarropas que se cambia por uno nuevo volvería a la empresa, esta diseñaría sus productos en función de aprovechar todo el material posible de aquellos que descarta, reduciendo notablemente la emisión de residuos. Le empresa por su parte recibiría un ingreso periódico por cada cliente en lugar de un ingreso único por compra eventual. Esto podría resultar financieramente beneficioso. Además, generaría una estabilidad en las operaciones de la empresa que, si se vuelve una tendencia en un sector de la economía, generara una gran cantidad de empleos estables en oposición a los eventuales que se generan en momentos de mayor demanda.

Se ve en este simplificado ejemplo cómo puede ser económicamente beneficioso para una empresa cuidar los aspectos ambientales y sociales de su entorno.

1.3 OBJETIVO Y MÉTODO.

El objetivo de este trabajo es medir los beneficios económicos de **transformar la comercialización de un bien en la comercialización de un servicio**.

La forma de abordar el objetivo es a través del análisis de un caso práctico: un **servicio de climatización de edificios** (como alternativa a la comercialización de equipos de climatización).

1.4 ALCANCE DE LA PUBLICACIÓN.

Este trabajo es unipersonal y por tanto su alcance es limitado. El autor se propone cubrir todos los aspectos esenciales que hacen a la evaluación de un estudio de inversión, es decir:

- Dimensionamiento comercial.
- Dimensionamiento técnico.
- Dimensionamiento económico.
- Dimensionamiento financiero.

Sin embargo, para alivianar la carga de trabajo forzosamente se tendrá que adoptar hipótesis (debidamente fundamentadas) que reducirán el espectro de aplicabilidad del trabajo. Dichas hipótesis se adoptarán siguiendo el criterio conservador (de forma tal que si el negocio es factible adoptando la hipótesis, con seguridad lo sea sin considerarla).

En otras palabras, si una empresa tuviera la intención de llevar un proyecto de este tipo a la práctica, encontraría en este trabajo una guía detallada de los pasos a seguir, y no tendría más que validar las hipótesis que hubiese y darle un nivel más de detalle al análisis. En el capítulo 7 de esta publicación se profundiza lo recién mencionado.

1.5 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO.

En este trabajo se presentan:

- Una Introducción (cap. 1).
- Un Análisis de Factibilidad Comercial (cap. 2).
- Un Análisis de Factibilidad Técnica (cap. 3).
- Un Análisis de Factibilidad Económica (cap. 4).

- Evaluación del proyecto (cap. 5).
- Conclusiones (cap. 6).
- Futuras líneas de desarrollo (cap. 7).
- Detalle de las fuentes citadas (cap. 8).

2 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD COMERCIAL.

2.1 OBJETIVO Y MÉTODO DEL ANÁLISIS.

El objetivo del Análisis de Factibilidad Comercial es averiguar si existe mercado para el servicio a comercializar, y dimensionar dicho mercado. Ésta es precisamente la razón por la que este estudio se hace en primer lugar (si no existiese mercado, ningún otro tipo de análisis tendría sentido).

El análisis de factibilidad comercial finaliza con la generación de la curva de demanda del mercado para el servicio de climatización. Se desarrolla en las siguientes etapas:

1. **Definición y segmentación del mercado:** es necesario definir con precisión los límites del mercado al que se apuntará con el estudio, indicando qué características debe cumplir un potencial cliente para ser considerado parte del mercado. Dentro de estos límites, es posible que surja la necesidad de diferenciar en distintos “sub-segmentos”. Las divisiones pueden darse por diversos motivos (diferente motivo de compra, diferente percepción de la calidad, diferente precio, diferentes características técnicas del servicio, entre muchas otras).
2. **Cálculo del tamaño máximo del mercado:** una vez definido el mercado se puede calcular su tamaño máximo. Consiste en estimar qué cantidad de clientes se podría llegar a tener si no existiera competencia y el precio fuera nulo. En otras palabras, es una condición de borde del modelo.
3. **Definición del motivo de compra:** a continuación, es necesario definir en función de qué factores el cliente decidirá adquirir el servicio ofrecido. En ocasiones, el motivo es simplemente el costo más bajo con respecto a la competencia, mientras que en otras influyen variables como el valor agregado, servicio diferencial u otras que hacen que el precio no sea el motivo principal. Comprender en base a qué decidirá el cliente es fundamental para predecir las ventas.
4. **Desarrollo del modelo de precio (p) – cantidad (q):** una vez definidos los motivos de compra, es necesario relacionarlos con el precio en un modelo matemático. Dicho modelo es el núcleo del estudio de mercado puesto que predice el comportamiento del cliente en función de un parámetro modificable

(el precio). En otras palabras, este paso consiste en obtener la ecuación de la curva de demanda.

Tanto el análisis de factibilidad comercial, como los subsiguientes en esta publicación, han sido analizados con un horizonte de proyección de 10 años hacia el futuro.

2.2 DEFINICIÓN Y SEGMENTACIÓN DEL MERCADO.

2.2.1 Restricciones iniciales.

En primera instancia es necesario definir ciertas restricciones arbitrarias de forma de reducir el espectro del análisis. Por un lado, se define como límite geográfico del mercado a la **Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA)**. Si bien la restricción es arbitraria, elegir a CABA como mercado “piloto” tiene sentido puesto que la misma tiene la mayor densidad de población y por tanto la mayor densidad de edificios del país. En otras palabras: si el negocio no es exitoso en CABA, posiblemente no lo sea en ningún otro lugar de Argentina.

En segundo lugar es necesario distinguir entre construcciones nuevas y edificios existentes. Si bien el servicio es comercializable a cualquiera de los dos grupos, comercializar a edificios existentes es más complicado, puesto que entran en juego aspectos como el repago de la inversión que ya hizo el cliente en equipos, y las alteraciones a la instalación que sea necesario hacer. Entonces, si bien los edificios ya existentes son el segmento más grande y vale la pena analizarlos, se dejarán fuera del alcance de este trabajo. De cualquier forma, sigue valiendo la hipótesis conservadora mencionada en el capítulo 1.

Recapitulando, se han definido como restricciones iniciales, que los edificios:

- no estén construidos aún y,
- vayan a ser construidos dentro de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires en el transcurso de los próximos 10 años.

2.2.2 Segmentación por tamaño.

Un atributo ineludible de los edificios a la hora de analizar la posibilidad de comercializar un servicio de climatización es su tamaño. A mayor tamaño del edificio, más compleja es su climatización, y por tanto más propensos estarán sus administradores a tercerizar este servicio. Por otra parte, los edificios de gran tamaño suelen estar administrados de una forma más corporativa, lo que implica una estrategia de comercialización diferente y un precio diferente (punto que se analiza más adelante en el documento).

A los propósitos de esta segmentación, se utilizará la cantidad de plantas como parámetro representativo del tamaño del edificio. De esta forma, el mercado se ha segmentado como se muestra en la Tabla 2.1 (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008).

Subsegmento	Cantidad de plantas
Edificios pequeños	De 1 a 6 plantas
Edificios medianos	De 7 a 12 plantas
Edificios grandes	13 o más plantas.

Tabla 2.1: segmentación por tamaño.

2.2.3 Segmentación por destino.

El destino que se le da a un edificio también influye al momento de comercializar un servicio de climatización. Por un lado, los edificios destinados a un uso comercial o industrial suelen tener requerimientos técnicos de climatización más elevados (debido a la mayor rotación de personas). Por otro lado, son clientes a los que es más sencillo llegar con un servicio dada su administración empresarial.

Puede clasificarse a los edificios de la siguiente forma (según su destino):

- Edificios de viviendas (conocidos como “multiviviendas”).
- Edificios comerciales (oficinas y centros comerciales).
- Edificios industriales.

A los fines de reducir la amplitud del análisis, se estudiará la comercialización a edificios de viviendas, conservando así la hipótesis conservadora enunciada con anterioridad.

2.2.4 Resumen.

La Figura 2.1 muestra la síntesis de lo enunciado acerca de la segmentación del mercado, indicando con trama de rombos los segmentos sobre los que se centrará el análisis del presente trabajo.

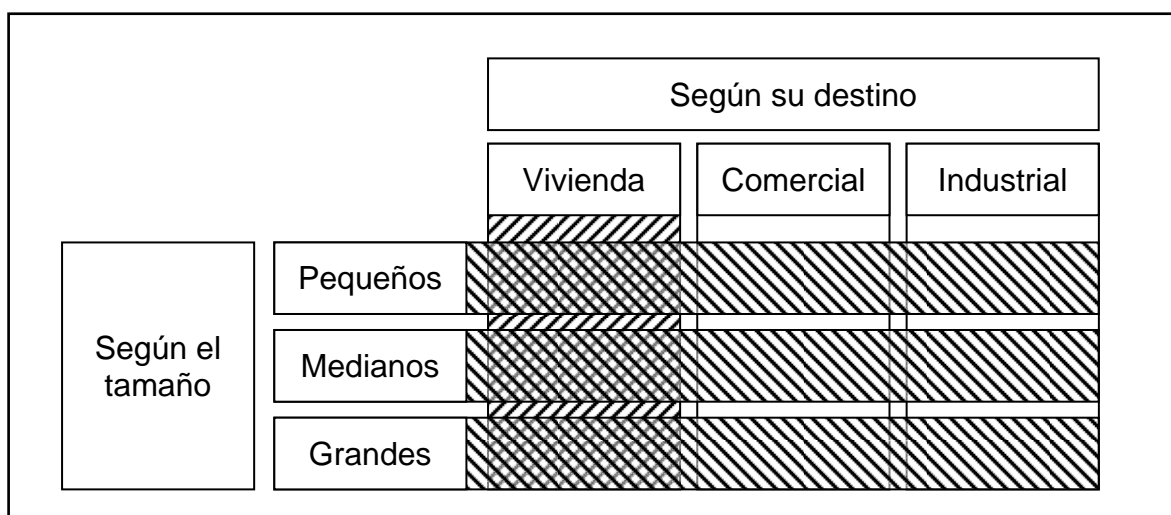


Figura 2.1: segmentación del mercado.

2.3 CÁLCULO DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL MERCADO.

Según las definiciones adoptadas en los incisos 2.2.2 y 2.2.3, calcular el tamaño máximo del mercado equivale a calcular **la cantidad de edificios de viviendas que se va a construir en CABA durante los próximos 10 años, segmentados en pequeños, medianos y grandes.**

2.3.1 Procedimiento de cálculo.

En términos generales, existen dos formas de hacer proyecciones como la mencionada:

- obtener, a partir de datos históricos, una función matemática que se ajuste aceptablemente a los datos y luego extrapolar esa función para los próximos diez años,
- o bien encontrar alguna relación entre la variable a proyectar y una variable macroeconómica, y proyectar esta última.

La segunda opción, si bien no siempre posible, es preferible puesto que no es un simple cálculo matemático sino que tiene sustento teórico. Adicionalmente, los organismos internacionales suelen proveer proyecciones para las variables macroeconómicas más comunes, aportando confiabilidad al análisis.

Es de esperar que la construcción de viviendas tenga relación con la situación económica de la ciudad, por lo que en primera instancia se estudia la correlación entre el Producto Bruto Geográfico de CABA (que es una medida del PBI a nivel

local) y los permisos de construcción. Se observa un buen nivel de correlación del 81% (García, 2004)¹.

El Fondo Monetario Internacional (IMF, por sus siglas en inglés) provee proyecciones de las variables macroeconómicas de los distintos países. Si bien no existen proyecciones sobre el PBG de CABA, si existen sobre el Producto Bruto Interno (PBI) de Argentina. Se busca entonces el coeficiente de correlación entre ambas variables, que resulta del 99%, por lo que se concluye que la predicción del IMF es válida para utilizar en el análisis.

Yendo hacia mayor nivel de detalle, se calcula el coeficiente de correlación entre los permisos y las multiviviendas nuevas (94%) y entre las multiviviendas nuevas y las multiviviendas de entre 1 y 6 plantas (98%). Este último dato muestra que se mantiene una proporción constante de edificios pequeños en el total de los edificios construidos. Se hizo lo mismo con los edificios medianos (99%).

Se resuelve entonces utilizar la proyección del PBI argentino provista por el IMF y luego estimar la cantidad de edificios de cada tamaño que se construirán en los próximos diez años utilizando la *cadena de correlaciones* antes comentada. Se toma por válida la proyección del IMF dado el alto prestigio internacional de la entidad. El detalle de los cálculos antes mencionados puede verse en el punto 2.6 (pág.16).

2.3.2 Resultados.

La Tabla 2.2 muestra los resultados del cálculo.

¹ En su libro, Roberto García presenta la siguiente tabla:

Campo de aplicación	Valor mínimo de ρ
Procesos físicos e industriales	0,8 a 0,9
Econometría, variables macro y microeconómicas	0,6 a 0,7
Sociología, psicología	0,4 a 0,6

Año	Multiviv 1 a 6 plantas	Multiviv 7 a 12 plantas	Multiviv 13 o más plantas
2010	404	237	41
2011	395	224	39
2012	395	224	39
2013	395	224	39
2014	395	223	38
2015	394	223	38
2016	394	223	38
2017	394	223	38
2018	394	222	38
2019	394	222	38
2020	393	222	38
2021	393	222	38

Tabla 2.2: Resultados de la proyección.

2.4 DEFINICIÓN DEL MOTIVO DE COMPRA.

La definición del motivo de compra es la parte más subjetiva del análisis. Es en este momento en el que se debe predecir cómo se comportarán los potenciales clientes frente a la oferta del servicio.

Un decisor de compra muy utilizado es el precio. Esto es: *el cliente optará por el servicio de menor precio*. Si éste fuera el decisor, el análisis se reduciría a comparar, desde la perspectiva del cliente, el costo que tiene adquirir el servicio frente a los costos asociados a climatizar el edificio por cuenta propia. La Tabla 2.3 muestra un detalle de la comparación necesaria en este caso.

Climatización por cuenta propia	Adquisición del servicio de climatización
Amortización de la inversión en equipamiento	Tarifa mensual
Insumos (gas natural, electricidad)	
Mantenimiento	

Tabla 2.3: comparación de costos desde la perspectiva del cliente.

Este tipo de servicios, sin embargo, tiene un componente de valor agregado, dado que el cliente se despreocupa de todo lo referente a climatizar el servicio una vez

contratado el mismo. El desafío consiste entonces en dimensionar este valor agregado. En otras palabras: *cuánto más caro estará dispuesto a pagar el cliente el servicio de climatización con respecto al costo de climatizar por cuenta propia*. Adicionalmente, existe también un factor financiero a tener en cuenta (el cliente se ahorra una inversión inicial importante en equipamiento).

En primer lugar, se desarrollará entonces el llamado *factor comodidad*. Puede pensarse en la comodidad agregada por el servicio como un **servicio adicional de gestoría**, puesto que se resuelven trámites y otras cuestiones de esa índole a cambio de una tarifa fija.

Cabe preguntarse en esta instancia cuáles son las operaciones (antes llamadas “trámites”) que el cliente deja de realizar por el hecho de contratar el servicio de climatización. Se enumeran a continuación:

- Adquisición de los equipos necesarios: el cliente se ahorra el trabajo de comparar precios y prestaciones de los distintos equipos en el mercado para posteriormente tomar una decisión.
- Pago de las facturas asociadas: al contratar el servicio, el cliente se despreocupa de los distintos cargos asociados al funcionamiento de la climatización (electricidad, gas, mantenimiento, etc.) y los unifica en una única factura (la del proveedor del servicio de climatización), que además es fija por lo que el cliente gana en seguridad.
- Mantenimiento: el cliente se ahorra el trabajo de hacer las reparaciones de los equipos cuando sean necesarias (buscar precios, coordinar visitas del personal de mantenimiento y revisar que el trabajo se haya realizado, todo sin los conocimientos técnicos necesarios).

Como conclusión, entonces, puede decirse que el motivo de compra es una combinación de precio y comodidad. En la siguiente sección se intenta dar con un modelo matemático que exprese estas conclusiones en términos más concretos.

2.5 DESARROLLO DEL MODELO PRECIO – CANTIDAD.

Como se explica anteriormente, el objetivo de esta sección es desarrollar un modelo matemático que intente predecir el comportamiento del cliente, utilizando como premisas las desarrolladas en la sección 2.4 (pág. 10). En la humilde opinión del autor de este trabajo, es ésta la parte más interesante puesto que desarrollar modelos matemáticos que sirvan para representar fenómenos reales (en este caso el comportamiento de un grupo de personas) es, en definitiva, el trabajo de un ingeniero industrial.

Según los lineamientos desarrollados en la sección anterior, el motivo de decisión de compra de los clientes será una combinación del precio y la comodidad. Pues bien, el primer paso para desarrollar un modelo matemático es, entonces, asignarle un precio a la comodidad. De esta forma, el precio p que el cliente estará dispuesto a pagar puede expresarse de la siguiente forma:

$$p = p_{\text{costo}} + p_{\text{comodidad}} \quad (2.1)$$

donde p_{costo} es el precio que el cliente pagaría si se encargara él mismo de la climatización, y $p_{\text{comodidad}}$ es el precio adicional por comodidad (o gestoría, según lo desarrollado anteriormente).

El detalle del cálculo de p_{costo} puede verse en la sección 2.7 (Apéndice B).

Resta desarrollar, entonces, el cálculo de $p_{\text{comodidad}}$.

En el mercado, los servicios de gestoría se suelen cobrar como una proporción de los montos gestionados. La explicación detrás de este método no tiene que ver con el costo (cuesta lo mismo pagar una factura de \$100 que una de \$1.000.000), sino con la responsabilidad involucrada. También está asociado a lo que el cliente está dispuesto a pagar (es lógico que sea una proporción y no un costo fijo). Se utilizará entonces este modelo, de manera que entonces:

$$p_{\text{comodidad}} = \mu p_{\text{costo}} \quad (2.2)$$

donde μ es el factor proporcional. Entonces puede reescribirse la ecuación (2.1), obteniendo:

$$p = (1 + \mu) p_{\text{costo}} \quad (2.3)$$

Luego, el análisis se reduce a definir un valor de μ , que es lo mismo que definir p , sabiendo que no puede ser menor que p_{costo} .

Por supuesto, no todos los clientes tendrán en mente el mismo valor de p . Si así fuera, la curva de demanda sería una simple función *escalón* (invertido, en realidad) donde para todo precio menor o igual que $(1 + \mu) p_{\text{costo}}$ se obtendría el 100% de los clientes potenciales, y para cualquier precio mayor que $(1 + \mu) p_{\text{costo}}$ no se obtendría ningún cliente.

De esta forma, lo que es necesario averiguar no es un *valor* de p sino su distribución.

La forma de hacerlo sería organizar un *focus group* con una muestra de potenciales clientes y preguntar por p . Luego, analizar los datos, definir una distribución que tenga sentido lógico y efectuar algún tipo de análisis de bondad de ajuste, como puede ser el análisis de Chi Cuadrado (García, 2004).

Sin embargo, la realización de un estudio de estas características está claramente fuera del alcance del presente trabajo.

Es necesario entonces, a fin de continuar con el análisis, suponer una distribución para p .

Si se adopta la suposición de que el cliente se comporta racionalmente, entonces puede decirse que para $p = p_{\text{costo}}$, $Q = Q_T$, puesto que sería irracional no contratar el servicio si hacerlo costase lo mismo que gestionar la climatización por cuenta propia. Por ende, puede decirse que la función demanda $Q(p)$ encontrará a su máximo Q_T para todo $p \leq p_{\text{costo}}$.

Por otra parte, es lógico pensar que cuanto mayor sea el precio, menos clientes estarán interesados en el servicio, por lo que $Q(p)$ será una función decreciente.

Finalmente, dados los números de Q_T observados en la Tabla 2.7 (página 21), no puede pensarse en la función como asintótica con respecto al eje de la cantidad. Esto es: existirá un precio para el cual ningún cliente potencial estará dispuesto a contratar el servicio (si los valores de la Tabla 2.7 fueran del orden de, por ejemplo, miles de edificios, entonces el precio máximo sería muy alto y podría pensarse en la función como asintótica). Puede hacerse una suposición lo más racional posible de ese precio para tener así un parámetro más de la función.

Para estar del lado de la seguridad, se asume un precio alto: se supone que ningún cliente contratará el servicio si cuesta cinco veces lo que cuesta gestionar la climatización por cuenta propia. Matemáticamente, esto se expresa como $Q(5p_{\text{costo}}) = 0$.

En resumen, el desafío consiste en encontrar una función $Q(p)$ tal que:

$$Q(p) = \begin{cases} \exists & p \leq 0 \\ Q_T & 0 < p \leq p_{\text{costo}} \\ 0 & p = 5p_{\text{costo}} \end{cases} \quad (2.4)$$

La función más simple que puede cumplir estas características es la combinación de una recta decreciente (para $p > p_{\text{costo}}$) y una función constante para

$0 < p \leq p_{\text{costo}}$, por lo que se elegirá para resolver el problema (no tiene objeto elegir una función más complicada si no se tienen herramientas para demostrar si la misma se ajusta más o menos a la realidad).

De esta forma, la función que cumple con los requerimientos de (2.4) es (2.5):

$$Q(p) = \begin{cases} \exists & p < 0 \cup p > 5p_{\text{costo}} \\ Q_T & 0 \leq p \leq p_{\text{costo}} \\ \frac{Q_T}{4} \left(-\frac{p}{p_{\text{costo}}} + 5 \right) & p > p_{\text{costo}} \end{cases} \quad (2.5)''$$

La Figura 2.2 muestra una representación gráfica de $Q(\mu)$ ².

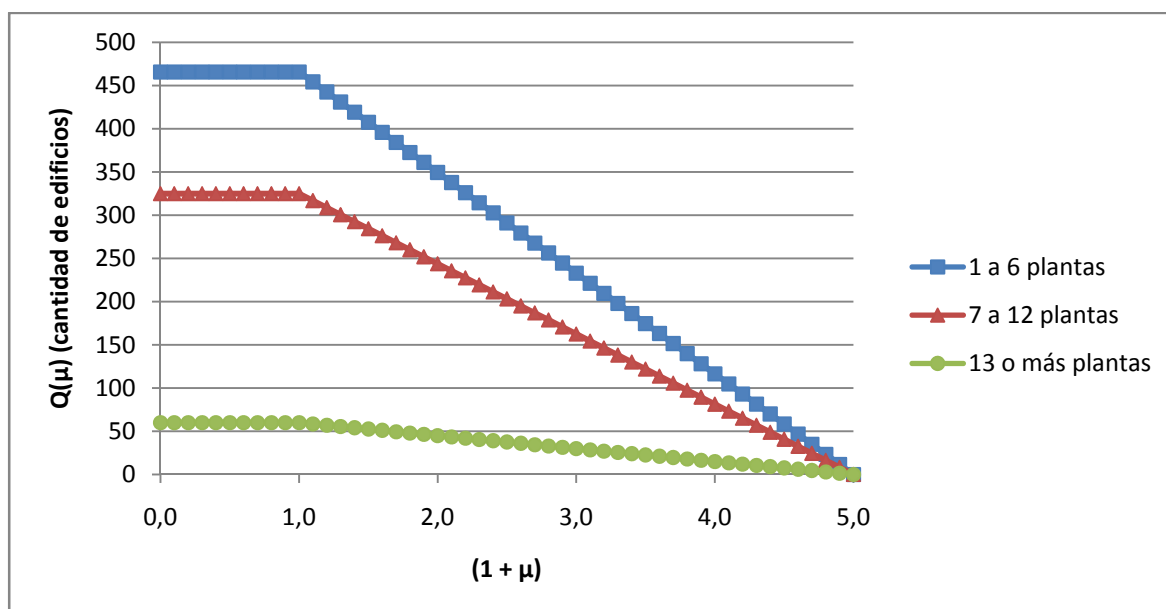


Figura 2.2: Curvas de demanda para cada segmento.

Por convención, en economía las funciones de demanda se representan con la cantidad en el eje de abscisas y el precio en el eje de ordenadas, como se muestra en la Figura 2.2.

² Si bien la función demanda es $Q(p)$, se elige representar $Q(\mu)$ puesto que de esa manera pueden verse claramente las tres curvas en el mismo gráfico.

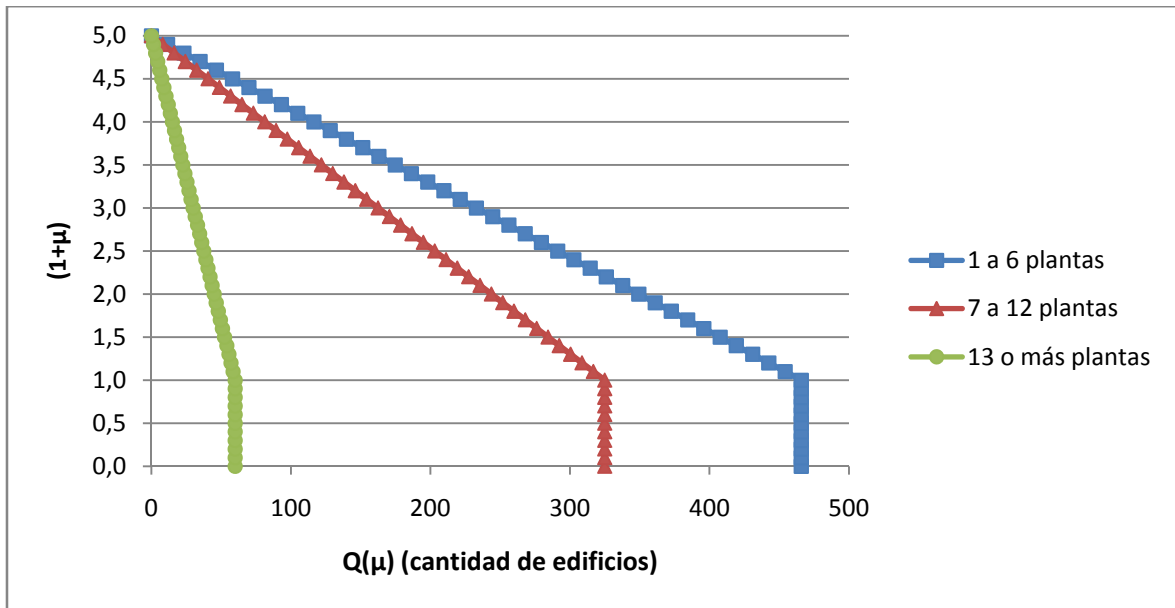


Figura 2.3: Curvas de demanda para cada segmento.

2.6 APÉNDICE A: DETALLE DEL CÁLCULO DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL MERCADO.

A continuación se detallan los pasos para el cálculo del tamaño máximo del mercado.

La Tabla 2.4 muestra la proyección del PBI Argentino hacia el 2021 (IMF, 2010). Los datos se presentan en M\$ 1993 (millones de pesos equivalentes a 1993). Esto quiere decir que se ha descontado el efecto de la inflación. De esta forma, si se quisiera obtener los valores nominales de cada año, sería necesario multiplicar cada valor el coeficiente de inflación con respecto a 1993. Es importante descontar el efecto de la inflación sobre los valores, puesto que de lo contrario se estaría insertando ruido estadístico en los datos.

	PBI (M\$		PBI (M\$		PBI (M\$	
Año	1993 x	Año	1993 x	Año	1993 x	
	1000)		1000)		1000)	
1993	236,505	2003	256,024	2013	437,357*	
1994	250,308	2004	279,141	2014	450,477*	
1995	243,186	2005	304,764	2015	463,994*	
1996	256,626	2006	330,565	2016	477,914*	
1997	277,441	2007	359,17	2017	492,251*	
1998	288,123	2008	383,444	2018	507,019*	
1999	278,369	2009	386,704	2019	522,229*	
2000	276,173	2010	400,242*	2020	537,896*	
2001	263,997	2011	412,249*	2021	554,033*	
2002	235,236	2012	424,618*			

Tabla 2.4: PBI de Argentina. Los valores con (*) son proyectados. (IMF, 2010).

El primer paso es calcular el coeficiente de correlación entre los datos de la Tabla 2.4 y el Producto Bruto Geográfico de CABA. El Coeficiente de Correlación entre las variables x e y ($\rho_{x,y}$) se calcula según la ecuación (2.6):

$$\rho_{x,y} = \frac{\text{cov}(x,y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (2.6)$$

donde $\text{cov}(x,y)$ es la covarianza entre las variables, que se calcula según la expresión (2.7),

$$\text{cov}(x,y) = \sum_{i=1}^n \frac{f_i x_i y_i}{n} - \bar{x} \bar{y} \quad (2.7)$$

y σ_i es el desvío estándar de i . Luego, es fácil ver a partir de la expresión (2.7) que la covarianza será más grande cuanto más parecidas sean las variaciones. Dicho de forma más coloquial, si x e y se mueven juntas, entonces al multiplicarlas sus crecimientos se potenciarán, mientras que si se mueven separadas, al multiplicarlas su crecimiento se compensará. La expresión del coeficiente de correlación simplemente toma la covarianza y la torna adimensional, con el propósito de que distintas correlaciones sean comparables. Así, ρ puede valer desde -1 (correlación perfectamente inversa) hasta 1 (correlación perfectamente directa).

La Tabla 2.5 muestra los valores del Producto Bruto Geográfico de CABA (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008).

Año	PBG (M\$ constantes)	Año	PBG (M\$ constantes)
1993	52.465	2001	61.917
1994	55.446	2002	52.292
1995	54.270	2003	56.424
1996	58.135	2004	61.878
1997	61.488	2005	70.223
1998	65.536	2006	79.845
1999	66.108	2007	87.012
2000	65.893		

Tabla 2.5: PBG de CABA (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008).

Se calcula entonces el coeficiente de correlación entre el PBI argentino y el PBG de CABA, resultando:

$$\rho_{\text{PBI,PBG}} = 0,99 \quad (2.8)$$

Como el coeficiente de correlación es alto (García, 2004), se concluye que puede utilizarse el PBI para predecir el PBG. Para vincular las dos variables matemáticamente hay distintas formas. La más simple es hacer una regresión lineal. Esto es, hallar la ecuación de la recta que mejor ajusta a la relación entre las dos variables, y luego calcular qué tan bueno es el ajuste. Dicha estimación se efectúa utilizando el método de los cuadrados mínimos, el cual consiste en minimizar la suma de los cuadrados de las diferencias entre los distintos pares de coordenadas).

Para el modelo de una variable independiente, la expresión de la recta es:

$$\hat{Y}_t = b_0 + b_1 X_t \quad (2.9)$$

donde \hat{Y}_t es la estimación de la variable Y en el instante t a partir de la variable X , y b_0 y b_1 son parámetros del modelo.

Desarrollando el método de los cuadrados mínimos, se obtiene (2.10):

$$\begin{cases} b_1 = \frac{\sum X_t Y_t - n \bar{X} \bar{Y}}{\sum X_t^2 - n \bar{X}^2} \\ b_0 = \bar{Y} - b_1 \bar{X} \end{cases} \quad (2.10)$$

Para evaluar la bondad de ajuste del modelo lineal a los datos, se utiliza el coeficiente de determinación R^2 :

$$R^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_t - \bar{Y})^2}{\sum (Y_t - \bar{Y})^2} \quad (2.11)$$

Resulta útil analizar la expresión (2.11). El numerador contiene la suma de los cuadrados de la diferencia entre el valor estimado y la media. El denominador, la suma de los cuadrados de la diferencia entre el valor real y la media. Es evidente entonces que cuanto mejor sea la estimación, más parecidos serán numerador y denominador y por tanto más cercano a 1 será el valor de R^2 . Caben, para el coeficiente de determinación, las mismas consideraciones que para el coeficiente de correlación en cuanto a su valor (García, 2004).

Efectuando el análisis de regresión lineal para el PBI y el PBG, se obtienen los siguientes resultados:

$$\begin{aligned} b_0 &= -14534,8 \\ b_1 &= 282,1711 \\ R^2 &= 0,98 \end{aligned} \quad (2.12)$$

Es entonces más que aceptable la estimación.

A continuación se obtienen los datos de permisos para construcciones nuevas, permisos para multiviviendas nuevas, y la distribución de multiviviendas según cantidad de plantas (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008). Los mismos se muestran en la Tabla 2.6.

Año	Permisos Constr. Nuevas	Multiviv. Nuevas	Multiviv 1 a 6 plantas	Multiviv 7 a 12 plantas	Multiviv 13 o más plantas
1993	1.200	463			
1994	1.583	804			
1995	958	447			
1996	1.037	511			
1997	1.427	827			
1998	1.534	963			
1999	1.270	779			
2000	1.128	698			
2001	666	377			
2002	354	172			
2003	982	654	386	247	247
2004	1.175	773	473	266	266
2005	1.452	990	479	378	378
2006	2.014	1.490	711	662	662
2007	1.800	1.276	621	557	557

Tabla 2.6: Construcciones nuevas, multiviviendas totales y segmentación por cantidad de plantas (**Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008**).

Si bien el siguiente paso lógico es calcular la correlación entre el PBG y la cantidad de permisos, no tiene sentido teórico realizar dicha comparación, puesto que el PBG es un valor *acumulado*, mientras que los permisos constituyen una *variación*. Es decir, que los valores serían comparables si en vez de tener los permisos nuevos por año, se contara con el número total de construcciones por año.

Al no contar con dichos datos, otra opción es calcular la variación porcentual anual del PBG y obtener luego la correlación entre esta variable y la cantidad de permisos nuevos por año. De esta manera, $\rho_{\text{var}_{\text{PBG}}, \text{Perm}} = 0,81$. Los parámetros de la regresión lineal se muestran en (2.13).

$$\begin{aligned}
 b_0 &= 947,9242 \\
 b_1 &= 127,8087 \\
 R^2 &= 0,76
 \end{aligned}
 \tag{2.13}$$

Luego se repiten los pasos para los permisos y las multiviviendas nuevas:

$$\begin{aligned}\rho &= 0,94 \\ b_0 &= -194,049 \\ b_1 &= 0,76075 \\ R^2 &= 0,88\end{aligned}\tag{2.14}$$

Para obtener la relación entre las multiviviendas totales y los valores de la distribución por plantas, existen pocos valores para un análisis concluyente (ver Tabla 2.6 en la pág. 19). Sin embargo, no existen razones para suponer que la distribución habría de cambiar. Si la construcción en general está relacionada con el PBI, entonces los distintos sectores económicos deberían crecer de manera relativamente proporcional y por tanto la distribución de edificios según tamaño debería mantenerse constante.

Para estar del lado de la seguridad, se realiza el cálculo aumentando la *exigencia* sobre los valores del coeficiente de correlación. Para edificios pequeños, se obtiene:

$$\begin{aligned}\rho &= 0,98 \\ b_0 &= 153,895 \\ b_1 &= 0,366684 \\ R^2 &= 0,96\end{aligned}\tag{2.15}$$

que son valores concluyentes. De igual forma, para edificios medianos:

$$\begin{aligned}\rho &= 0,99 \\ b_0 &= -119,58 \\ b_1 &= 0,522458 \\ R^2 &= 0,99\end{aligned}\tag{2.16}$$

Los edificios grandes se estiman como diferencia de los otros valores (para mantener la condición del 100%).

Finalmente, los resultados obtenidos son los de la Tabla 2.7 (los valores sombreados corresponden a las predicciones):

Año	PBI (M\$ 1993 1000)	xPBG	Var. % PBG	Perm. Constr. Nuev.	Multiviv Nuevas	1 a 6 plantas	7 a 12 plantas	13+ plantas
1993	236,505	52.465		1.200	463			
1994	250,308	55.446	5,7%	1.583	804			
1995	243,186	54.270	-2,1%	958	447			
1996	256,626	58.135	7,1%	1.037	511			
1997	277,441	61.488	5,8%	1.427	827			
1998	288,123	65.536	6,6%	1.534	963			
1999	278,369	66.108	0,9%	1.270	779			
2000	276,173	65.893	-0,3%	1.128	698			
2001	263,997	61.917	-6,0%	666	377			
2002	235,236	52.292	-15,5%	354	172			
2003	256,024	56.424	7,9%	982	654	386	247	247
2004	279,141	61.878	9,7%	1.175	773	473	266	266
2005	304,764	70.223	13,5%	1.452	990	479	378	378
2006	330,565	79.845	13,7%	2.014	1.490	711	662	662
2007	359,17	87.012	9,0%	1.800	1.276	621	557	557
2008	383,444	93.662	7,6%	1.373	851	466	325	60
2009	386,704	94.582	1,0%	994	562	360	174	28
2010	400,242	98.402	4,0%	1.153	683	404	237	41
2011	412,249	101.790	3,4%	1.120	658	395	224	39
2012	424,618	105.280	3,4%	1.119	658	395	224	39
2013	437,357	108.875	3,4%	1.119	657	395	224	39
2014	450,477	112.577	3,4%	1.118	656	395	223	38
2015	463,994	116.391	3,4%	1.117	656	394	223	38
2016	477,914	120.319	3,4%	1.117	655	394	223	38
2017	492,251	124.364	3,4%	1.116	655	394	223	38
2018	507,019	128.531	3,4%	1.115	654	394	222	38
2019	522,229	132.823	3,3%	1.115	654	394	222	38
2020	537,896	137.244	3,3%	1.114	653	393	222	38
2021	554,033	141.797	3,3%	1.113	653	393	222	38

Tabla 2.7: Tamaño máximo del mercado. El área sombreada es proyectada. Fuentes: (IMF, 2010), (Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires, 2008).

Observando los resultados expuestos en la Tabla 2.7, a simple vista podría cuestionarse si es factible que el mercado de la construcción se mantenga tan estable en un país como Argentina. Hacerlo implicaría cuestionar las predicciones del IMF. Dicho análisis está fuera del alcance de este trabajo. Sin embargo, es uno de los puntos a desarrollar si se decide encarar el proyecto de inversión.

2.7 APÉNDICE B: CÁLCULO DEL COSTO DE CLIMATIZACIÓN.

El objetivo del cálculo del costo es obtener un parámetro para calcular el precio del servicio. Como éste será una tarifa mensual, el costo se calcula también en esta base.

Dadas las características climáticas de CABA, la climatización implica calefaccionar en invierno y enfriar el aire en verano. De esta forma, la composición del costo será diferente según le época del año. La Tabla 2.8 muestra la temperatura promedio mensual para la CABA (Estación Meteorológica de Quilmes, 2010).

	Temperatura media (°C)
Enero	25,5
Febrero	24,4
Marzo	22,5
Abril	18,4
Mayo	15,2
Junio	11,9
Julio	11,7
Agosto	13,2
Septiembre	13,5
Octubre	17,6
Noviembre	22,4
Diciembre	23

Tabla 2.8: Temperatura mensual media (Estación Meteorológica de Quilmes, 2010).

En una primera aproximación, puede decirse que el costo está compuesto como muestra la ecuación (2.17):

$$p_{\text{costo}} = p_{\text{insumos}} + p_{\text{amortización}} + p_{\text{mantenimiento}} \quad (2.17)$$

donde los insumos corresponden mayormente al combustible utilizado (electricidad, gas) y la amortización a la inversión en equipos de climatización.

2.7.1 Cálculo del costo de los insumos.

Para el cálculo de p_{insumos} se procede de la siguiente forma:

1. En primer lugar se calcula la pérdida de calor del edificio, que es equivalente a la cantidad de calor que va a ser necesario agregarle para compensar. El concepto vale tanto para invierno como para verano. El cálculo depende del

mes del año y del tipo de edificio que se estudia, como se detalla más adelante.

2. En segundo lugar, se analiza las características de los equipos de climatización a utilizar (combustible utilizado y rendimientos). Se calcula entonces el consumo de los combustibles.
3. Posteriormente, se analizan los precios de los combustibles a utilizar según el mercado actual en CABA.
4. Finalmente, se obtiene un costo mensual.

El cálculo de la pérdida de calor del edificio se realiza utilizando la siguiente fórmula:

$$P_T = P_c + P_f \quad (2.18)$$

donde P_T es la pérdida total de calor, P_c la pérdida por conducción (del calor a través de las paredes, techo, piso y ventanas), y P_f la pérdida de calor por filtración (del aire a través de las rendijas en puertas y ventanas). Por supuesto, como las magnitudes son tasas de transferencia de calor, tendrán unidades de potencia (Watts en el sistema internacional).

Luego, la pérdida de calor por conducción puede calcularse según la expresión (2.19):

$$P_c = SU(T_e - T_i) \quad (2.19)$$

donde S es la superficie de contacto del edificio con el ambiente, U es el coeficiente de transmisión del calor (parámetro que depende de los materiales de construcción), T_e la temperatura exterior (ambiente) y T_i la temperatura interior (para el caso en análisis, la temperatura objetivo de la climatización).

El coeficiente U se mide en unidades de potencia sobre superficie y temperatura ($\frac{W}{m^2K}$ en el sistema internacional). Expresa la tasa de transmisión de calor que se da por unidad de superficie para cada grado de diferencia de temperatura. La Tabla 2.9 muestra valores de U para los elementos de construcción más comunes (Engineering Toolbox, 2010). Como, evidentemente, la superficie de un edificio no está compuesta en su totalidad por el mismo material, es necesario ponderar los distintos materiales según la proporción en la que se encuentran. De esta forma, la expresión (2.19) resulta como en (2.20).

$$P_c = (S_{pared} U_{pared} + S_{ventana} U_{ventana} + S_{techo} U_{techo} + S_{piso} U_{piso})(T_e - T_i) \quad (2.20)$$

	Building Element	Heat-Transfer Coefficient (W/m ² K)
Doors	Single sheet - metal	6,8
	1 inch - wood	3,7
	2 inches - wood	2,6
Roofing	Corrugated metal - uninsulated	8,5
	1 inch wood - uninsulated	2,8
	2 inches wood - un-insulated	1,7
	1 inch wood - 1 inch insulation	1,1
	2 inch wood - 1 inch insulation	0,9
	2 inches - concrete slab	1,7
	2 inches - concrete slab - 1 inch insulation	0,9
Windows	Vertical single glazed window in metal frame	5,8
	Vertical single glazed window in wooden frame	4,7
	Vertical double glazed window, distance between glasses 30 - 60 mm	2,8
	Vertical tripple glazed window, distance between glasses 30 - 60 mm	1,85
	Vertical sealed double glazed window, distance between glasses 20 mm	3
	Vertical sealed triple glazed window, distance between glasses 20 mm	1,9
	Vertical sealed double glazed window with "Low-E" coatings	1,8
	Vertical double glazed window with "Low-E" coatings and heavy gas filling	1,5
	Vertical double glazed window with 3 plastic films ("Low-E" coated) and heavy gas filling	0,35
	Horizontal single glass	7,9
Walls	8 inches - poured concrete	1,4
	12 inches - poured concrete	1,1

Tabla 2.9: Coeficientes de transmisión de calor (Engineering Toolbox, 2010).

En la expresión se ha asumido que la temperatura del suelo es igual a la del ambiente. Esto no es cierto. Sin embargo, como el suelo actúa como *buffer* (durante el verano conserva cierta frescura, y durante el invierno está a más temperatura que el ambiente), la suposición sigue la hipótesis conservadora enunciada en la pág. 3.

Puede trabajarse un poco con la expresión (2.20). Para empezar, los materiales del piso y del techo pueden asumirse iguales de manera conservadora. Además, es necesario incluir un coeficiente del 15% a la transferencia a través del techo para compensar por la radiación, que de otra forma no está siendo tenida en cuenta en la expresión (Engineering Toolbox, 2010). Finalmente, usualmente se denomina con α a la relación entre las ventanas y la superficie lateral del edificio. Aplicando los cambios, la expresión queda de la siguiente forma:

$$P_c = [(1-\alpha)S_{\text{lateral}}U_{\text{pared}} + \alpha S_{\text{lateral}}U_{\text{ventana}} + 2,15S_{\text{techo}}U_{\text{techo}}](T_e - T_i) \quad (2.21)$$

Cabe expresar la superficie en términos de el lado a del edificio (se asume base cuadrada para mayor simplicidad en los cálculos) y la cantidad de pisos p . La altura estándar para cada planta en CABA es de 3m aproximadamente. Después de un poco de álgebra, (2.21) queda como se muestra a continuación:

$$P_c = \{12map[(1-\alpha)U_{\text{pared}} + \alpha U_{\text{ventana}}] + 2,15a^2U_{\text{techo}}\} \quad (2.22)$$

En cuanto al cálculo de la pérdida de calor por filtración, se realiza mediante la expresión (2.23):

$$P_f = c\delta nV(T_e - T_i) \quad (2.23)$$

donde c es el calor específico del aire ($1,012 \frac{\text{kJ}}{\text{kgK}}$), δ es la densidad del aire ($1,2 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ a temperatura ambiente), n es el número de veces que se recicla el aire del edificio por filtración y V es el volumen de aire dentro del edificio. Para tomar la hipótesis conservadora, se desprecia el volumen ocupado dentro del edificio y se asumen que el mismo está completamente hueco (lleno de aire). Como aproximación, el aire de una habitación se recicla por filtración una vez cada dos horas (Engineering Toolbox, 2010), por lo que $n = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{Hz}$.

Finalmente, reemplazando por la ecuación del volumen y operando, la expresión queda:

$$P_f = 0,51pa^2(T_e - T_i) \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}} \quad (2.24)$$

Reemplazando entonces (2.24) y (2.22) en (2.18), queda:

$$P_T = \left\{ 12map \left[(1 - \alpha) U_{\text{pared}} + \alpha U_{\text{ventana}} \right] + a^2 \left(2,15U_{\text{techo}} + 0,51p \frac{W}{m^2K} \right) \right\} \quad (2.25)$$

Ahora bien, como el cálculo se enfoca en la necesidad de climatización, es necesario comprender que los equipos de climatización comunes en el mercado argentino funcionan con un control de retroalimentación negativa guiado por un termostato. Esto, en términos simples, implica que no están agregando (o quitando) continuamente el calor necesario sino que se encienden ya cuando la diferencia de temperatura es significativa, y se apagan después de superado el objetivo. Evidentemente, este tipo de control trae aparejadas diferencias en el proceso. En términos generales, la eficiencia del proceso así controlado es de un 70%, por lo que es necesario incorporar ese ajuste a (2.25), arribando finalmente a (2.26):

$$P_R = \frac{P_T}{\eta} = \frac{\left\{ 12map \left[(1 - \alpha) U_{\text{pared}} + \alpha U_{\text{ventana}} \right] + a^2 \left(2,15U_{\text{techo}} + 0,51p \frac{W}{m^2K} \right) \right\}}{70\%} \quad (2.26)$$

donde P_R representa la **potencia requerida para climatizar** (pérdida de calor a compensar dividida por la eficiencia η del sistema de control).

Para llegar al cálculo final, se adoptan las siguientes suposiciones:

1. En invierno, la temperatura objetivo es de 26°C mientras que en verano es 20°C.
2. La proporción de ventanas α depende de la altura del edificio, yendo desde $\alpha = 0,35$ en los más pequeños hasta $\alpha = 0,5$ en los más grandes (que suelen presentar *curtain walls*).
3. En todos los edificios se utiliza para las paredes hormigón colado de 8 pulgadas.
4. El material de las ventanas cambia según el tamaño del edificio (su altura), yendo desde ventanas verticales de capa simple con marco de madera hasta ventanas de triple capa con 20mm entre las capas.
5. La esbeltez de los edificios (relación entre la altura y la base) es de 2.
6. Para calefaccionar, se utilizan equipos que consumen gas natural (tendencia preponderante en el mercado de CABA).
7. Para enfriar, se utilizan equipos que consumen electricidad.
8. El aire acondicionado tiene un valor SEER de 10^3 .

³ El coeficiente SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio) se calcula mediante la expresión $SEER = \frac{\text{Calor extraído (BTU)}}{\text{Potencia consumida (W)}}$. Cuanto más alto el coeficiente, más eficiente es el equipo. Llama la atención que, aún compensando por la diferencia de unidades, se obtienen valores de rendimiento mayores al 100%. Lo mismo ocurre porque no se produce calor como en la calefacción, sino que

9. El rendimiento de las calderas es del 90%.

En cuanto a las tarifas, la Tabla 2.10 muestra las tarifas de gas para los edificios de CABA. El poder calorífico del gas suministrado es de $9.300 \frac{\text{kcal}}{\text{m}^3}$ (Metrogas, 2010).

Cargo fijo	Cargo por m3 de consumo			Factura mínima
	0 a 1000 m3	1001 a 9000	más de 9000	
\$ 10,958166	\$ 0,145355	\$ 0,136388	\$ 0,127422	\$ 12,950560

Tabla 2.10: tarifas del gas natural (Metrogas, 2010).

El precio de la electricidad es de $0,082 \frac{\$}{\text{kWh}}$ (Edesur, 2010). A estas tarifas, hay que sumarles impuestos por, aproximadamente, un 40% del subtotal (IVA 27%, IIBB e impuestos varios).

Vinculando todo lo anterior, se obtiene la Tabla 2.11, que muestra el costo anual en insumos para climatizar un edificio, relativo a su número de plantas.

La primera impresión que se genera al observar los valores es que son muy bajos. Al comparar los cálculos en términos de energía con los resultados de muchas herramientas de cálculo automático que existen en internet, se aprecia que los valores estaban dentro de los mismos órdenes de magnitud (las diferencias no considerables). Los bajos precios se deben principalmente a que en Argentina, las tarifas de servicios se encuentran reguladas por el Estado Nacional (puede verse reflejado en cualquier factura doméstica). El costo es, en rigor de verdad, considerablemente mayor, pero quien lo absorbe es el Estado y no el cliente.

se transporta calor de un lugar a otro. Si se calcula el rendimiento entre la potencia utilizada para transportar el calor y la potencia consumida, estos valores sí resultan menores al 100%.

Cantidad de plantas	Costo anual (\$)
1	104
2	430
3	1.003
4	1.845
5	2.970
6	4.383
7	7.036
8	9.439
9	12.272
10	15.561
11	19.331
12	23.569
13	24.627
14	29.183
15	34.225
16	39.764
17	45.826
18	52.446
19	59.647
20	67.448

Tabla 2.11: Costo anual en insumos de climatizar un edificio, según la cantidad de plantas.

2.7.2 Cálculo del costo de amortización.

Los equipos involucrados en la climatización son: calderas humotubulares para la calefacción, y equipos de aire acondicionado para el enfriamiento. Estos datos se basan en la tendencia preponderante en el mercado.

Según las normas contables⁴, el período de amortización de este tipo de equipos es de 10 años. Al consultar con diversas empresas que utilizan este tipo de equipos (especialmente las calderas), se encuentra que ésta es aproximadamente la duración útil de los equipos⁵.

⁴ Se ha realizado la consulta con diversos contadores matriculados en el Consejo Profesional de Ciencias Económicas.

⁵ Se consultó con personal de Unilever (en la planta de Knorr utilizan calderas para calentar el agua que se utiliza para lavar las máquinas), y de diversas PyMEs.

El precio de una caldera humotubular es de \$80.000 para $1.200.000 \text{ kcal/h}$ de potencia. Para calderas de menor capacidad, los precios son más o menos proporcionales. Para mayor capacidad, la práctica sugiere usar más de una caldera en paralelo (mayor seguridad de operación). Haciendo uso de estas premisas se calcula el costo anual de amortización de la inversión en calderas, relativo a la cantidad de plantas, como se muestra en la Tabla 2.12:

Cantidad de plantas	Costo anual (\$)
1	84
2	349
3	814
4	1.497
5	2.417
6	3.592
7	5.041
8	6.784
9	8.837
10	11.221
11	13.954
12	17.054
13	20.541
14	24.432
15	28.747
16	33.504
17	38.721
18	44.419
19	50.614
20	57.326

Tabla 2.12: Costo anual de amortización de la inversión en calderas, según la cantidad de plantas.

En cuanto a los aires acondicionados, el precio es de USD 1000 por ton⁶. De manera similar a la anterior, se calcula el costo anual de amortización de la inversión en equipos de aire acondicionado según la cantidad de plantas (Tabla 2.13).

⁶ Ton es una unidad de potencia de enfriamiento. $1W = 860 \frac{\text{frig}}{\text{h}} = 0,287\text{ton}$.

Cantidad de plantas	Costo anual (\$)
6	1.759
7	2.470
8	3.323
9	4.329
10	5.497
11	6.836
12	8.354
13	10.062
14	11.968
15	14.082
16	16.412
17	18.968
18	21.759
19	24.794
20	28.082

Tabla 2.13: Costo anual de amortización de la inversión en equipos de aire acondicionado, según cantidad de plantas.

2.7.3 Cálculo del costo de mantenimiento.

Si se consulta en diversas empresas de la industria, se arriba a la conclusión de que el costo de mantenimiento de calderas no les es apreciable, principalmente porque los costos de insumos son bajos y los costos de personal son fijos para las empresas. Este no es el caso de los edificios residenciales. Sin embargo, es muy difícil arribar a un valor representativo. Como el análisis en cuestión se está realizando para calcular el precio de venta, la hipótesis conservadora será aquella que deje menor precio (y por tanto menor margen de ganancia). De esta forma, a falta de mejores recursos de análisis, se adopta la hipótesis conservadora de que **los costos de mantenimiento** son despreciables.

2.7.4 Resultado total.

Retomando la expresión (2.17), puede calcularse el costo total de climatización, sumando los valores de Tabla 2.11, Tabla 2.12 y Tabla 2.13, como puede verse en la Tabla 2.14.

Cantidad de plantas	Costo anual total (\$)	Costo mensual total (\$)
1	229	19
2	951	79
3	2.216	185
4	4.075	340
5	6.570	548
6	9.735	811
7	14.547	1.212
8	19.546	1.629
9	25.438	2.120
10	32.279	2.690
11	40.121	3.343
12	48.978	4.081
13	55.230	4.602
14	65.583	5.465
15	77.054	6.421
16	89.680	7.473
17	103.516	8.626
18	118.624	9.885
19	135.054	11.255
20	152.856	12.738

Tabla 2.14: costo de climatización.

3 ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD TÉCNICA.

3.1 INTRODUCCIÓN.

En la sección anterior se analiza el mercado y se intenta predecir su comportamiento frente a la oferta un servicio de climatización de edificios. Se estudia la relación entre la cantidad que el mercado demandará y el precio al que lo hará. Como resultado, se obtiene la curva de la demanda en función del precio: $Q(p)$.

En la presente sección se analiza la empresa desde el punto de vista técnico. Ofrecer un servicio de climatización requiere de ciertas capacidades técnicas, que determinarán el costo que ofrecer el servicio tendrá para la empresa. Por supuesto, dicho costo dependerá de la cantidad que se quiere ofrecer, por lo que, análogamente a la sección anterior, se buscará encontrar una función que defina la cantidad que la empresa puede ofrecer en función del costo que quiere lograr: $Q(c)$. Esta curva se denomina comúnmente **curva de oferta**.

3.2 COMPOSICIÓN DE LOS COSTOS.

3.2.1 Marco teórico.

Cabe preguntarse a esta altura por qué el costo habría de depender de la cantidad. La respuesta se encuentra estudiando más a fondo la composición de los costos. Puede decirse que el costo total c_T se divide en los costos variables c_v , que son aquellos que dependen de la cantidad de unidades que se produzcan (materiales, insumos, entre muchos otros) y los costos fijos c_f , que son los que se mantienen fijos sin importar la cantidad de unidades producidas, (más adelante se muestra que, en realidad, esto no es del todo cierto). Son ejemplos de costos fijos el alquiler de un galpón y los gastos por iluminación y calefacción del mismo, la inversión en maquinaria y bienes de uso en general. Puede expresarse lo recién enunciado como la expresión (3.1):

$$c_T(Q) = c_v Q + c_f \quad (3.1)$$

donde se reconoce la expresión de una recta, para la cual el valor de c_T crece a medida que aumenta Q . Si se quiere obtener el costo por unidad (c_u), simplemente hay que dividir la expresión (3.1) por la cantidad. De esta forma, se obtiene la expresión (3.2):

$$c_u = c_v + \frac{c_f}{Q} \quad (3.2)$$

Se evidencia en la expresión (3.2) la ecuación de una hipérbola, para la cual el valor de c_u será más pequeño a medida que aumente Q .

Un ejemplo, en este punto, resulta útil para ilustrar los conceptos que se presentan más adelante. Suponga el lector que tiene intención de fabricar un determinado producto (un lápiz, por ejemplo). Dicho lápiz posee un costo variable de $2\$/u$, que se compone principalmente de madera y grafito, y además requiere de una línea de producción con una capacidad para $4.200 \text{ lápices/año}$, que cuesta 10.000% y tiene una vida útil de 10 años. El costo de un lápiz puede calcularse aplicando la expresión (3.2). Si, por ejemplo, se produce un lápiz por año, entonces el costo de cada lápiz será de 1.002% (no muy económico). Si, en cambio, se utiliza la máquina a su máxima capacidad, el costo de cada lápiz será algo menor que $2,24\%$. La evolución del costo del lápiz, en el ejemplo, se representa en la Figura 3.1.

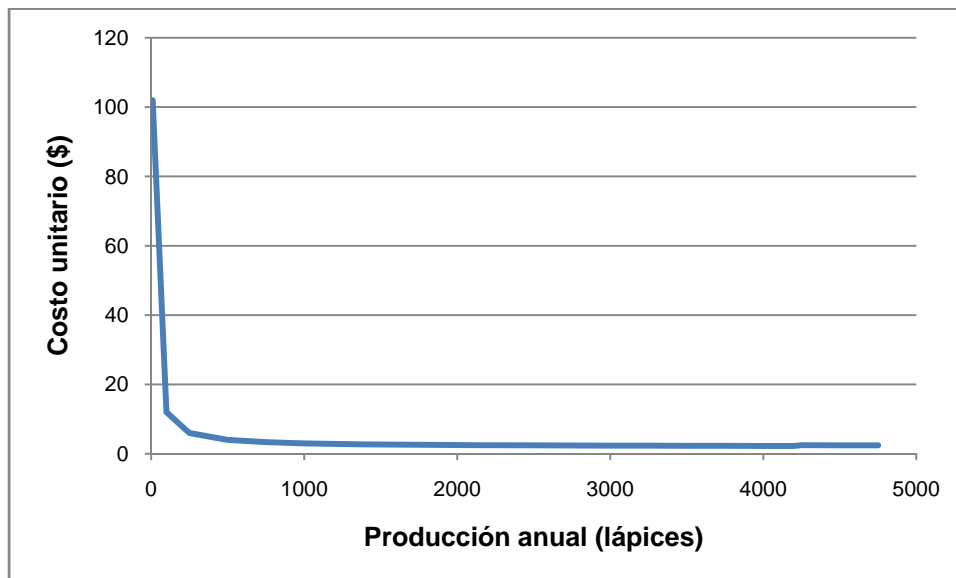


Figura 3.1: costo unitario según la producción anual.

Hasta el momento, en el ejemplo se evidencian las conclusiones expresadas en la expresión (3.2). Sin embargo, la diferencia aparece si se desea producir una

unidad más que la capacidad de la línea de producción, es decir $4.201 \frac{\text{lápices}}{\text{año}}$. En ese caso, es necesario comprar otra máquina, invirtiendo otros \$10.000, por lo que el costo unitario quedaría como muestra la Figura 3.2.

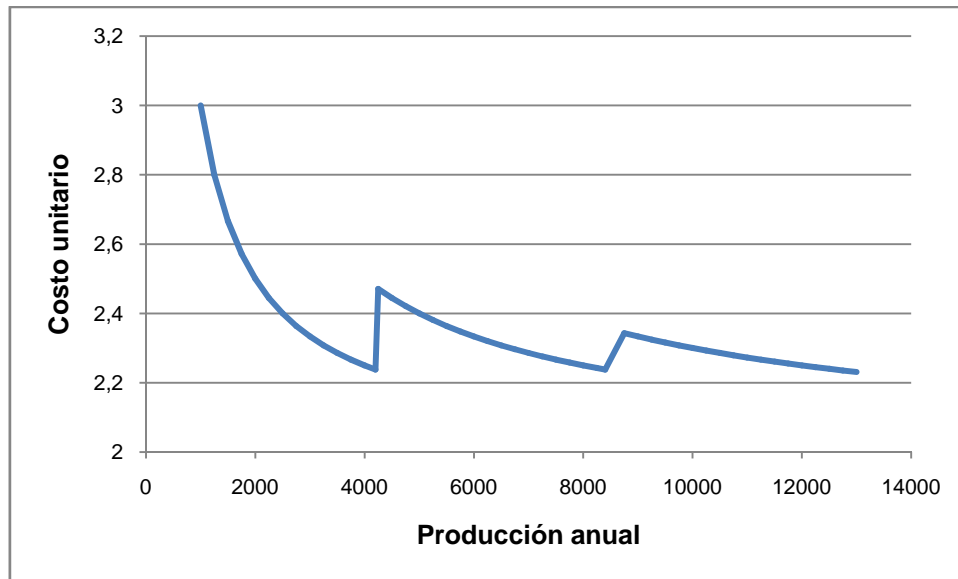


Figura 3.2: costo unitario según la producción anual.

Puede verse como cada vez que es necesario adquirir una nueva máquina, el costo por unidad se dispara y luego retoma su tendencia decreciente. Esto ocurre porque los llamados costos fijos, se mantienen fijos únicamente dentro de un rango, fuera del cuál es necesario elevarlos. Comúnmente, a los rangos se los denomina escalas y cambiar de escala implica hacer una inversión que eleve los costos fijos de la empresa.

Finalmente, cabe destacar que los cambios de escala no siempre ocurren porque se necesita más capacidad. Es usual también que se aumenten los costos fijos para reducir los variables. Un caso práctico, continuando con el ejemplo, sería invertir en una máquina que costara el doble pero lograrse fabricar los lápices con la mitad de madera y grafito (reduciendo el desperdicio). Se lograría entonces un costo variable menor en pos de un mayor costo fijo. Existe usualmente una cantidad determinada, a partir de la cual el costo unitario de la segunda escala es menor que el de la primera. De esta forma, con las curvas de costo de las distintas escalas se va construyendo la curva óptima.

3.2.2 Definición de las escalas.

Aplicando estos conceptos a la comercialización de un servicio de climatización, lo primero que se requiere es la definición de las distintas formas en las que se

puede proveer el servicio, desde el aspecto técnico. En otras palabras, es necesario definir las escalas.

Escala	Costos variables	Costos fijos
Intermediario	Adquisición de equipos	Oficinas
	Costo de instalación	Personal de ventas
	Costo de mantenimiento	Personal de compras
	Insumos (luz, gas).	Personal de administración
Instalación y mantenimiento por cuenta propia	Equipos	Oficinas
	Repuestos	Personal de ventas
	Insumos (luz, gas).	Personal de compras
		Personal de administración
		Personal de instalación y mantenimiento. Herramientas y maquinaria
Fabricación por cuenta propia	Materia prima para la fabricación	Oficinas
	Insumos (luz, gas).	Personal de ventas
		Personal de compras
		Personal de administración
		Personal de instalación y mantenimiento.
		Herramientas y maquinaria
		Mano de Obra Directa

Tabla 3.1: Costos variables y fijos según la escala.

La menor escala posible (esto es, la que posee menores costos fijos) para proveer el servicio es **operar como intermediario entre los clientes y los proveedores de equipos**. De esta forma, los costos de instalación y

mantenimiento se convierten en variables y se reduce al máximo la inversión inicial. La operatoria de la empresa, según esta escala, consistirá en concretar las ventas, gestionar los proveedores y gestionar el pago de insumos.

Elevando un poco la inversión inicial, la segunda escala posible es **efectuar la instalación y el mantenimiento por cuenta propia**. De esta manera, se eliminan los costos variables por instalación y mantenimiento, y a cambio es necesario hacer una inversión en equipamiento y personal capacitado para ese tipo de tareas. Si bien tanto la instalación como el mantenimiento se realizan *on site* (en los edificios), es probable que haya que invertir en un pequeño taller para realizar cierto tipo de trabajos previos.

Finalmente, la tercera opción es **fabricar los equipos por cuenta propia**. Según esta opción, el costo variable se reduce drásticamente dado que se estaría prescindiendo del margen de ganancia de los productores de equipos de aire acondicionado y de calderas. Por otra parte, se requiere una inversión considerablemente mayor a las anteriores, dado que es necesario instalar una fábrica y acceder al conocimiento (*know how*) necesario para producir equipos eficientes.

La Tabla 3.1 resume las escalas enunciadas.

3.2.3 Definición de los costos.

Habiendo definido las escalas y los costos fijos y variables que aplican a cada una de ellas, el siguiente paso es definir valores para los mismos.. Dado el limitado alcance de este trabajo, se opta por no analizar la tercera opción de escala (fabricación por cuenta propia), puesto que la complejidad de dicho estudio es muy alta. También, se aclara que el objetivo principal del presente capítulo es arribar a un modelo matemático lo más realista posible, por lo que se hará énfasis en esta cuestión y no en los valores específicamente. Reiterando las premisas enunciadas en la sección 1.4, para llevar este trabajo a la práctica bastará con repasar el modelo y profundizar en las hipótesis que se hayan adoptado.

A continuación, se definen los costos de la Tabla 3.1. Como proveer un servicio tiene costos que se extienden en el tiempo (a diferencia de un producto, que no suele tener costos más allá de los de fabricación), se muestran los costos en base anual. Para los casos en que los valores dependan del tamaño de los edificios, se adopta la suposición de que la proporción de edificios grandes, medianos y pequeños se mantiene constante y se calcula un promedio ponderado según la misma.

Oficinas: se suponen oficinas estándar, con un alquiler mensual a , de modo tal que:

$$c_{\text{alq}}(Q) = 12 \frac{\text{mes}}{\text{año}} a \quad (3.3)$$

Personal de ventas: si bien la fuerza de ventas se cita como un costo fijo, la cantidad de vendedores dependerá (de manera escalonada) de la cantidad de servicios que se intente vender. El costo de un vendedor suele estar compuesto por un salario básico (S_{vtas}), y una comisión por ventas concretadas (β_{vtas}), que sirve de incentivo y a la vez no genera costos si no se concretan las ventas. Suponiendo que cada vendedor pueda manejar unas N_{vtas} cuentas, el costo de la fuerza de ventas será:

$$c_{\text{vtas}}(Q) = 13S_{\text{vtas}} \left\lceil \frac{Q}{N_{\text{vtas}}} + 1 \right\rceil + \beta_{\text{vtas}} p(Q)Q \quad (3.4)$$

donde $\lceil \cdot \rceil$ corresponde a la función “parte entera” (se suma 1 para que la función redondee al entero superior, dada la imposibilidad de contratar la fracción de un vendedor).

Personal de compras: el personal de compras es muy importante en este proyecto puesto que será el encargado de negociar con los proveedores en una empresa que básicamente funcionará como intermediario. A diferencia de lo que ocurre con el personal de ventas, es lógico pensar que el sector de compras requiera para operar cierta estructura mínima (n_{comp} personas), mayor a 1 persona, esto es. Luego, suponiendo análogamente con el personal de ventas una cantidad N_{comp} de contratos para los que alcanza cada persona, la función queda:

$$c_{\text{comp}}(Q) = 13S_{\text{comp}} \max \left(\left\lceil \frac{Q}{N_{\text{comp}}} + 1 \right\rceil; n_{\text{comp}} \right) \quad (3.5)$$

Personal de administración: se calcula de manera similar al personal de compras:

$$c_{\text{adm}}(Q) = 13S_{\text{adm}} \max \left(\left\lceil \frac{Q}{N_{\text{adm}}} + 1 \right\rceil; n_{\text{adm}} \right) \quad (3.6)$$

Cargo por instalación: el cargo por instalación es aquel que cobrará un tercero si se opta por la primera escala. Es lógico pensar que el mismo será proporcional al costo del equipo a instalar. Luego, si el coeficiente de proporcionalidad es β_{inst} , se logra la expresión (3.7) (ver expresión (2.17) de la página 22):

$$c_{\text{inst}}(Q) = \beta_{\text{inst}} p_{\text{amortización}} Q \quad (3.7)$$

Cargo por mantenimiento: de la misma forma que lo planteado en la expresión (3.7):

$$c_{\text{mto}}(Q) = \beta_{\text{mto}} p_{\text{amortización}} Q \quad (3.8)$$

Insumos: se denomina como insumos al costo de la electricidad y el gas necesarios para operar los equipos durante el año. Dichos costos se han calculado en detalle en la sección 2.6 (página 16). Se tiene entonces:

$$c_{\text{insumos}}(Q) = p_{\text{insumos}} Q \quad (3.9)$$

Equipos: el costo de los equipos también se ha calculado en detalle en la sección 2.6 (página 16). Es de esperar que, al comprar estos equipos en cantidad, se obtenga un descuento $d(Q)$ por los mismos.

$$c_{\text{equip}}(Q) = p_{\text{amortización}} Q(1 - d(Q)) \quad (3.10)$$

Personal de instalación y mantenimiento: en caso de que se opte por la escala dos, será necesario contratar personal que realice las tareas de instalación y mantenimiento. Usualmente, personal de estas características se organiza por equipos de $n_{\text{i\&m}}$, de forma que cada equipo pueda realizar la instalación y el mantenimiento de $N_{\text{i\&m}}$ edificios por mes. De esta forma, la expresión es la siguiente:

$$c_{\text{i\&m}}(Q) = 13S_{\text{i\&m}} \max \left(\left\lceil \left\lfloor n_{\text{i\&m}} \left(\frac{Q}{N_{\text{i\&m}}} + 1 \right) \right\rfloor \right\rceil; n_{\text{i\&m}} \right) \quad (3.11)$$

Herramientas y maquinaria: si se opta por la escala dos, se necesitará herramental y equipamiento para realizar las tareas de instalación y mantenimiento. Si bien la variedad de equipamiento necesario es muy amplia, la inversión más grande sin duda será en movilidad. Esto es: camionetas para movilidad de los equipos y camiones para transporte de los equipos a instalar. De esta forma, se necesitarán tantas camionetas como equipos haya, y por el lado de los camiones, se considera que cada edificio requiere un viaje y que el camión puede hacer $N_{\text{camión}}$ entregas por año. Otra inversión importante será en un taller, como se menciona en la sección 3.2.2. Sean p_{cta} , $p_{\text{camión}}$ y p_{taller} los precios de cada camioneta, cada camión y del taller respectivamente:

$$c_{h\&m}(Q) = p_{cta} \max \left(\left\lceil n_{i\&m} \left(\frac{Q}{N_{i\&m}} + 1 \right) \right\rceil; n_{i\&m} \right) + p_{camión} N_{camión} + p_{taller} \quad (3.12)$$

3.3 COSTO TOTAL DE CADA ESCALA.

Teniendo ya una expresión para cada costo, puede calcularse para cada escala el costo total, como se muestra en las expresiones (3.13) y (3.14).

$$C_1 = C_{alq} + C_{vtas} + C_{comp} + C_{adm} + C_{inst} + C_{mto} + C_{insumos} + C_{equip} \quad (3.13)$$

$$C_2 = C_{alq} + C_{vtas} + C_{comp} + C_{adm} + C_{i\&m} + C_{h\&m} \quad (3.14)$$

La Figura 3.3 muestra el gráfico de ambas curvas. En el Apéndice A de este capítulo (página 44) se muestran los valores que se han asumido de los parámetros enunciados anteriormente.

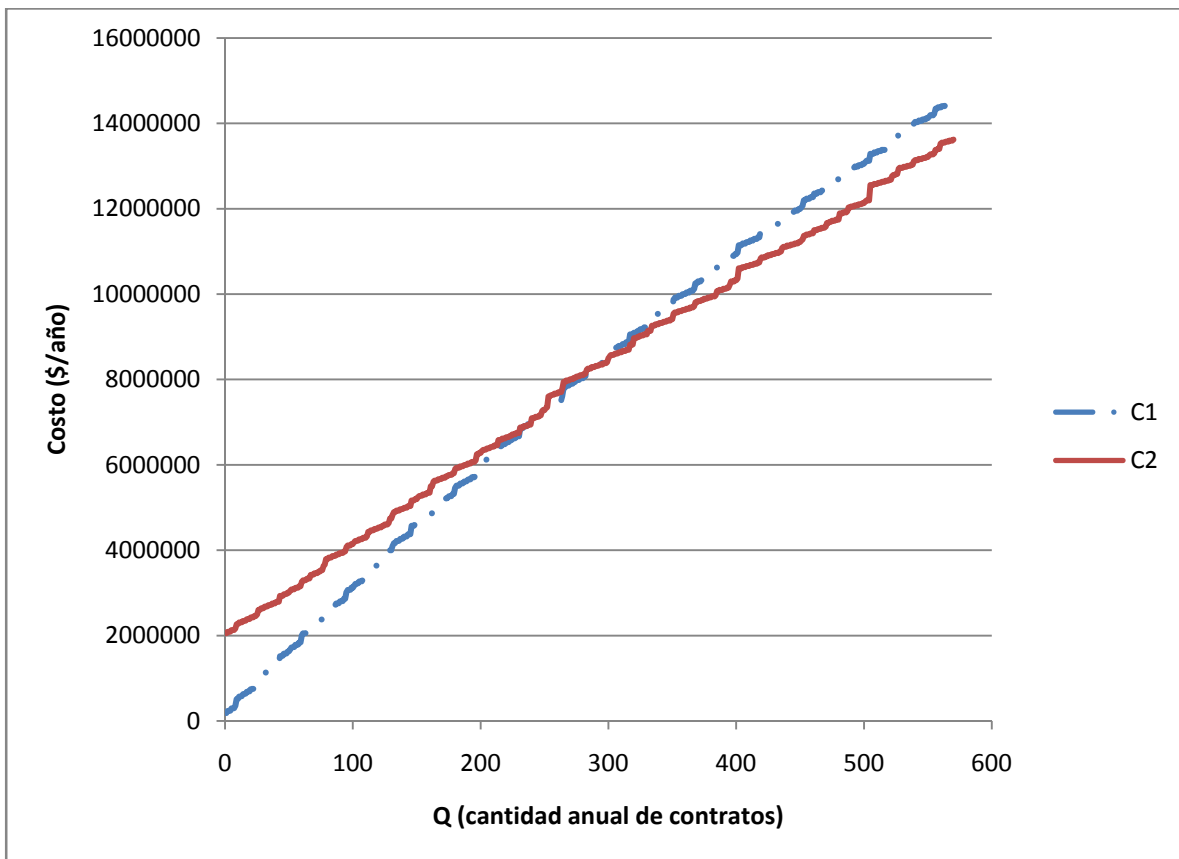


Figura 3.3: costos según la escala.

El gráfico muestra claramente la diferencia entre ambas escalas. La escala 1 prácticamente no tiene inversión inicial, pero a cambio tiene unos costos variables más altos lo que se evidencia con una pendiente más pronunciada en la curva. La

escala 2, en cambio, inicia de manera más costosa debido a los costos fijos, pero al tener menos costos variables la pendiente es menor y a partir de 300 contratos aproximadamente las curvas se cruzan. La Figura 3.4 muestra la curva de costos óptima de la empresa, conformada por el mínimo costo para cada Q .

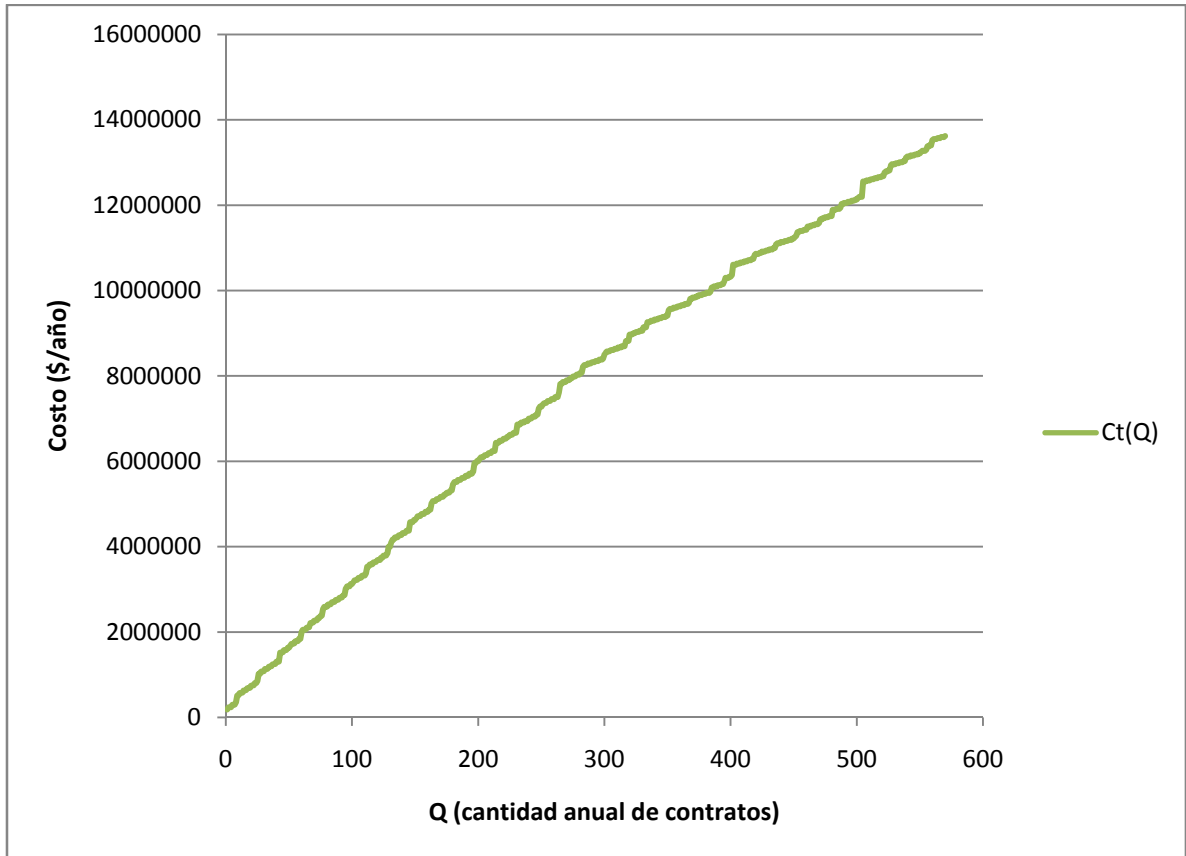


Figura 3.4: costos totales de la empresa según nivel de ventas.

3.4 ESTIMACIÓN DEL PRECIO Y LA CANTIDAD.

Como resultado del análisis de factibilidad comercial, se obtiene la curva de demanda $p(Q)$, que representa el precio p al que el mercado tomará una cantidad Q de contratos. Entonces, pueden calcularse los ingresos de la empresa en función de la cantidad, calculando $I = p \times Q$, como se muestra en la expresión (3.15) (ver expresión (2.5) en la página 14):

$$I = p \times \frac{Q_T}{4} \left(-\frac{p}{p_{\text{costo}}} + 5 \right) = \frac{Q_T}{4} \left(-\frac{p^2}{p_{\text{costo}}} + 5p \right) \quad (3.15)$$

que es la ecuación de una parábola de concavidad negativa.

La combinación ideal de precio y cantidad será aquella que le proporcione a la empresa mayores beneficios. Los beneficios de la empresa están dados por:

$$\pi = I - c_T \quad (3.16)$$

La Figura 3.5 muestra las curvas de ingreso, costo total y beneficios.

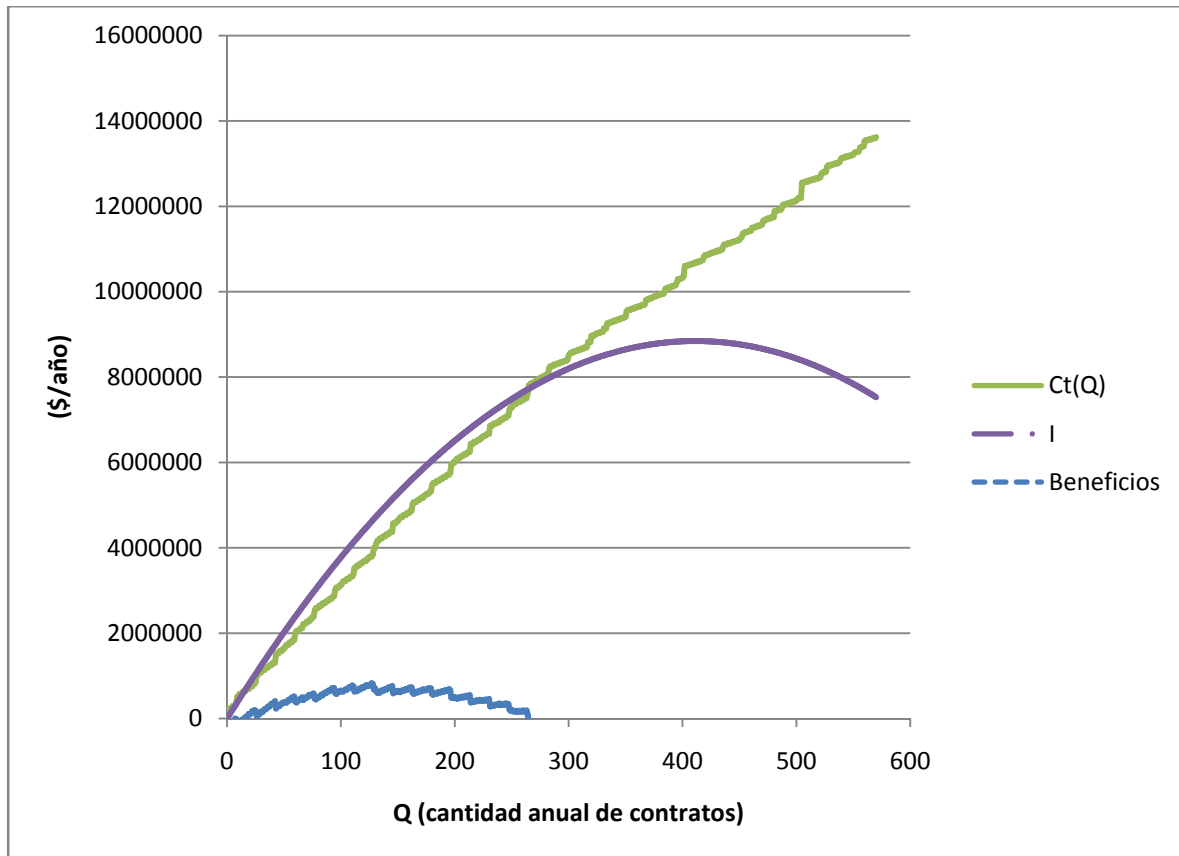


Figura 3.5: Ingresos, costos y beneficios en función de la cantidad.

Es fácil derivar la expresión (3.16) e igualarla a cero para encontrar el máximo, que variará según el año puesto que cambian los valores de Q_T pronosticados. Sin embargo, la variación resulta ser despreciable debido a lo parecidas que son las predicciones año a año. La cantidad pronosticada no varía, y el precio lo hace con un desvío estándar de \$17,45 (0,05%).

Los valores son:

$$\begin{aligned} p &= 36.300 \text{ \$/año} \\ Q &= 127 \text{ edificios/año} \end{aligned} \quad (3.17)$$

donde el precio ha sido calculado como promedio de los precios de los edificios de distintos tamaños (para obtener el precio de cada edificio basta aplicar la expresión (2.5) con los distintos valores de p_{costo}).

3.5 APÉNDICE A: PARÁMETROS ASUMIDOS EN LA ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS.

Se detallan a continuación los parámetros asumidos en el cálculo de los costos totales.

$$\begin{aligned}a &= 2.000\$/\text{mes} \\N_{\text{vtas}} &= 50 \text{ cuentas}/\text{vendedor} \\ \beta_{\text{vtas}} &= 1\% \\S_{\text{vtas}} &= 36.000\$/\text{año} \\d(Q) &= 0,05\%Q \\S_{\text{comp}} &= 48.000\$/\text{año} \\N_{\text{comp}} &= 60 \text{ edificios}/\text{persona} \\n_{\text{comp}} &= 3 \text{ personas} \\S_{\text{adm}} &= 60.000\$/\text{año} \\N_{\text{adm}} &= 120 \text{ edificios}/\text{persona} \\n_{\text{adm}} &= 3 \text{ personas} \\ \beta_{\text{inst}} &= 10\% \\ \beta_{\text{mto}} &= 5\% \\n_{\text{i\&m}} &= 5 \\N_{\text{i\&m}} &= 126 \text{ edificios}/\text{equipo-año} \\S_{\text{i\&m}} &= 42.000\$/\text{año} \\p_{\text{cta}} &= 120.000\$/\text{camioneta} \\p_{\text{camión}} &= 250.000\$/\text{camión} \\p_{\text{taller}} &= 1.500.000\$/\text{taller}\end{aligned}$$

4 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONÓMICA.

4.1 INTRODUCCIÓN.

En el presente capítulo se estudia el proyecto desde el punto de vista económico. Se analiza el impacto que las decisiones sobre los bienes de la compañía, la estructura de financiamiento a utilizar, la política de distribución de dividendos, y el tratamiento de los impuestos tienen sobre el proyecto.

El resultado de este capítulo son los balances y estados de resultados de la compañía proyectados en el tiempo (10 años hacia el futuro, según lo definido con anterioridad). Estos cuadros servirán como entrada al capítulo final de evaluación del proyecto, en el que se obtendrán conclusiones acerca la viabilidad del proyecto en su conjunto.

4.2 CONSIDERACIONES GENERALES.

4.2.1 Tratamiento del Impuesto al Valor Agregado (IVA).

El Impuesto al Valor Agregado es un impuesto nacional, de los denominados regresivos, que grava a todas las adquisiciones de bienes y servicios con un porcentaje que, si bien varía, suele ubicarse en torno al 21%.

El impuesto está dirigido a los consumidores finales, por lo que el resto de los intermediarios que conforman la cadena de valor de un bien o servicio actúan simplemente como agentes de retención, debiendo ajustar con el fisco la diferencia entre el IVA que pagan por sus adquisiciones y el que cobran por sus ventas. El ajuste se traduce en un pago al fisco en los casos en los que se deba IVA, y en un crédito fiscal en los casos en los que se haya sostenido una pérdida en el proceso de retención.

Para el caso que ocupa estas páginas, es necesario ajustar el precio de ventas con el IVA, dado que no ha sido tenido en cuenta en pasos anteriores. De esta manera,

$$p' = (1 + IVA_{vtas}) p \quad (4.1)$$

donde $IVA_{vtas} = 21\%$.

Más adelante se desarrolla el cálculo de la posición frente al IVA.

4.2.2 Activación de los costos.

La definición de los costos se desarrolla en el inciso 3.2.3 (página 37). En términos contables, sin embargo, ciertos costos pueden “activarse”, lo que significa básicamente que pueden computarse como inversiones en lugar de cómo costos. Para desembolsos altos, esto representa una ventaja, dado que al representarlos como una inversión pueden computarse amortizaciones por los mismos, lo que disminuye el pago de Impuesto a las Ganancias durante los períodos que dure la vida útil de la inversión.

En el caso del servicio de climatización, el único costo activable es la compra de los equipos de climatización (calderas y equipos de aire acondicionado). Dichos equipos tienen un período de amortización contable de 10 años. A los fines de este estudio, se supondrá nulo el valor de rezago contable.

4.2.3 Distribución de dividendos.

Cada empresa tiene una política específica para la distribución de los dividendos al cierre del período fiscal. No está dentro del alcance de este trabajo desarrollar las ventajas y desventajas de cada una de ellas, por lo que se asumirá que la compañía distribuye el 100% de sus ganancias en dividendos para los accionistas, todos los períodos. De todas formas, es ésta la práctica más usual.

4.2.4 Monto mínimo de las disponibilidades.

Las disponibilidades de una empresa, comúnmente denominadas “caja”, representan el efectivo con el que cuenta la misma para llevar a cabo su operatoria diaria. Comúnmente se define un monto mínimo para las mismas, de manera de no incurrir en problemas de liquidez. De esta forma, si los valores de la caja caen por debajo del mínimo, se financia la diferencia según la estructura de deuda de la empresa.

De igual manera, es perjudicial (aunque en menor medida) tener exceso de disponibilidades, dado que ese dinero, que se encuentra ocioso, podría estar generando ganancias si se lo invirtiese. Es por esto que también se define un monto máximo de disponibilidades, y de ser las mayores al mismo se invierte el exceso.

Es común que el monto mínimo y el máximo coincidan, conformando lo que se denomina monto objetivo de disponibilidades. Para el caso en análisis, se ha asumido que el monto ideal es de \$1.000.000.

4.3 ESTRUCTURA ÓPTIMA DE FINANCIAMIENTO.

Las empresas pueden optar, en términos generales, por dos formas de financiamiento:

- Aportes de capital por parte de los accionistas (que engrosan en Patrimonio Neto de la compañía).
- Deuda bancaria (Pasivo de la compañía).

Por supuesto, cada forma de financiación tiene asociado un costo. La deuda bancaria, a través de los intereses, tiene un costo k_D mientras que el capital aportado tiene un costo asociado a la oportunidad (el retorno que tendría si se lo invirtiese en otro negocio), k_E .

De esta forma, el costo total del financiamiento de la empresa ($WACC$) puede calcularse de la siguiente forma:

$$WACC = \frac{D}{D+E} k_D + \frac{E}{D+E} k_E \quad (4.2)$$

donde D es el monto de deuda tomado, y E el monto de capital propio. Conviene simplificar la expresión llamando d a la proporción de deuda:

$$WACC = dk_D + (1-d)k \quad (4.3)$$

La estructura óptima de financiamiento se define como la proporción de D y E que trae asociada el menor $WACC$. Hasta este punto del análisis, es evidente que la estructura óptima consiste en financiarse al 100% con la variante que tenga menor costo. En otras palabras, si $k_D < k_E$ convendrá financiarse totalmente con deuda, y viceversa.

Sin embargo, existen ciertas consideraciones con respecto al costo de la deuda que merecen ser analizadas. Por un lado, existe el llamado escudo impositivo. Legalmente, los pagos de intereses de deuda bancaria pueden deducirse las utilidades (ver Tabla 4.1), y de esta forma se obtiene un ahorro en impuesto a las ganancias. Incorporando esto, siendo i la tasa de interés y α el impuesto a las ganancias, se tiene que:

$$k_D = (1 - \alpha) i \quad (4.4)$$

Reemplazando (4.4) en (4.3) se obtiene:

$$WACC = d(1 - \alpha) i + (1 - d) k_E \quad (4.5)$$

Por otra parte, la tasa de interés i de los bancos suele estar relacionada con la proporción de capital propio de la empresa (a mayor proporción, menor interés). Esto ocurre porque se considera más riesgosas a aquellas empresas que tienen menor proporción de capital propio invertido, al interpretar esto como una señal de desconfianza en el emprendimiento (Lelic, 2008). De esta forma, $i = i(d)$, y entonces:

$$WACC = d(1 - \alpha) i(d) + (1 - d) k_E \quad (4.6)$$

Luego, ya no es tan evidente la estructura óptima de capital. El ejercicio consiste en encontrar d tal que $WACC$ sea máximo.

Para el presente caso de análisis, se han asumido los siguientes valores (expresados como tasas anuales):

- $k_E = 15\%$ (el detalle del cálculo se muestra en el Apéndice A de este capítulo, en la página 54).
- k_D : variable de forma lineal entre 30% para $d = 1$ y 12% para $d = 0$.

Puede graficarse el $WACC$ en función de la proporción de capital propio, como se muestra en la Figura 4.1.

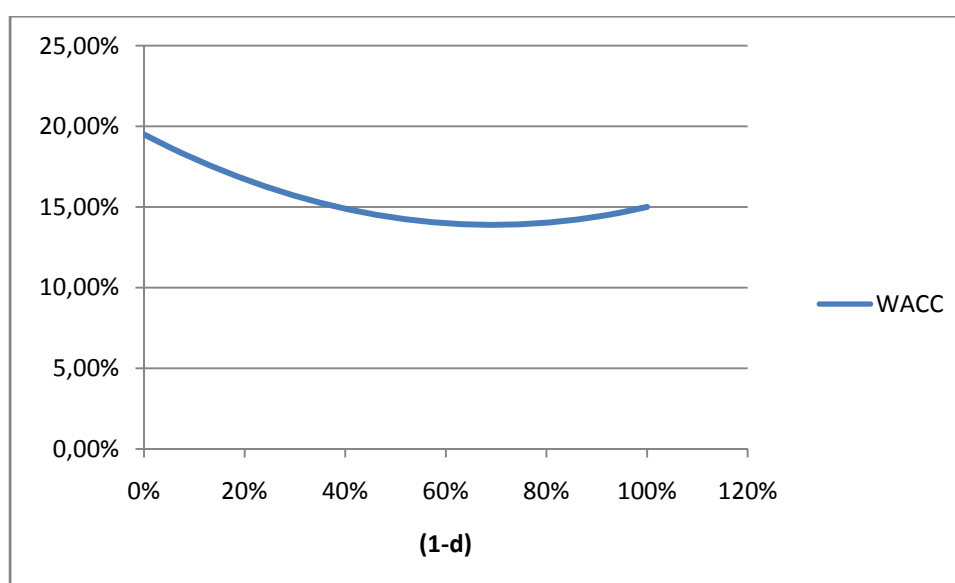


Figura 4.1: WACC en función de la proporción de capital propio.

Como se aprecia en la figura, la estructura óptima es aquella para la cual $(1-d) = 70\%$, con lo que se logra $WACC = 13,89\%$.

4.4 PROYECCIÓN DEL ESTADO DE RESULTADOS.

Proyectar el estado de resultados significa comprender la operatoria de la empresa a lo largo de los distintos períodos. El estado de resultados de la empresa tiene la forma presentada en la Tabla 4.1.

Ingreso por ventas
Costo variable
UO
Costo fijo
Amortizaciones
UAI
Intereses
Posición IVA
UAIG
IIGG
Utilidad Neta
Dividendos
Var. RNA

Tabla 4.1: Forma del Estado de Resultados.

Se describen a continuación los cálculos realizados para cada línea.

4.4.1 Ingreso por ventas.

El cálculo del ingreso por ventas para cada período consiste simplemente en multiplicar el precio de ventas por la cantidad vendida. Entonces:

$$I_n = p' Q_n \quad (4.7)$$

donde p' se calcula según la expresión (4.1) y Q_n se define como la cantidad de contratos activos del período n (tanto los concretados durante el período como en períodos anteriores). Se asume que, como condición de contratación, se exigirá una duración de diez años de vinculación (lo cual es razonable para la climatización de un edificio).

4.4.2 Costo variable.

Los costos variables son los correspondientes a Instalación, Mantenimiento e Insumos (inciso 3.2.3, página 37). Luego,

$$CV_n = c_{inst}(Q_n) + c_{mto}(Q_n) + c_{insumos}(Q_n) \quad (4.8)$$

4.4.3 Costo fijo.

El costo fijo está compuesto por el alquiler de las oficinas, y la planta salarial (fuerza de ventas, personal de compras y administración). Entonces se tiene

$$Cf_n = c_{alq}(Q_n) + c_{vtas}(Q_n) + c_{comp}(Q_n) + c_{adm}(Q_n) \quad (4.9)$$

4.4.4 Amortizaciones.

Para cada Bien de Uso, el cálculo de la amortización del período es el de la expresión :

$$A_n = \frac{VO - VR}{N_{am}} \quad (4.10)$$

donde VO es el valor original del bien, VR el valor de rezago (en el presente caso asumido nulo) y N_{am} el número de períodos de amortización (10 años).

4.4.5 Intereses.

Corresponde a los intereses de la deuda bancaria tomada. Se asumen préstamos a un año, que se cancelan al año siguiente, por lo que los intereses del período n corresponden al préstamo tomado en el período $n - 1$.

4.4.6 Posición frente al Impuesto al Valor Agregado.

La posición es simplemente la diferencia entre el IVA cobrado en las ventas, y el IVA pagado en las compras. Para todos los casos, el valor del impuesto es 21%, a excepción de los insumos (electricidad y gas), para el cual es el 27%. Los salarios no están gravados por IVA. De esta forma, se tiene:

$$P_{IVA} = (p' - p)Q_n - \left(\frac{21\%}{121\%} (c_{inst}(Q_n) + c_{mto}(Q_n)) + \frac{27\%}{127\%} c_{insumos}(Q_n) \right) \quad (4.11)$$

4.4.7 Impuesto a las ganancias.

El valor del impuesto a las ganancias es $\alpha = 35\%$.

4.4.8 Dividendos y variación de los Resultados No Asignados.

Según lo expuesto anteriormente, se distribuye en 100% de las utilidades en dividendos por lo que no se presentan variaciones en los Resultados No Asignados.

4.5 PROYECCIÓN DEL BALANCE.

El balance de una empresa muestra el valor de sus activos y la forma en que los mismos están financiados, para un instante de tiempo determinado. La Tabla 4.2 muestra la forma del balance de la empresa.

Activo
Disponibilidades
Créditos
BU
BU VO
AA
Pasivo
Deuda Bancaria
Patrimonio Neto
Resultados No Asignados
Capital

Tabla 4.2: Forma del Balance de la empresa.

Las disponibilidades, como se menciona anteriormente, se mantienen fijas en \$1.000.000. Los créditos se toman en caso de que haya exceso de disponibilidades. Los Bienes de Uso corresponden a los equipos adquiridos año a año, calculados como el Valor Original menos las Amortizaciones Acumuladas. En cuanto a la financiación (Pasivo y Patrimonio Neto), se obtiene de forma que la proporción sea 70%, tal como fue calculado anteriormente.

4.6 RESULTADOS.

Se presentan a continuación el Balance y el Estado de Resultados de la empresa proyectados 10 años en el futuro

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Activo	\$ 11.330	\$ 20.512	\$ 28.546	\$ 35.433	\$ 41.171	\$ 45.762	\$ 49.206	\$ 51.501	\$ 52.649	\$ 52.649
Disponibilidades	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000	\$ 1.000
Créditos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
BU	\$ 10.330	\$ 19.512	\$ 27.546	\$ 34.433	\$ 40.171	\$ 44.762	\$ 48.206	\$ 50.501	\$ 51.649	\$ 51.649
BU VO	\$ 11.478	\$ 22.955	\$ 34.433	\$ 45.910	\$ 57.388	\$ 68.865	\$ 80.343	\$ 91.820	\$ 103.298	\$ 114.775
AA	\$ 1.148	\$ 3.443	\$ 6.887	\$ 11.478	\$ 17.216	\$ 24.103	\$ 32.137	\$ 41.319	\$ 51.649	\$ 63.126
Pasivo	\$ 3.399	\$ 6.154	\$ 8.564	\$ 10.630	\$ 12.351	\$ 13.729	\$ 14.762	\$ 15.450	\$ 15.795	\$ 15.795
Deuda Bancaria	\$ 3.399	\$ 6.154	\$ 8.564	\$ 10.630	\$ 12.351	\$ 13.729	\$ 14.762	\$ 15.450	\$ 15.795	\$ 15.795
Patrimonio Neto	\$ 7.931	\$ 14.358	\$ 19.982	\$ 24.803	\$ 28.820	\$ 32.034	\$ 34.444	\$ 36.051	\$ 36.854	\$ 36.854
Resultados No Asignados	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Capital	\$ 7.931	\$ 14.358	\$ 19.982	\$ 24.803	\$ 28.820	\$ 32.034	\$ 34.444	\$ 36.051	\$ 36.854	\$ 36.854

Tabla 4.3: Balance proyectado, expresado en miles de pesos.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingreso por ventas	\$ 6.920	\$ 13.841	\$ 20.761	\$ 27.682	\$ 34.602	\$ 41.522	\$ 48.443	\$ 55.363	\$ 62.284	\$ 69.204
Costo variable	\$ 2.275	\$ 4.550	\$ 6.825	\$ 9.101	\$ 11.376	\$ 13.651	\$ 15.926	\$ 18.201	\$ 20.476	\$ 22.751
UO	\$ 4.645	\$ 9.291	\$ 13.936	\$ 18.581	\$ 23.226	\$ 27.872	\$ 32.517	\$ 37.162	\$ 41.807	\$ 46.453
Costo fijo	\$ 369	\$ 738	\$ 1.107	\$ 1.476	\$ 1.845	\$ 2.214	\$ 2.583	\$ 2.952	\$ 3.321	\$ 3.690
Amortizaciones	\$ 1.148	\$ 2.296	\$ 3.443	\$ 4.591	\$ 5.739	\$ 6.887	\$ 8.034	\$ 9.182	\$ 10.330	\$ 11.478
UAI	\$ 3.128	\$ 6.257	\$ 9.385	\$ 12.514	\$ 15.642	\$ 18.771	\$ 21.899	\$ 25.028	\$ 28.156	\$ 31.285
Intereses	\$ -	\$ 591	\$ 1.071	\$ 1.490	\$ 1.850	\$ 2.149	\$ 2.389	\$ 2.569	\$ 2.688	\$ 2.748
Posición IVA	\$ 763	\$ 1.527	\$ 2.290	\$ 3.053	\$ 3.817	\$ 4.580	\$ 5.343	\$ 6.107	\$ 6.870	\$ 7.634
UAIG	\$ 2.365	\$ 4.139	\$ 6.025	\$ 7.970	\$ 9.976	\$ 12.041	\$ 14.167	\$ 16.352	\$ 18.598	\$ 20.903
IIIG	\$ 828	\$ 1.449	\$ 2.109	\$ 2.790	\$ 3.492	\$ 4.215	\$ 4.958	\$ 5.723	\$ 6.509	\$ 7.316
Utilidad Neta	\$ 1.537	\$ 2.690	\$ 3.916	\$ 5.181	\$ 6.484	\$ 7.827	\$ 9.209	\$ 10.629	\$ 12.088	\$ 13.587
Dividendos	\$ 1.537	\$ 2.690	\$ 3.916	\$ 5.181	\$ 6.484	\$ 7.827	\$ 9.209	\$ 10.629	\$ 12.088	\$ 13.587
Var. RNA	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -

Tabla 4.4: Estado de Resultados proyectado, expresado en miles de pesos.

4.7 ANÁLISIS.

Si bien resta desarrollar algunas herramientas para poder evaluar el proyecto, ya se pueden calcular algunos indicadores para evaluar la capacidad de generar ganancias de la empresa. Estos indicadores no proporcionan información de evaluación de manera absoluta, pero son de suma utilidad al comparar distintos procesos (Lelic, 2008).

Uno de los indicadores más comunes es el Margen de Utilidad (*PM*), definido como:

$$PM = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Ingreso por Ventas}} \quad (4.12)$$

Calculando el promedio de todos los años, se obtiene:

$$\overline{PM} = 19,4\% \quad (4.13)$$

Otro indicador útil es la Rentabilidad de los Activos (*ROA*), que da una idea del aprovechamiento que hace la empresa de los activos, definido como:

$$ROA = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Activo}} \quad (4.14)$$

Calculando el promedio, se obtiene:

$$\overline{ROA} = 17,6\% \quad (4.15)$$

Finalmente, un indicador útil para el inversor es la Rentabilidad del Patrimonio Neto (*ROE*), que da una idea de la utilidad por cada peso aportado por los accionistas, definido como:

$$ROE = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Patrimonio Neto}} \quad (4.16)$$

Calculando el promedio:

$$\overline{ROE} = 25,1\% \quad (4.17)$$

4.8 APÉNDICE A: CÁLCULO DEL COSTO DEL CAPITAL PROPIO.

El costo del capital aportado por los accionistas, k_E , puede calcularse de diversas maneras. Un modelo universalmente aceptado es el **Modelo de Fijación de Precios de Activos** (CAPM, por sus siglas en inglés), que en términos resumidos asigna al capital un rendimiento esperado (precio) conformado por el rendimiento de un activo libre de riesgo y una “prima de riesgo”, es decir una tasa adicional que compense el riesgo asumido.

El CAPM puede sintetizarse mediante la expresión (4.18):

$$E(r_j) = r_f + \beta(E(r_m) - r_f) \quad (4.18)$$

En la misma, $E(r_j)$ representa el precio (o rendimiento esperado) del activo j , r_f el rendimiento de un activo libre de riesgo, y $E(r_m)$ el rendimiento esperado del mercado. Puede observarse entonces que la prima de riesgo está formada por la diferencia entre el rendimiento del mercado y el rendimiento de un activo libre de riesgo, multiplicada por un coeficiente denominado “ β ”.

El coeficiente β se denomina “coeficiente de riesgo sistemático” representa la correlación entre el mercado y el activo que se encuentra bajo análisis (j para el caso de la expresión), y por tanto la relación entre la volatilidad del activo y la del mercado. Puede calcularse como sigue:

$$\beta = \frac{\text{COV}(r_j, r_m)}{\sigma_{r_m}^2} \quad (4.19)$$

donde $\sigma_{r_m}^2$ es la varianza del rendimiento de mercado, y en el numerador se representa la covarianza entre el rendimiento del mercado y el rendimiento del activo en análisis.

Al examinar la expresión (4.19) con más detenimiento se observa que, al ser el numerador la expresión de una covarianza, el coeficiente β será positivo mientras el activo j varíe *en sintonía* con el mercado (esto es, reporte alzas cuando el mercado está en alza y sufra bajas cuando el mercado también lo hace). Por supuesto que si el signo es negativo el comportamiento será opuesto. La magnitud del coeficiente indica la proporción en que se dan estas fluctuaciones. Al estar la expresión (4.19) dividida por la varianza del rendimiento del mercado, el coeficiente β se torna adimensional. De esta manera, puede interpretarse el coeficiente de riesgo sistemático como sigue:

- Si $\beta > 1$, el activo j variará en sintonía con el mercado, y de manera más volátil (mayor amplitud en las variaciones).
- Si $\beta = 1$, el activo j sufrirá las mismas fluctuaciones (tanto en signo como en magnitud) que el mercado.
- Si $0 < \beta < 1$, el activo j variará en sintonía con el mercado, pero sus fluctuaciones serán de menor amplitud.
- Si $\beta = 0$, el activo j será independiente del mercado (libre de riesgo).
- Si $-1 < \beta < 0$, el activo variará de forma opuesta al mercado, y con amplitudes menores.
- Si $\beta = -1$, el activo variará de forma exactamente opuesta a la del mercado (con iguales amplitudes).
- Si $\beta < -1$, el activo variará de forma opuesta al mercado pero con mayores amplitudes.

Al aplicar el modelo CAPM al análisis del presente proyecto, se tiene:

$$k_E = r_f + \beta(E(r_m) - r_f) \quad (4.20)$$

La dificultad reside en estimar los parámetros de la expresión (4.20).

La tasa de rendimiento de un activo libre de riesgo suele representarse por la de los bonos emitidos por el Tesoro de Estados Unidos con madurez a 10 años, más conocidos como Treasury Notes o simplemente T-Notes. Dada la alta fiabilidad del país emisor hace que universalmente se acepte esta tasa como libre de riesgo. Actualmente, el cupón anual de los T-Notes se localiza en el 3,5% (United States Department of The Treasury).

En cuanto al rendimiento esperado del mercado, el cálculo es notoriamente más complejo. Dado el limitado alcance de esta publicación, se simplifica el mismo dejando constancia de la necesidad de ampliar la profundidad del mismo. Nuevamente, se intentará efectuar el análisis de forma conservadora, de manera de estar del lado de la seguridad ante los eventuales errores.

El rendimiento del mercado argentino puede representarse según la cotización del Índice MERVAL (índice del Mercado de Valores). La Tabla 4.5 muestra la cotización al cierre para todos los meses desde 2004 (Bolsa de Comercio de Buenos Aires, 2010). La razón para este período es que se intenta omitir la crisis de 2001 – 2002, y la siguiente recuperación en 2003, puesto que no son valores representativos dada la especial situación en la que se encontraba el país en ese entonces. Las unidades de la cotización son puntos del índice MERVAL, que no influyen en el análisis puesto que lo que se estudiará son las variaciones.

Cotización		Cotización		Cotización	
Fecha	al cierre	Fecha	al cierre	Fecha	al cierre
01/12/2009	2320,73	03/12/2007	2151,73	01/12/2005	1543,31
02/11/2009	2147,25	01/11/2007	2207,16	01/11/2005	1554,67
01/10/2009	2115,76	01/10/2007	2351,44	03/10/2005	1608,86
01/09/2009	2075,14	03/09/2007	2187,97	01/09/2005	1694,83
03/08/2009	1781,89	01/08/2007	2062,08	01/08/2005	1581,65
01/07/2009	1719,87	02/07/2007	2180,25	01/07/2005	1507,59
01/06/2009	1587,97	01/06/2007	2190,87	01/06/2005	1367,41
04/05/2009	1587,21	02/05/2007	2243,03	02/05/2005	1485,55
01/04/2009	1275,25	03/04/2007	2154,55	01/04/2005	1348,35
02/03/2009	1125,95	01/03/2007	2102,78	01/03/2005	1400,42
02/02/2009	1019,29	01/02/2007	2067,64	01/02/2005	1558,62
02/01/2009	1077,09	02/01/2007	2070,64	03/01/2005	1373,79
01/12/2008	1079,66	01/12/2006	2090,46	01/12/2004	1375,37
03/11/2008	993,99	01/11/2006	1967,02	01/11/2004	1213,09
01/10/2008	1010,79	02/10/2006	1781,68	01/10/2004	1287,14
01/09/2008	1598,17	01/09/2006	1637,27	01/09/2004	1142,5
01/08/2008	1777,14	01/08/2006	1662,84	02/08/2004	952,14
01/07/2008	1919,82	03/07/2006	1701,58	01/07/2004	966,1
02/06/2008	2107,87	01/06/2006	1711,09	01/06/2004	945,45
02/05/2008	2205,72	02/05/2006	1653,72	03/05/2004	952,62
01/04/2008	2095,53	03/04/2006	1908,61	01/04/2004	1077,93
03/03/2008	2103,72	01/03/2006	1800,58	01/03/2004	1201,66
01/02/2008	2162,2	01/02/2006	1714,05	02/02/2004	1183,14
02/01/2008	2007,27	02/01/2006	1793,97	02/01/2004	1140,81

Tabla 4.5: Cotización del índice MERVAL (Bolsa de Comercio de Buenos Aires, 2010).

Puede aproximarse el rendimiento esperado del mercado con el rendimiento promedio del mercado en el período 2004 – 2009. La misma es una estimación conservadora puesto que incluye la caída en las cotizaciones de 2008 producida por la crisis económica internacional. Se tiene entonces:

$$E(r_m) \approx \bar{r}_m = \sqrt[\beta]{\frac{Merval_f}{Merval_i}} - 1 \quad (4.21)$$

Luego, $E(r_m) = 16,4\%$.

Resta entonces obtener β . El coeficiente de riesgo sistemático se suele estimar mediante la observación de los coeficientes de empresas similares. Como en Argentina eso no es posible, dado que en la actualidad no existen empresas que provean un servicio de climatización para edificios, se utilizan los coeficientes del

sector de la construcción y del sector inmobiliario, dado que el comportamiento de dichas industrias está directamente ligado al del servicio propuesto.

La Tabla 4.6 muestra los coeficientes de riesgo sistemático para el año 2009 de las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Buenos Aires que se corresponden con los rubros antes mencionados (Damodaran, 2010).

Nombre de la empresa	Nombre de la especie	Beta
Juan Minetti S.A.	JMIN	0,82
Fiplasto S.A.	FIPL	0,74
Polledo S.A.I.C. y F.	POLL	0,88
Caputo S.A.I.C. y F.	CAPU	0,80
IRSA Inc.	IRSA	1,11

Tabla 4.6: Coeficientes de Riesgo Sistemático para empresas inmobiliarias y constructoras.

A partir de estos datos se puede estimar el coeficiente de riesgo sistemático promediando los mismos. Nuevamente, se aclara que ésta es una aproximación simplificada dado el limitado alcance de este trabajo.

Luego, $\beta \approx \bar{\beta}_i = 0,87$.

El valor menor que la unidad tiene sentido dado que, en mercados como el argentino, las fluctuaciones en la construcción y el desarrollo inmobiliario suelen estar protegidas por un bajo grado de apalancamiento, que hace que puedan absorber algunas fluctuaciones del mercado.

Aplicando las estimaciones a la expresión (4.20) se obtiene:

$$k_E \approx 15\% \quad (4.22)$$

Cabe una última aclaración acerca del Riesgo País. El Riesgo País es un coeficiente, calculado por la banca J. P. Morgan, que intenta reflejar el riesgo de *default* de un país. El mismo representa una tasa que es adicionada a la fórmula del CAPM ajustando el modelo para mercados emergentes. El Riesgo País actual de Argentina es de 717 PB (puntos básicos) por lo que habría que adicionar 7,17% a k_E . Hacerlo, sin embargo, sería una arbitrariedad dado que no se corresponde con la teoría detrás del CAPM (ya existe una prima por riesgo). Sólo tiene sentido cuando se comparan inversiones en países distintos o cuando se quiere ingresar a un mercado desconocido, dos situaciones que no se corresponden con el presente estudio. Es por esto que se decide omitir el Riesgo País del presente análisis.

5 EVALUACIÓN DEL PROYECTO.

5.1 INTRODUCCIÓN.

En el presente documento se han analizado los distintos aspectos del proyecto de comercialización de un servicio de climatización (comercial, técnico y económico) con el propósito de dimensionar el emprendimiento. De esta forma, se ha dimensionado comercialmente al proyecto estimando la cantidad demandada, técnicamente estimando los costos y las economías de escala involucradas, y económicamente estimando el valor de los activos y el costo de financiarlos.

En este punto es necesario evaluar el proyecto, es decir, definir si es conveniente para los inversores invertir en un proyecto de estas características. Para desarrollar el análisis, se utiliza el método de flujo de fondos descontados, que consiste en proyectar el flujo de fondos de la empresa y luego calcular su valor actual descontando los mismos según el costo del capital invertido (WACC). Como la financiación no es 100% patrimonio, se calcula también el flujo de fondos del inversor para evaluar el rendimiento ofrecido a los accionistas.

5.2 DESARROLLO DEL FLUJO DE FONDOS.

El objetivo detrás del desarrollo de un flujo de fondos es representar a la empresa lo más realísticamente posible. De esta forma, deben olvidarse conceptos como las amortizaciones y los costos devengados, que si bien tienen sentido contable no se corresponden con el movimiento de dinero de la empresa, y focalizarse únicamente en los movimientos reales de fondos, y en los momentos reales en que estos movimientos se realizan. De este modo, se obtiene una representación del proyecto que tiene en cuenta el valor tiempo del dinero y así permite evaluar aquel de forma absoluta.

5.2.1 Flujo de fondos del proyecto.

Para confeccionar el flujo de fondos **del proyecto** se deben excluir aquellos movimientos de dinero que se relacionen con la financiación del mismo, de forma de evaluar la capacidad de repago (algo imposible si se incluyen las inyecciones externas de dinero). En otras palabras, sólo se deben incluir los ingresos y egresos ocasionados por la operatoria del proyecto.

En este proyecto en particular, los ingresos son exclusivamente los ocasionados por ventas (la cuota que pagan los clientes). Los egresos, en cambio, se segmentan en:

- Costos fijos.
- Costos variables.
- Inversión en Bienes de Uso (adquisición de equipos de climatización).
- Devolución del IVA (pagos al fisco por exceso de fondos proveniente de la retención del Impuesto al Valor Agregado).
- Impuesto a las Ganancias.

Algo importante a destacar de este proyecto específicamente es la ausencia de inversiones en el año 0.

El año 0 es la denominación que se le da normalmente a todos los movimientos de fondos que se deben llevar a cabo antes de que un proyecto empiece a operar (a vender, esto es). Usualmente, estas inversiones se corresponden con la construcción de plantas productivas u otro tipo de bienes de uso que deben estar desarrollados para que la empresa pueda empezar a comercializar sus productos.

En este proyecto en particular, los únicos bienes de uso de relevancia son los equipos de climatización, que como se compran a terceros pueden comprarse al momento de concretar las ventas, es decir, desde el año 1 en adelante. De esta forma, no se requieren inversiones en el año 0.

La Tabla 5.1 muestra el flujo de fondos proyectado para el proyecto.

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos	\$ 6.920	\$ 13.841	\$ 20.761	\$ 27.682	\$ 34.602	\$ 41.522	\$ 48.443	\$ 55.363	\$ 62.284	\$ 69.204
Ventas	\$ 6.920	\$ 13.841	\$ 20.761	\$ 27.682	\$ 34.602	\$ 41.522	\$ 48.443	\$ 55.363	\$ 62.284	\$ 69.204
Egresos	\$ 15.713	\$ 19.741	\$ 23.809	\$ 27.897	\$ 32.007	\$ 36.137	\$ 40.289	\$ 44.461	\$ 48.655	\$ 52.869
Costos fijos	\$ 369	\$ 738	\$ 1.107	\$ 1.476	\$ 1.845	\$ 2.214	\$ 2.583	\$ 2.952	\$ 3.321	\$ 3.690
Costos variables	\$ 2.275	\$ 4.550	\$ 6.825	\$ 9.101	\$ 11.376	\$ 13.651	\$ 15.926	\$ 18.201	\$ 20.476	\$ 22.751
Inv BU	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478	\$ 11.478
Dev IVA	\$ 763	\$ 1.527	\$ 2.290	\$ 3.053	\$ 3.817	\$ 4.580	\$ 5.343	\$ 6.107	\$ 6.870	\$ 7.634
IG	\$ 828	\$ 1.449	\$ 2.109	\$ 2.790	\$ 3.492	\$ 4.215	\$ 4.958	\$ 5.723	\$ 6.509	\$ 7.316
Total	\$ -8.792	\$ -5.900	\$ -3.048	\$ -216	\$ 2.595	\$ 5.385	\$ 8.154	\$ 10.902	\$ 13.629	\$ 16.335

Tabla 5.1: Flujo de Fondos del Proyecto, expresado en miles de pesos.

La Figura 5.1 muestra el flujo de manera gráfica.

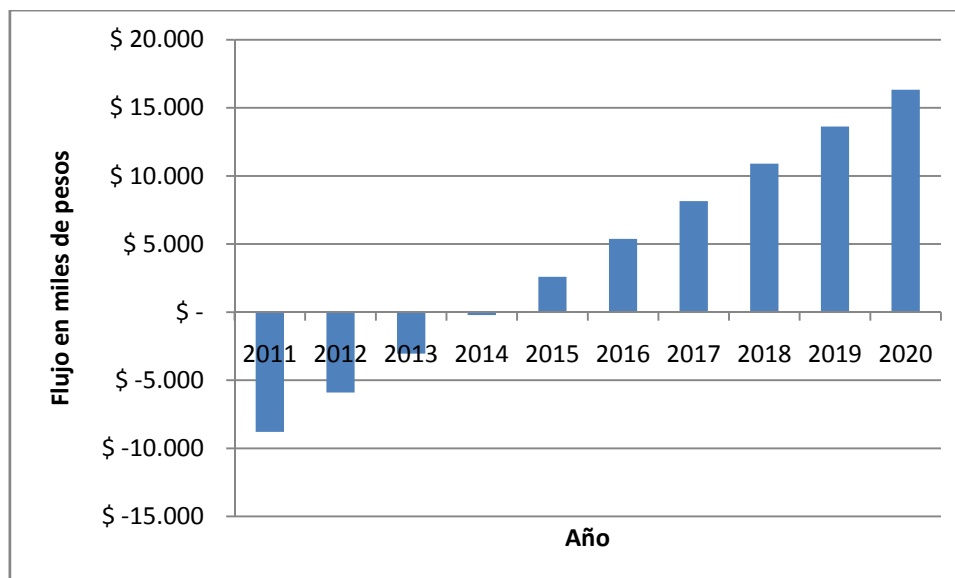


Figura 5.1: Flujo de Fondos del Proyecto.

5.2.2 Flujo de fondos del inversor.

Desarrollar el flujo de fondos del inversor es un ejercicio similar al anterior, con una variante: al analizar el punto de vista del inversor, es necesario conocer qué ocurre con la inversión más allá de los diez años de horizonte de proyección, es decir, qué ocurre con el capital invertido más allá de los dividendos obtenidos.

Existen diversos métodos para considerar esta variante. En algunos negocios tiene sentido estudiar los fondos a perpetuidad, especialmente cuando se trata de proyectos que requieren una masiva inversión inicial y luego obtienen un flujo constante como repago (la inversión en una autopista, por ejemplo).

Como el proyecto en cuestión invierte en bienes de uso todos los años, el método de la perpetuidad no aplica. Por otro lado, sería inexacto incluir exclusivamente los dividendos como repago puesto que, al año diez, se estaría despreciando el valor de los activos remanentes (disponibilidades y bienes de uso).

Es por esto que se adopta la suposición de que, al final del año 10, se venden los activos de la empresa a su valor de rezago y se recuperan las disponibilidades, obteniendo así una representación fehaciente de la inversión en su totalidad.

Entonces, de acuerdo a lo recién enunciado, las posibilidades de ingreso del inversor están dadas por:

- Dividendos.
- Recuperación de disponibilidades.
- Venta de Bienes de Uso.

Mientras que los egresos corresponden a los aportes de capital realizados. De esta forma, se obtiene el flujo de fondos de la Tabla 5.2:

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ingresos	\$ 1.537	\$ 2.690	\$ 3.916	\$ 5.181	\$ 6.484	\$ 7.827	\$ 9.209	\$ 10.629	\$ 12.088	\$ 66.236
Dividendos	\$ 1.537	\$ 2.690	\$ 3.916	\$ 5.181	\$ 6.484	\$ 7.827	\$ 9.209	\$ 10.629	\$ 12.088	\$ 13.587
Disp	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.000
Venta BU	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 51.649
Egresos	\$ 7.931	\$ 6.427	\$ 5.624	\$ 4.821	\$ 4.017	\$ 3.214	\$ 2.410	\$ 1.607	\$ 803	\$ -
Aportes capital	\$ 7.931	\$ 6.427	\$ 5.624	\$ 4.821	\$ 4.017	\$ 3.214	\$ 2.410	\$ 1.607	\$ 803	\$ -
Total	\$ -6.394	\$ -3.737	\$ -1.708	\$ 360	\$ 2.467	\$ 4.613	\$ 6.798	\$ 9.022	\$ 11.285	\$ 66.236

Tabla 5.2: Flujo de Fondos del Inversor, expresado en miles de pesos.

También puede verse este flujo expresado de forma gráfica, en la Figura 5.2:

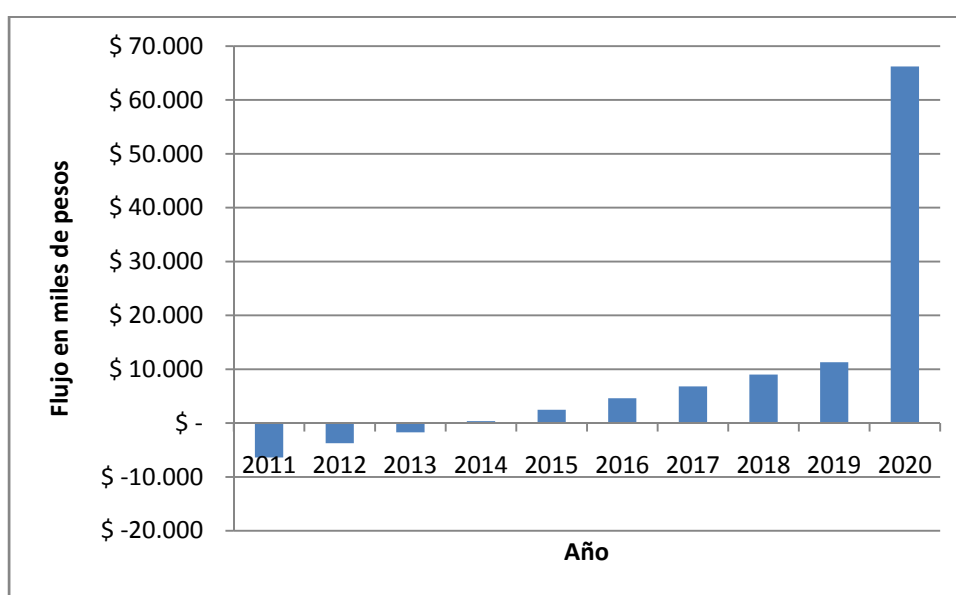


Figura 5.2: Flujo de Fondos del Inversor.

5.3 ANÁLISIS DE LOS DATOS.

Para el flujo de fondos del proyecto, puede calcularse el Valor Actual Neto (VAN), como:

$$VAN_{\text{proyecto}} = \sum_{n=0}^{10} \frac{FCFF_n}{(1+WACC)^n} \quad (5.1)$$

donde n es el año ($n = 1$ para 2011) y $FCFF_n$ es el flujo de fondos total del período n .

Por supuesto, si el valor actual del proyecto es positivo, entonces esto implica que se ganará dinero por sobre el costo de capital, y por tanto el proyecto es viable.

Desde la perspectiva del inversor, el valor actual se calcula de la misma forma (con respecto al flujo de fondos del inversor, por supuesto), pero modificando el costo del capital, obteniendo:

$$VAN_{\text{inversor}} = \sum_{n=0}^{10} \frac{FCFE_n}{(1 + k_E)^n} \quad (5.2)$$

Otro indicador útil es la Tasa Interna de Retorno (*TIR*), que se define como la tasa de descuento tal que $VAN = 0$, y que representa porcentualmente el retorno del proyecto o del inversor.

Para el proyecto en cuestión, se han obtenido los siguientes resultados:

- $VAN_{\text{proyecto}} = \$5.167.052$.
- $TIR_{\text{proyecto}} = 19\%$.
- $VAN_{\text{inversor}} = \$19.003.947$.
- $TIR_{\text{inversor}} = 34\%$.

Ambos valores actuales dan positivos (y alejados del 0), lo que evidencia un proyecto rentable que merece ser implementado. Los retornos del inversor son significativamente mayores que los del proyecto, lo que evidencia un alto grado de apalancamiento. Si bien el mismo fue determinado en función del cálculo de la estructura óptima de capital, se deja constancia de que es necesario profundizar dicho análisis dado que a mayor apalancamiento, mayor riesgo de mora.

6 CONCLUSIONES.

Como se menciona en el capítulo 1, el objetivo de este trabajo es **medir los beneficios económicos de transformar la comercialización de bienes en la comercialización de servicios**. Esto implica que, ya habiendo analizado cualitativamente los beneficios ambientales, sociales y económicos sobre el entorno de la comercialización de servicios, resta evaluar si el sistema resulta viable desde el punto de vista de la evaluación de proyectos tradicional.

Los resultados son más que alentadores. Si bien el alcance de este trabajo es limitado, el haber adoptado hipótesis conservadoras permite que se pueda afirmar desde el lado de la seguridad que comercializar un servicio de climatización de edificios es un proyecto rentable, tomando en cuenta los valores expuestos en el capítulo 5 correspondientes a la evaluación del proyecto.

El potencial de este esquema es, sin lugar a dudas, mucho más alto que el mostrado en estas líneas. Aún dentro del mismo caso de análisis los beneficios son destacables. El desarrollo de un emprendimiento de estas características no solamente generaría valor para el emprendedor, sino que de igual manera reduciría el consumo energético de los clientes logrando así beneficios económicos y ambientales para el entorno. Si se avanza en el desarrollo de la idea, los beneficios podrían ser aún mayores. Por ejemplo, la empresa podría plantear un esquema variable de tarifas según el coeficiente de pérdida de calor de los edificios. De esta forma, los clientes estarían motivados a construir edificaciones con mejor aislación térmica, maximizando así la reducción en el consumo energético y además agregando valor a la industria de la construcción. Adicionalmente, si se desarrolla la posibilidad de producir los equipos (como se menciona en el trabajo), puede plantearse un esquema en el cual los éstos se recambien periódicamente para maximizar su eficiencia, retornando las unidades usadas a la fábrica para ser desmanteladas y sus materiales aprovechados, mejorando aún más los beneficios ambientales asociados no sólo por el aumento en la eficiencia sino también por el reciclaje.

En cuanto a proyectos distintos al caso particular analizado en el trabajo, es la opinión del autor que el método de convertir la comercialización de productos en comercialización de servicios tiene posibilidades de aplicación en casi todos los productos comercializados en la actualidad. Dado que la opinión es

absolutamente subjetiva, sería muy provechoso desarrollar un marco teórico sobre el cual basarse para aplicar este sistema, quizás extrapolando algunas lecciones aprendidas en este trabajo, de forma de dar un sustento más estructural y menos intuitivo. En el siguiente capítulo referido a las futuras líneas de desarrollo se expresa esta posibilidad.

En conclusión, el presente trabajo sirve como aporte para introducir el concepto de comercialización de servicios como alternativa a la comercialización de productos, logrando una perspectiva cuantitativa de la idea que muestra el **notable potencial de la misma**.

A título personal, el autor ha encontrado este trabajo fuertemente enriquecedor, permitiéndole analizar una temática desde diversas perspectivas y obtener una conclusión de todo el conjunto, evidenciando así las ventajas diferenciales que provee la carrera de ingeniería industrial frente a otras opciones más enfocadas hacia los negocios.

7 FUTURAS LÍNEAS DE DESARROLLO

Los resultados positivos motivan un más profundo desarrollo de este concepto, tanto referido al caso particular analizado como al concepto general de comercialización de servicios como alternativa a la comercialización de productos.

En el primer caso, se deben eliminar las restricciones de alcance mencionadas en el primer capítulo desarrollando con mayor detalle el proyecto. En el dimensionamiento comercial, por ejemplo, se debe extender el análisis a edificios existentes (no sólo nuevos) y a edificios comerciales e industriales. Además, se puede llevar a cabo el *focus group* mencionado, y cuestionar de forma más profunda las proyecciones brindadas por el IMF. En cuanto al dimensionamiento técnico, sería de gran interés analizar la opción de fabricar los equipos (en especial teniendo en cuenta el potencial mencionado en las conclusiones). En el dimensionamiento económico, el cálculo del costo del capital podría desarrollarse con mayor profundidad así como la estructura de financiamiento.

En el segundo caso, se debe desarrollar un marco conceptual para la transformación de la comercialización de productos en comercialización de servicios. Es posible que sean necesarios algunos casos fácticos antes de avanzar sobre esta cuestión, pero no debe abandonarse dado que, como se menciona anteriormente, un soporte desde el punto de vista teórico aportará seguridad a los inversores y sustento fundamentado para la idea.

8 FUENTES DE INFORMACIÓN CITADAS.

A continuación se detallan las fuentes de información citadas en el texto.

Bolsa de Comercio de Buenos Aires Bolsa de Comercio de Buenos Aires [En línea] // sitio web de la Bolsa de Comercio de Buenos Aires. - 2010. - <http://www.bcba.sba.com.ar>.

Damodaran Aswath Damodaran Online [En línea] // sitio web de Aswath Damodaran (New York University). - 2010.

Edesur Cuadro Tarifario [En línea] // sitio web de Edesur S.A.. - 2010. - http://www.edesur.com.ar/servicios_cliente/fr_servicios_cliente.asp?direccion=cuadro_tarifario.htm.

Engineering Toolbox Heat Loos from Building Elements Due to Transmision [En línea] // sitio web de Engineering Toolbox. - 2010. - http://www.engineeringtoolbox.com/heat-loss-transmission-d_748.html.

Estación Meteorológica de Quilmes Medias mensuales [En línea] // sitio web de la Estación Meteorológica de Quilmes. - 2010. - <http://www.climasurgba.com.ar/index.php?accion=mediasMensuales>.

García Roberto Mariano Valores mínimos de R2 [Libro]. - Buenos Aires : EUdeBA, 2004. - pág. 263. - ISBN 950-23-1295-3.

Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires Edificación 2008 [Libro]. - Buenos Aires : [s.n.], 2008. - ISSN 1515-0127.

IMF Country Information [En línea] // sitio web del International Monetary Fund. - 2010. - <http://www.imf.org/external/country/index.htm>.

Lelic Rifat Lecciones de Ingeniería Económica y Finanzas [Libro]. - Ciudad de Buenos Aires : Nueva Librería, 2008. - págs. 83-90. - ISBN 13: 978-987-1104-66-6.

Metrogas Tarifas [En línea] // sitio web de Metrogas S.A.. - 2010. - http://www.metrogas.com.ar/tarifas_cuadro.php.

United States Department of The Treasury United States - Department of the Treasury Homepage [En línea]. - 2010. - <http://www.ustreas.com>.