BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

Universidad de Valladolid

Las opciones reales en la decisión de inversión. Propuesta y aplicación de un modelo de valoración al caso de una multinacional española

Gabriel de la Fuente Herrero

Tesis de Doctorado

Facultad: Ciencias Económicas y Empresariales

Director: Dr. Valentín Azofra Palenzuela

1999

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES

DEPARTAMENTO DE ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

LAS OPCIONES REALES EN LA DECISIÓN DE INVERSIÓN. PROPUESTA Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE VALORACIÓN AL CASO DE UNA MULTINACIONAL ESPAÑOLA

GABRIEL DE LA FUENTE HERRERO

VALLADOLID, julio 1999

DEPARTAMENTO DE

ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID

LAS OPCIONES REALES EN LA DECISIÓN DE INVERSIÓN. PROPUESTA Y APLICACIÓN DE UN MODELO DE VALORACIÓN AL CASO DE UNA MULTINACIONAL ESPAÑOLA

Tesis doctoral realizada por:

D. GABRIEL DE LA FUENTE HERRERO

bajo la dirección del:

Dr. D. VALENTÍN AZOFRA PALENZUELA,

Catedrático de Economía Financiera y Contabilidad

de la Universidad de Burgos

Valladolid, 1999

AGRADECIMIENTO

De todas las tareas implicadas en la etapa de conclusión del presente trabajo, sin duda la más grata y humanizadora corresponde a la elaboración de este agradecimiento. La redacción de estas líneas renueva en mi memoria la inestimable ayuda y el constante apoyo prestados por quienes me han acompañado en esta aventura. A todos ellos quiero expresarles mi agradecimiento.

Estoy especialmente en deuda con el director de esta tesis, el Dr. D. Valentín Azofra. Su pasión por la investigación científica influyó de manera determinante en mi decisión de emprender este proyecto. El consejo y la orientación de él recibidos han sido fuente de esenciales mejoras en la elaboración de la investigación. Su firme y paciente respaldo me ha proporcionado el estímulo necesario para terminar este trabajo.

Agradezco la atención y la cooperación ofrecidas por el personal del Grupo Antolín Irausa y, en particular, a D. Juan Carlos Rebollo, D. Carlos Arozamena, D. Igor Renedo y D. Juan Carlos Baruque, quienes, en repetidas ocasiones, no dudaron en ampliar su jornada laboral para ayudarme en la investigación empírica realizada en su empresa.

Son innumerables también las deudas que he ido contrayendo a lo largo de este período con mis compañeros del Departamento de Economía y Administración de Empresas de la Universidad de Valladolid. En buena medida, los aciertos que pudieran destacarse de este trabajo son fruto de la colaboración que, consciente o inconscientemente, me han prestado. Agradezco igualmente a los profesores del Departamento de Economía y Administración de Empresas de la Universidad de Burgos su ayuda y siempre entrañable acogida y, de manera especial, al Dr. D. Luis Castrillo por su participación en el establecimiento de los primeros contactos con el Grupo Antolín Irausa.

Un agradecimiento muy especial merecen mi esposa, mis padres y mi hermana. Ellos cuatro me han proporcionado aliento cuando me faltaba, comprensión cuando lo necesitaba y siempre cariño.

Agradezco, finalmente, la información ofrecida por los directivos de las empresas ensambladoras consultados, así como, la financiación brindada por el Ministerio de Educación y Ciencia, en una primera etapa de la investigación, y por la Fundación Banco Herrero, al término de la misma. Este trabajo se ha beneficiado asimismo del proyecto de investigación "Estructura de recursos y decisiones estratégicas de las empresas de equipos y componentes del automóvil" financiado por la DGICYT (PB 94-1110) del que es investigador principal el director de esta tesis.

Justo es, no obstante, eximir a todas las personas aquí mentadas de toda responsabilidad por los errores de este trabajo, de los que soy último y exclusivo responsable.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

PRESENTACIÓN

El renovado interés por la valoración y selección de inversiones empresariales mostrado por las finanzas empresariales durante los últimos años responde –como bien apuntan Trigeorgis (1993a, pág. 203) y Agmon (1993, pág. 232)– al descontento de profesionales y académicos con los métodos convencionales de evaluación y al progresivo desarrollo de nuevas técnicas financieras –en especial, de las relacionados con la valoración de activos contingentes–. Estos dos factores, junto con la mutación experimentada por el paradigma de la teoría financiera, han revitalizado y reorientado el análisis de la decisión de inversión en la empresa.[1]

Frente al clásico modelo del descuento de flujos ajustado por el riesgo, cuyo empleo y justificación, todavía hoy se manifiesta predominante, las nuevas propuestas de análisis de la inversión empresarial reflejan la influencia de la sustancial transformación recientemente experimentada por la teoría financiera. De ésta evolución, Brennan (1995, pág. 9) destaca el salto del análisis desde las implicaciones del reparto entre los diferentes tipos de propietarios de una corriente *dada* de flujos de tesorería *sobre su valor total*, al análisis de las implicaciones de la estructura de los distintos contratos de financiación sobre la *propia corriente de flujos de tesorería*. A raíz de los trabajos de Jensen y Meckling (1976) y Myers (1977), las finanzas empresariales empiezan a reconocer, amén de las implicaciones de la separación entre la propiedad y el control así como de la relevancia de las características de los contratos de financiación sobre el comportamiento de los

[1] De esta revolución se ha beneficiado especialmente el conocimiento de la decisión de financiación. En este sentido apunta la revisión que Brennan (1995) –trabajo que conmemora el vigésimo quinto aniversario de la Financial Management Association– ofrece sobre la evolución de las finanzas empresariales durante los últimos años. Para Brennan, hoy en día, el profesor de finanzas tiene más que decir sobre la política de financiación que sobre la decisión de inversión.

agentes, la discrecionalidad de la dirección para actuar sobre la renta generada por la empresa.[2]

El reconocimiento de este poder discrecional de actuación resulta determinante en el estudio de la decisión de inversión y motiva la proliferación de trabajos explicativos sobre los principales factores determinantes del comportamiento directivo junto con la formulación de nuevos modelos de valoración de inversiones en los que la discrecionalidad directiva es explícitamente reconocida.

Una de las características que mejor definen las inversiones de capital estriba en la incertidumbre de sus resultados. "Lo cierto sobre el futuro es su incertidumbre", señala Aggarwal (1993, pág. 15). La variabilidad e impredecibilidad de la evolución futura de los factores determinantes de su rentabilidad justifican la calificación de arriesgados asignada a este tipo de activos. En este sentido, las inversiones que son acometidas en el seno de la empresa no constituyen ninguna excepción. El resultado de las aventuras empresariales depende de la incierta evolución de variables tales como la demanda y el precio de los productos finales, los costes y productividad de los factores productivos, la innovación tecnológica, las sucesivas actuaciones de la competencia o las decisiones adoptadas por las instituciones gubernamentales. Más aún, en un contexto económico como el actual –caracterizado por la continua precipitación de cambios tecnológicos, su cada vez más rápida difusión y la progresiva velocidad a la que los productos son sustituidos–, la anticipación de la evolución futura de los negocios, más allá de un breve espacio de tiempo, resulta una tarea imposible. Esta dificultad obliga a las empresas a emprender inversiones de las que cualquier estimación precisa sobre sus costes y el potencial del mercado es inalcanzable (Bettis y Hitt, 1995, pág. 12); al tiempo que

[2] Aún cuando algunos trabajos precedentes, como es el caso de los árboles de decisión de Magee, ya consideraban el carácter contingente de los resultados de la inversión empresarial, dificultades operativas asociadas a los esos modelos relegaron a un segundo plano este tipo de observaciones. Son, sin embargo, la aparición de nuevas técnicas financieras de valoración de contratos financieros contingentes capaces de solventar aquellos problemas, junto con la interés de las finanzas por las consecuencias de la separación entre propiedad y dirección en general y por el comportamiento de los directivos en particular, los que revitalizan aquellos planteamientos.

aproxima el análisis de inversiones empresariales "más a un arte que a la ciencia que sería deseable" (Aggarwall, 1993, pág. 34).

Sin embargo, los resultados de los compromisos empresariales presentan un carácter en cierto modo dirigible que los diferencia de otro tipo de inversiones. Aún cuando los límites promulgados por Simon sobre la racionalidad humana obligan a descartar la posibilidad de conocer con certeza el conjunto completo de las posibles realizaciones de los factores determinantes y de las oportunas respuestas óptimas de la empresa, ni tan siquiera en términos de probabilidad, es justo reconocer no obstante la habilidad de los directivos para anticipar algunas de las respuestas disponibles frente a diferentes escenarios previsibles, y por tanto, su capacidad para potenciar y limitar, respectivamente, los beneficios y pérdidas asociados al compromiso inicial en función del futuro desarrollo de los acontecimientos.

La capacidad de actuación de la dirección de firma para afectar el curso de los proyectos de inversión en respuesta a la llegada de nueva información o a la modificación de las condiciones preexistentes del entorno es conocida como flexibilidad directiva (Trigeorgis y Mason, 1987, pág. 14) o capacidad de control gerencial (Triantis y Hodder, 1990, pág. 549), procede de la flexibilidad de las inversiones y se concreta en un conjunto de derechos de decisión indisociables de la propiedad de las mismas.

A este conjunto de derechos de gestión continuada de los resultados de la inversión, hay que añadir otro tipo particular de derechos que también se derivan del compromiso empresarial: los derechos de inversión. Mediante la inversión la empresa obtiene no sólo la propiedad sobre los flujos de tesorería directamente generados por el proyecto, sino también una amalgama de activos no pecuniarios (Kulatilaka, 1988, pág. 250) que capacitan a la firma para la explotación de nuevas oportunidades de inversión y que, por tanto, constituyen la plataforma de lanzamiento de futuros proyectos.

La ubicuidad de unos y otros derechos es resaltada en diversas investigaciones. En Myers (1996, pág. 99); en Kulatilaka y Marcus (1992, pág. 92) y en Phelan (1996, pág. 7) se reconoce la grave dificultad para pensar en un proyecto de inversión que no incorpore la posibilidad de actuar de un modo u otro sobre su

estado y, por tanto, sobre sus resultados; mientras que Copeland, Koller y Murrin (1996, pág. 285) estiman que entre el 56 por ciento y el 125 por ciento del valor total de una compañía procede de opciones de crecimiento futuro cuya realización final se sitúa más allá de los ocho años vista.[3] De hecho, parece complicado imaginar un proyecto de inversión que no incorpore la posibilidad de paralizar o modificar sus actividades en un momento determinado a lo largo de su vida económica, que anule la capacidad de su propietario para abandonarlo antes de su finalización, que no proporcione la posibilidad de ampliar o reducir su tamaño en una fecha posterior a la de su aceptación y, que además, de su ejecución no se derive algún resultado, recurso o capacidad, que faculte o mejore el acceso de la empresa para la explotación de nuevas oportunidades.

El reconocimiento de la flexibilidad de las inversiones y de la capacidad de las mismas para generar nuevas oportunidades de inversión implica la redefinición de la común acepción de la incertidumbre, o al menos de algunas de sus usuales connotaciones. Frente a la incertidumbre, la empresa no sólo puede defenderse sino incluso aprovecharse (Amram y Kulatilaka, 1999 a, pág. vii). Cuanto mayor sea la volatilidad de las variables que influyen sobre los resultados de las inversiones mayor será la utilidad de los derechos de control gerencial y, por tanto, mayor el valor de la flexibilidad de aquellas. Además, la supervivencia de la empresa depende no sólo de su adecuación para explotar las oportunidades disponibles más rentables, sino también, y especialmente, de su capacidad para acceder a la explotación de las nuevas oportunidades que en el futuro reemplacen a las actuales; de modo que, dependiendo de cuáles sean las inversiones actuales de la empresa, la incertidumbre puede no sólo dejar de ser una amenaza sino incluso convertirse en una oportunidad.

Los citados derechos de decisión en los que se materializa la flexibilidad de las inversiones así como de las oportunidades de crecimiento que nacen de compromisos empresariales previos, constituyen el objeto de análisis de un nuevo modelo de valoración de inversiones que viene configurándose en el seno de las

[3] En este mismo sentido apuntan las valoraciones efectuadas por Kester (1984 y 1986); Pindyck (1988) y Gil (1991).

finanzas corporativas durante los últimos quince años y actualmente conocido como el enfoque de opciones reales. El enfoque de opciones reales se caracteriza por incorporar en el análisis del valor de las inversiones empresariales los beneficios derivados de su flexibilidad y de su potencial estratégico, junto al ya clásico binomio financiero rentabilidad-riesgo.

Desde la perspectiva de las opciones reales las posibilidades de actuación sobre la corriente de flujos de tesorería derivada de la asignación de recursos en la empresa y las futuras oportunidades de inversión que de aquella se derivan pueden ser asimiladas a opciones financieras de compra y de venta –de ahí su denominación de opciones reales– y, en consecuencia, valoradas a partir de los conocidos modelos de valoración de derivados financieros. El valor actual de la inversión empresarial es entonces definido como la suma del valor actual de la renta directamente generada por aquella más el valor actual del conjunto de opciones reales.

Entre todas las cualidades que se han señalado del modelo de opciones reales tal vez la más importante sea su amplitud. El reconocimiento explícito de las interdependencias de los proyectos de inversión y de la relación de estos con la estrategia ofrece un marco global de análisis, coherente y compacto. Frente al modelo de cartera de proyectos, que simplifica la relación entre las distintas inversiones que componen el activo de la empresa en la correlación de sus rentabilidades futuras o frente a las matrices de negocios que reducen la interdepencia de proyectos al posible trasvase de fondos; el modelo de opciones reconoce la posibilidad de emplear los recursos y capacidades generados por cada una de las inversiones empresariales en proyectos diferentes actuales y futuros, y articula las relaciones de dependencia simultánea y secuencial a través de un concepto delimitable y valorable: las opciones.

Mientras que los tradicionales métodos de valoración pretieren aspectos tales como la flexibilidad operativa o el valor estratégico de las inversiones (Trigeorgis y Mason, 1987) subestimando sistemáticamente aquellos proyectos en los que las opciones reales juegan un papel importante, la extensión de los modelos de equilibrio de opciones financieras se manifiesta como una de las alternativas más atractivas y competentes en la valoración del trinomio rentabilidad–riesgo–flexibilidad,

integrando la perspectiva estratégica y el análisis financiero de valoración de proyectos. Como se expone a lo largo del presente trabajo, el enfoque de opciones reales permite no sólo valorar los proyectos, sino también estructurar el pensamiento estratégico.

Sin embargo, mientras que las investigaciones enmarcadas en el enfoque de opciones reales se multiplican y empiezan a aparecer los primeros manuales en esta materia,[4] todavía son pocas las empresas que se han dejado seducir por sus sólidos fundamentos y su sugerente lenguaje. Newton y Pearson (1994, pág. 83) atribuyen esta desavenencia a la todavía elevada complejidad operativa de las técnicas de valoración. Por su parte, Myers (1996, pág. 100) halla en la falta de comprensión de la filosofía del enfoque por parte de los directivos de la empresa y la dificultad para definir las opciones reales difusas en los proyectos de inversión, las dos causas fundamentales que con frecuencia disipan el interés inicial.

A pesar de los problemas que plantea, el modelo de opciones proporciona avances suficientemente importantes como para compensar el esfuerzo que requiere su mayor complejidad con respecto a otras técnicas. De hecho, aún quienes dudan de la extensión de las técnicas de valoración de opciones financieras, reconocen la utilidad del planteamiento de la inversión empresarial en términos de opciones. Yendo aún más lejos, Myers (op. cit., pág. 100) afirma que incluso aquellos gerentes que nunca han oído hablar de Black y Scholes actúan y deciden como si

---

[4] Estos son: Dixit y Pindyck (1994), Trigeorgis (1996), Buckley (1998) y Amram y Kulatilaka (1999). Comienza asimismo a ser frecuente la adjudicación de un capítulo específico al enfoque de opciones reales en los manuales de finanzas más prestigios, como en Brealey y Myers (1993, cap. 21), Van Horne (1996, cap. 7), Weston y Copeland (1995, cap. 12); en los textos de valoraciones de inversiones, este es el caso de Copeland, Koller y Murrin (1996, cap. 15); Damodaran (1996, cap. 18) o Fernández (1999, cap. 26); o incluso en los manuales específicos dedicados al análisis de los activos derivados, como en Fernández (1996).

Son asimismo prueba del reciente interés por el enfoque de opciones reales, la recopilación de artículos contenida en Trigeorgis (1995), otra similar de próxima publicación editada por Brennan y Trigeorgis, o los recientes números especiales dedicados a esta línea de investigación en la *Quarterly Review of Economics and Finance*.

respondiesen a los preceptos del enfoque de opciones reales. Por ejemplo, cuando emprenden una inversión en un proyecto de investigación y desarrollo con VAN negativo o cuando involucran a la firma en nuevos mercados, desconocidos y aparentemente poco rentables, por su valor estratégico.

Con todo, es obligado reconocer que el enfoque de opciones reales adolece aún de importantes limitaciones de índole práctica. Por una parte, todavía son pocos los trabajos que muestren el empleo de los modelos de valoración de opciones en el análisis práctico de proyectos de inversión reales. Por otro, la mayoría de los modelos de valoración existentes se centran en la tasación de un derecho específico olvidando la frecuente complejidad que suelen manifestar los proyectos efectivamente evaluados por las empresas y la usual coexistencia e interdependencia de múltiples opciones reales de manera simultánea.

El presente trabajo pretende contribuir al desarrollo de este enfoque principalmente en dos sentidos: profundizando en las diferencias entre las opciones reales y financieras y, por tanto, en los fundamentos de la extensión de los modelos financieros de valoración; y contrastando, mediante un caso real, el papel que juegan las opciones reales en el proceso de generación de valor en la empresa y, por tanto, en la asignación estratégica de sus recursos.

Este doble objetivo es abordado a lo largo de los cinco capítulos en los que se articula el trabajo y que configuran a su vez dos partes bien diferenciadas, aunque relacionadas, del mismo. La primera comprende los tres primeros capítulos, que tienen en común, el objetivo de contribuir a la revisión y al desarrollo de la base conceptual del enfoque de opciones reales. Los capítulos cuarto y quinto conforman la segunda parte del trabajo en donde se recoge la vertiente empírica de la investigación.

El capítulo primero se ocupa del estudio de los fundamentos sobre los que se erige la valoración de las opciones reales. Previo repaso de las principales deficiencias del modelo de descuento de flujos ajustado al riesgo en la valoración de la inversión empresarial, revisamos la analogía conceptual entre opciones reales y derivados financieros y los argumentos de réplica y arbitraje que sirven de base para la determinación del valor de mercado de aquellos. Se discuten asimismo las

principales ventajas e inconvenientes asociados a la extensión de los modelos de valoración de opciones financieras al análisis de sus homónimos reales y se examina la posibilidad de plantear un enfoque general de valoración de estos últimos que permita salvar los problemas planteados por la directa aplicación de los precitados argumentos de réplica y de arbitraje.

El capítulo segundo está dedicado íntegramente al estudio y revisión de los principales trabajos de valoración de opciones reales y que, en conjunto, configuran el núcleo duro de dicho enfoque. De modo sistemático se examinan las posibilidades de valoración de la opción de crecimiento, de la opción de aplazamiento de la inversión, de las opciones relacionadas con el tamaño del proyecto y su posterior modificación, del derecho de abandono con anterioridad a la finalización de la vida útil de la inversión y de las opciones operativas, grupo este último en el que se integran los derechos de modificación del ritmo operativo de las inversiones y los de sustitución de los factores o productos finales del proyecto.

Aprovechando el referido potencial del enfoque de opciones reales como instrumento de integración de los enfoques estratégico y financiero, el capítulo tercero estudia las relaciones existentes entre estrategia e inversión empresarial. La formulación de la estrategia como sucesión de opciones configura un nuevo marco de análisis en el cual inversión y estrategia empresarial se encuentran más cerca que nunca, que invita además a revisar el concepto mismo de opciones reales y a profundizar en los mecanismos de su adquisición por parte de la empresa. Se propone asimismo la redefinición del modelo financiero clásico del balance para dar entrada a la cartera de derechos de decisión, a partir de la cual, los ejecutivos definen e implementan la estrategia empresarial que permite explotar más eficientemente las oportunidades cambiantes e inciertas que ofrece el mercado. Se cierra el capítulo tercero con el examen de aquellos factores que, siendo determinantes del valor de las opciones reales, no son reconocidos en la aplicación directa de los modelos de valoración de opciones financieras, por ser específicos del ámbito organizativo en el que son originados los derechos reales.

En los trabajos que conforman el enfoque de opciones reales subyace la convicción de que uno de los principales ingredientes del valor de la inversión

empresarial corresponde a los derechos de decisión. Así, que el valor actual de los proyectos de inversión es función del valor de sus opciones reales se deduce directamente de los precitados modelos matemáticos; que además su valor resulta significativo en determinados proyectos tipo se constata asimismo en diversos ejemplos ilustrativos; sin embargo, que las opciones reales representen en la práctica un componente significativo del valor de la inversión empresarial y, por tanto, en las decisiones de asignación de recursos adoptadas por los directivos, constituye todavía una de las cuestiones pendientes de resolver.

Dadas las dificultades operativas asociadas a la contrastación empírica de la relevancia de las opciones reales, el método de investigación del caso se revela como una de las mejores alternativas para su estudio empírico y, por ello, es la elegida a tal efecto en la parte empírica del presente trabajo, desarrollada en los capítulos cuarto y quinto.

Aparte de la justificación teórica de la metodología de investigación finalmente elegida, el capítulo cuarto recoge la descripción de las etapas del trabajo empírico efectuado así como los principales características del proyecto de inversión objeto de estudio: la instalación de capacidad productiva en un país latinoamericano por una multinacional española del sector de equipos y componentes del automóvil. El estudio de la reciente evolución de las industrias ensambladora y auxiliar del automóvil proporciona el marco contextual óptimo para poder abordar el análisis en profundidad de la inversión directa exterior considerada; que es efectuado a partir del análisis tanto de la información relativa al mercado objetivo como de los datos particulares, económicos y financieros, del proyecto. El último aparto de este capítulo ofrece una primera aproximación del valor de la oportunidad de inversión obtenida a partir de la aplicación del modelo convencional de descuento.

El capítulo quinto profundiza en las características estratégicas de la inversión objeto de estudio. Identificadas y clasificadas las opciones reales asociadas al compromiso empresarial evaluado, se procede a su valoración sobre la base del modelo general de valoración contingente discutido en el capítulo primero y tras la conveniente adaptación del mismo a la naturaleza específica del proyecto. El método de valoración finalmente propuesto y aplicado está inspirado en el modelo log-

binomial de Trigeorgis, pero se diferencia de éste, en que la variable de estado no es el valor de la inversión básica, sino la producción anual de vehículos del país destino de la inversión, a partir de la cual se obtiene directa y simultáneamente el valor de las opciones y del proyecto subyacente. Los supuestos de partida de este modelo no son más restrictivos que los correspondientes del modelo de descuento mientras que aventaja a otras propuestas de valoración de opciones reales en consideraciones de índole práctica.

El estudio sistemático de los resultados de la valoración de las distintas opciones ocupa el resto del capítulo quinto y desemboca en el análisis de los principales resultados del caso. La investigación desarrollada destaca por la singularidad del sector de actividad en el que se realiza la inversión objeto de estudio que permite, en consecuencia, ampliar el conocimiento que sobre las opciones reales se tiene en aquellos contextos en los que, al igual que en éste, las decisiones de la empresa se encuentren, si no sometidas, al menos condicionadas por el poder de sus clientes. Cierra este trabajo la recopilación de las principales conclusiones.

Tanto el entramado conceptual formulado en la primera parte del trabajo como la investigación del caso descrita en la parte segunda, constituyen, en definitiva, las herramientas básicas elegidas para plantear y contrastar la tesis, presentada para la colación del grado de doctor, que podría expresarse en los términos siguientes: “el valor de las opciones reales indisociables de la propiedad de la inversión influye de manera significativa en las asignaciones estratégicas de recursos decididas en la práctica por las organizaciones empresariales”; contribuyendo de esta forma a incrementar la creciente base empírica de casos sobre la que recientemente parece concentrarse el interés principal del enfoque de opciones reales

PARTE I

INVERSIÓN, OPCIONES REALES Y ESTRATEGIA EMPRESARIAL

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

I FUNDAMENTOS DE VALORACIÓN DE INVERSIONES EMPRESARIALES Y DE OPCIONES REALES

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Entre las principales responsabilidades que la dirección de la empresa tiene encomendadas, la selección de proyectos destaca por el alcance de sus consecuencias. La posición competitiva, los resultados, el valor de mercado de la empresa y su propia supervivencia, dependen de forma crítica, aunque no exclusiva, del conjunto de proyectos que conforman su estructura de inversión –y en especial de aquellos que suponen un compromiso irreversible a largo plazo–, y por tanto, de la particular asignación de los recursos de capital (Aggarwall, 1993a, pág. 9; Lai y Trigeorgis, 1995, pág. 69). Errores en los procesos de asignación condicionan el futuro de las empresas y –en última instancia– el de las culturas económicas.[5]

A la relevancia de las decisiones de inversión hay que añadir su carácter omnipresente en el proceso decisional y su naturaleza estratégica. Por una parte, prácticamente la totalidad de las decisiones empresariales implican, directa o indirectamente, empleos o reasignaciones de recursos y por consiguiente inversiones; por otra, éstas inversiones suponen en raras ocasiones actos independientes y aislados del resto de decisiones, sino que –muy al contrario– constituyen eslabones de un amplio programa de actuaciones en el que es materializada la estrategia de la empresa (Kester, 1993, pág. 187), de modo que aquellas representan el instrumento fundamental de la implementación de esta última (Aggarwal, 1993a, pág. 10).

La resolución de los problemas de selección de proyectos exige la formalización de un objetivo último en el que converjan el resto de objetivos empresariales y a partir del cual medir la concurrencia de cada una de las inversiones disponibles. Entre los múltiples conceptos que suelen emplearse en la definición del objetivo de la firma –como, por ejemplo, el de rentabilidad, el de crecimiento, el de solvencia o el de calidad– y que responden a intereses particulares de alguno de los distintos grupos de individuos que participan en la empresa, destaca el objetivo de maximización del valor de la firma como el más adecuado para sintetizar todas y cada una de las demandas legítimas del conjunto de partícipes.

De hecho, en un contexto en el que los individuos se relacionan persiguiendo la maximización de su propia riqueza, la maximización del valor de la empresa es el único

[5] En este sentido apuntan, entre otros, los –ya clásicos– trabajos de Hayes y Abernathy (1980) y Hayes y Garvin (1982), en donde se responsabiliza a los hábitos financieros de selección de proyectos practicados en las empresas norteamericanas de su debilitamiento competitivo sufrido durante la década de los setenta.

medio eficiente entre todos los que buscan la satisfacción del interés de sus propietarios. Si el valor de la empresa refleja su capacidad para generar a sus titulares una renta continuada de flujos de tesorería más o menos volátiles, entonces aquél dependerá también de la competencia de la firma para satisfacer equilibradamente los intereses de todos los implicados en su funcionamiento. Así, toda decisión que contribuya a la consecución de los objetivos de un grupo determinado sin perjuicio del resto de partícipes incrementará el valor de la empresa; mientras que aquellas otras decisiones que conduzcan a la satisfacción oportunista de los objetivos de un determinado tipo de miembros a costa del sacrificio de los intereses de otro grupo, provocarán el descontento de estos últimos que inevitablemente repercutirá sobre la correspondiente relación de cooperación, perjudicando la mencionada capacidad de la empresa para generar riqueza a largo plazo, y causando por tanto la caída del valor total de la firma.[6]

Aceptada la maximización del valor de la empresa como el fin que guía el proceso decisional de la firma que desarrolla su actividad en un entorno incierto y dinámico, la dirección de la empresa jerarquizará el conjunto de oportunidades de inversión según la contribución de cada una de ellas a la consecución de dicho objetivo y acometerá primero aquellas con mayor incidencia positiva sobre el valor total de la entidad. Así formulado, el problema de la asignación de recursos queda reducido a la estimación del valor adicional que cada una de las oportunidades proporciona a la empresa cuando es incorporado a la cartera de inversiones y la selección de proyectos se transforma en un puro ejercicio de valoración (Myers y Turbull, 1977, pág. 321).

Convertir el problema de la selección de inversiones en otro de valoración supone un importante paso adelante en su comprensión, pero no por ello queda resuelto. La nada trivial estimación de la competencia de los proyectos en la creación de riqueza requiere un modelo analítico que ayude a traducir los parámetros relevantes de las distintas alternativas en el valor aportado a la empresa. No en vano, la valoración de activos viene constituyendo una de las

[6] Sobre los problemas que plantea el objetivo de maximización del valor y los supuestos en los que descansa véase Milgrom y Roberts (1993, pág. 43 y ss.).

preocupaciones centrales del pensamiento económico en general y de las finanzas en particular, interés que a engendrado un amplio abanico de técnicas de valoración.[7]

La presencia de mercados –teóricamente perfectos, eficientes y completos– a través de los cuales distintos grupos de individuos e instituciones poseedores de información diversa llegan a un consenso sobre la capacidad de la empresa para generar riqueza, lleva a las finanzas empresariales a proponer al mercado como marco de referencia obligado y apropiado en la cuantificación de la capacidad generadora de riqueza así como en la identificación de las fuentes de valor de los proyectos de inversión (Andrés y Azofra, 1992). No es de extrañar por tanto que, durante las últimas tres décadas, la teoría financiera de los mercados de capital haya desempeñando un papel de lazarillo de los principales modelos de selección de proyectos empresariales.

De hecho, la capacidad tanto predictiva como explicativa del criterio de maximización del valor de la empresa en relación con las efectivas decisiones de inversión depende en buena medida de la propia eficiencia de los mercados de capital. Siempre que la información disponible permita el "correcto" funcionamiento de los mercados al que se refiere Fama (1978, pág. 282), éstos asegurarán que las decisiones ineficientes sean penalizadas y, por tanto, que las empresas persigan la maximización del valor total de la firma.

Esta misma hipótesis –existencia de mercados perfectos, eficientes y completos– constituye además la base de uno de los fundamentos esenciales de la teoría financiera: el principio de aditividad (Myers, 1996, pág. 96)[8]. Según este principio, el valor de mercado del activo de la empresa es igual a la suma de los valores individuales de cada uno de los proyectos que conforman su cartera de inversiones. Con lo cual, el criterio de selección de inversiones puede formularse en términos del valor de mercado individual de cada uno de los proyectos en relación con su coste de realización, o lo que es lo mismo, en términos del VAN.

El presente capítulo pretende profundizar en las posibilidades y dificultades de la valoración de la inversión empresarial. Con este objetivo, en el apartado primero se revisa el

---

[7] A este respecto, Baldwin y Clark (1992) identifican como papel fundamental de las finanzas en la asignación de recursos, la predicción del valor de las inversiones empresariales y de las iniciativas estratégicas.

[8] Véase Myers (1968).

modelo financiero de valoración por excelencia: el descuento de flujos de tesorería ajustado por el riesgo, se discuten sus deficiencias y se plantea la necesidad de incorporar la flexibilidad y las oportunidades de crecimiento de los proyectos de inversión en el análisis del valor de estos últimos. Precisamente esta necesidad de ampliación del horizonte de valoración de la inversión empresarial para incorporar los precitados ingredientes de valor sustenta los orígenes y el desarrollo del enfoque de opciones reales, a cuya descripción preliminar se dedica el apartado segundo.

No obstante, es la analogía conceptual entre las opciones financieras y los derechos de decisión en los que se materializan la flexibilidad y las oportunidades de crecimiento de la inversión empresarial el signo distintivo principal de este enfoque, de la que se sirve para plantear la aplicación de los modelos de equilibrio de opciones financieras en la valoración de sus homónimos reales. El apartado segundo revisa los fundamentos de valoración de opciones financieras a partir del análisis de los argumentos de réplica y arbitraje propuestos por Black y Scholes y del modelo de equivalentes ciertos. En el epígrafe siguiente son identificadas las ventajas más relevantes del enfoque de opciones reales y discutidos los principales inconvenientes derivados de la extensión de los modelos de mercado. El apartado quinto concluye sobre las posibilidades de valoración de las opciones reales.

I.1 LAS TÉCNICAS DEL DESCUENTO AJUSTADO POR EL RIESGO Y LOS INGREDIENTES DE VALOR DE LOS PROYECTOS DE INVERSIÓN

Entre los diversos modelos financieros de valoración destaca por su popularidad la metodología del descuento de flujos ajustado por el riesgo (DFAR)[9]. Baldwin (1989, pág.109)

[9] Empleamos el término DFAR en lugar del manido, y no siempre bien utilizado, VAN para enfatizar la distinción entre el criterio de selección del valor actual neto (VAN) y la metodología de valoración de proyectos (DFAR). El criterio VAN establece que la empresa debe acometer en primer lugar aquel proyecto cuyo valor actual neto positivo es mayor. El DFAR es una de las metodologías propuestas por la teoría financiera para estimar el valor de mercado de los proyectos de inversión que consiste en la actualización de los flujos futuros esperados al tanto de descuento apropiado al riesgo sistemático del proyecto (DFAR). El VAN es el único criterio de selección consistente con el objetivo de maximización del valor de la empresa, mientras que el DFAR se presenta como uno más de los posibles métodos de estimación del valor.

califica al DFAR como uno de los elementos fundamentales de la síntesis de la teoría neoclásica que resulta de la combinación dos paradigmas emergentes en los años sesenta y principios de los setenta: las proposiciones de irrelevancia de la estructura de capital formuladas por Modigliani y Miller (1958) y el modelo de valoración en equilibrio de activos financieros o CAPM de Sharpe (1964), Lintner (1965) y Black (1972) .

Modigliani y Miller postulan que el valor de cualquier activo depende exclusivamente de las características de la corriente de flujos que suministra a sus propietarios y que los distintos instrumentos utilizados en la formalización de su titularidad carecen de toda relevancia. En equilibrio, los precios de dos activos que proporcionen la misma renta han de coincidir con independencia de cuál sea la particular naturaleza de cada uno de ellos.

Por su parte, el CAPM proclama a la rentabilidad esperada y al riesgo sistemático como únicos factores determinantes del valor de mercado de los activos financieros y establece la relación de equilibrio, positiva y lineal, que vincula la rentabilidad esperada con el correspondiente riesgo sistemático de cada uno de los títulos que son negociados en los mercados de capital. Según el CAPM, el valor de cualquier activo es función exclusiva de su rentabilidad esperada y de su riesgo de mercado y las distintas inversiones quedan perfectamente caracterizadas por este binomio.

La simbiosis de estos dos cuerpos teóricos proporciona un, entonces moderno, *modus operandi* en la valoración de empresas y proyectos[10], según el cual el valor de mercado de una inversión cualquiera coincide con la suma de los valores de mercado los sucesivos flujos de tesorería que son generados a lo largo de su vida económica; siendo cada uno de éstos últimos igual al valor esperado del flujo de tesorería actualizado al tanto de descuento adecuado a su correspondiente riesgo sistemático, esto es,

[10] El CAPM juega además un papel esencial en la comprensión del principio de aditividad del valor (Myers, 1996, pág. 96). Según el CAPM, y siempre que los accionistas disfruten del libre acceso a mercados perfectos y completos, el valor actual de cada una de las inversiones es independiente de la composición de la cartera de activos empresariales en la que se integre, y por tanto el valor de la cartera de proyectos de la empresa puede expresarse como la suma de los valores individuales de cada uno de ellos.

(*1.1*) $$V_0 = \sum_{t=1}^{T}\left(E_0(F_t)\prod_{\tau=1}^{t}\left(\frac{1}{1+E_0(R_{t\tau})}\right)\right)$$

donde, V_0 representa el valor de mercado en el instante inicial $t=0$ de un proyecto que genera una corriente de T flujos de tesorería sucesivos de valor aleatorio F_t siendo t=1,2,...,T el momento de cobro –ó pago– del flujo; $E_0(x)$ simboliza el operador esperanza matemática de la variable aleatoria x condicionada a la información disponible en el momento 0; y, por último, $E_0(R_{t\tau})$ recoge la rentabilidad esperada de equilibrio definida por la ecuación fundamental del CAPM, y que corresponde al riesgo sistemático relativo a la evolución desde el momento $\tau-1$ al instante τ del valor del derecho a obtener un el flujo de tesorería incierto F_t al final del intervalo temporal $(t-1, t)$.[11]

Si, como normalmente se supone, la rentabilidad adecuada para actualizar los flujos de tesorería que se espera el proyecto genere a lo largo del tiempo, es constante e independiente del flujo que descuenta y del particular intervalo temporal en el que se aplica, entonces la ecuación (*1.1*) se transforma en la más familiar de las expresiones de valoración del modelo DFAR,

(*1.2*) $$V_0 = \sum_{t=1}^{T}\left[\frac{E_0(F_t)}{(1+E(R))^t}\right]$$

según la cual, el valor de mercado de cualquier inversión es obtenida como la suma de los flujos de tesorería esperados previamente actualizados al tanto de descuento apropiado al riesgo de mercado del proyecto o coste de capital.

La sencillez analítica del modelo y la aparente robustez de sus fundamentos teóricos, cimentados sobre la experiencia y conocimiento acerca del funcionamiento de los mercados de capital y –en particular– de cómo los inversores valoran los activos financieros con riesgo, impulsa la difusión del DFAR entre profesionales y académicos. De hecho, el análisis del descuento ajustado por el riesgo protagoniza las páginas centrales que los manuales de

[11] La derivación de la fórmula del DFAR a partir del modelo CAPM de Sharpe y Litner es detallada en Brennan (1973), Myers y Turnbull (1977) y Fama (1977). Este último trabajo, Fama evalúa las implicaciones del modelo CAPM sobre las fuentes de incertidumbre que intervienen en la fórmula de valoración.

finanzas empresariales dedican a la decisión de inversión y lidera las técnicas habitualmente empleadas en el proceso decisional de la empresa. [12]

I.1.1 LA INSUFICIENCIA DEL BINOMIO RENTABILIDAD-RIESGO EN LA EXPLICACIÓN DEL VALOR DEL PROYECTO

El éxito de este tipo de modelos de valoración encubre, sin embargo, veinticinco años de dudas, de críticas y contracríticas, de un prolongado debate que gira en torno a la aplicabilidad y validez de la técnica y que se extiende hasta nuestros días. Entre los diferentes problemas que plantea el modelo DFAR destacan la no estacionalidad de las betas (Fama, 1977, pág. 21), la autocorrelación del precio del riesgo de mercado (Fama, 1996, pág. 418)[13] o la correspondiente asimetría de la distribución de probabilidad de los futuros flujos de tesorería de los proyectos implícita en esta clase de estimaciones (*Ibid.*, pág. 424).

Sin embargo, y a pesar de la importancia de este tipo de consideraciones, son otras las cuestiones que centran la atención del pensamiento económico. La excesiva simplificación del modelo, junto con aspectos estratégicos de las inversiones empresariales, son los principales factores que alimentan la confrontación entre dos posturas radicalmente opuestas en el análisis de proyectos: por una parte, la encarnada por los partidarios de técnicas de valoración de naturaleza cualitativa; por otra, la defendida por los adictos al descuento. [14]

---

[12] La influencia de este tipo de modelos de valoración propicia además la adopción de un marco normativo –en extinción– según el cual los gerentes de la firma deben incorporar a la cartera de proyectos aquellas inversiones cuyo valor de mercado actual supere en mayor medida el correspondiente desembolso requerido, mientras que, de forma separada, las decisiones de financiación deben adoptarse de manera que se minimice, cuando esto sea posible, el coste de capital de la firma (Aggarwal, 1993a, pág.31).

[13] Acerca de los problemas que plantea la estimación de la prima por el riesgo de mercado y la inestabilidad de las betas, véase Merton (1980) y Fama y French (1997).

[14] Véase la crítica a los métodos financieros de valoración realizada por Hayes y Abernathy (1980) y Hayes y Garwin (1982), la réplica de Hodder y Riggs (1985) y la contrarréplica de Baldwin (1987) o la más moderada de Baldwin y Clark (1992). Como más adelante se detalla, Kester (1984), Myers (1984) y Trigeorgis y Mason (1987) intervienen en el debate proponiendo la utilización del VAN ampliado, con el valor de las opciones reales, como solución al problema de valoración de inversiones no financieras.

Entre los primeros se encuentra un número cada vez mayor de directivos y estudiosos de la empresa que manifiestan su descontento con las técnicas financieras convencionales de valoración y selección de proyectos, a las que culpan de entorpecer la innovación, productividad y competitividad de las firmas que siguen los preceptos derivados de este tipo de metodología. Alegan que la miopía de los modelos financieros, que no reconocen otra fuente de valor distinta a la corriente de flujos de tesorería directamente generada por las inversiones, despreciando otros aspectos estratégicos de primer orden para la supervivencia de la empresa, conduce a sus víctimas al borde del desastre (Hayes y Wheelwright, 1984, pág. 142); y abogan por técnicas cualitativas basadas en la intuición, la experiencia y el buen juicio de la alta dirección de la firma en relación con el "valor" competitivo y estratégico del proyecto (Hayes y Garvin, 1982).

Sharp (1991, pág. 69) añade que los efectos perniciosos de los modelos financieros basados en el descuento y que marginan cualquier otro fruto de la actividad empresarial distinto de tesorería, son multiplicados por los procesos formales de control que, basados en los criterios neoclásicos, penalizan el fracaso de los proyectos aceptados, pero no el rechazo de los que hubiesen resultado exitosos; mientras que Kester (1993, pág. 188) encuentra en estos aspectos estratégicos la razón que lleva a muchos profesionales de la empresa a considerar a las inversiones fuera del alcance de los modelos financieros, y Bettis y Hit (1995, pág. 12) llegan a calificar el empleo de este tipo de técnicas en la empresa actual como un mero "ritual corporativo" carente de toda significación o relevancia en la adopción práctica de decisiones de inversión.

La general aceptación del paradigma de maximización del valor contrasta con el rechazo de las técnicas tradicionales de valoración. Aún cuando la maximización del valor de mercado de la empresa se manifieste y se comprenda como el único objetivo económicamente eficiente que ha de guiar el comportamiento de la empresa, el sentimiento de que las técnicas cuantitativas convencionales no son capaces de recoger la totalidad de los ingredientes de valor de los proyectos de inversión (Kasanen y Trigeorgis, 1993, pág. 209) se encuentra ampliamente extendido entre estudiosos y responsables de la empresa. La práctica empresarial revela la selección de múltiples proyectos de inversión con valor actual neto

negativo, que son apadrinados por los más altos niveles de la dirección de la firma por considerarlos estratégicos, esenciales y necesarios para la maximización del valor.[15]

Por su parte, los adeptos del descuento responden los ataques contra las técnicas financieras tradicionales apelando a la solidez de sus fundamentos y la coherencia de sus conclusiones, y desacreditando las técnicas cualitativas basadas en la intuición y experiencia de los directivos de la empresa por su escasez de rigor analítico y objetividad. Aún cuando la experiencia de los gestores es imprescindible en la estimación de determinados valores que no pueden obtenerse por otros medios, sin embargo, en el análisis sistemático de los valores estimados, la intuición de los directivos difícilmente puede superar la precisión y la lógica racional de técnicas analíticas cimentadas en sólidos fundamentos económicos y matemáticos.[16]

En el origen de esta discusión se halla en una clara preocupación por el creciente poder competitivo de las empresas japonesas frente a las norteamericanas. Buena parte de los detractores de los métodos cuantitativos basan sus críticas en el análisis comparado de las diferentes vocaciones inversoras de las firmas japonesas y estadounidenses. En muchas ocasiones el problema reside no tanto en la validez de las técnicas de valoración como en su mala utilización (Hodder y Riggs, 1985). Hodder (1986) observa que el criticado sesgo en el comportamiento inversor de las empresas norteamericanas viene explicado más por el modo en el que son adoptadas las decisiones de inversión que por diferencias en las técnicas cuantitativas empleadas. En su estudio[17], Hodder confirma la utilización de diferentes métodos de valoración en unas empresas y otras. Mientras que en las empresas norteamericanas resulta corriente la utilización de métodos de descuento ajustados al riesgo,

---

[15] Como se demuestra a largo del presente trabajo, el enfoque de opciones reales corrobora buena parte de estas críticas y, en particular, aquellas que denuncian la deficiente inclinación de las técnicas convencionales de valoración hacia los proyectos menos arriesgados y de vida económica más breve.

[16] La utilización de los modelos de descuento, aunque extendida, tampoco está exenta de problemas operativos. Aggarwal (1993a y 1993b) ofrecen una buena selección de referencias bibliográficas que pueden ayudar a solventar algunas de las dificultades operativas que plantea su utilización.

[17] El proceso de selección de inversiones en la empresa japonesa es estudiado a partir de entrevistas con varios directivos de once grandes firmas, y discusiones con empresas consultoras y bancos (pág. 18).

las niponas optan por medidas menos refinadas que excluyen todo tipo de corrección por el riesgo.

No obstante, las mayores diferencias parecen encontrarse no tanto en las técnicas de cálculo, como en el posterior tratamiento de los resultados de éstas. Si en las firmas japonesas las estimaciones cuantitativas adquieren un papel secundario en el proceso de selección de proyectos, que es acometido en foros multifuncionales en los que el protagonismo corresponde a la discusión de las hipótesis subyacentes y su relación con posibles escenarios alternativos; en las occidentales, la selección de proyectos parte de los resultados del estudio detallado de un reducido grupo de especialistas que son sucesivamente elevados a instancias superiores –no implicadas en el proceso previo de estimación y, por lo tanto, no siempre familiarizadas con los supuestos de partida– que son las encargadas de decidir sobre la conveniencia de su aceptación o rechazo.

En definitiva, las diferencias en el grado de compromiso y colaboración entre diferentes niveles y departamentos[18], junto con la orientación de los sistemas de incentivos[19], parecen explicar las diferencias en el comportamiento inversor de las empresas mejor que el tipo de técnica cuantitativa empleado. La discusión y análisis de las hipótesis subyacentes, de los posibles acontecimientos futuros y de sus repercusiones, así como de las correspondientes respuestas de la firma (Hodder, *op. cit.*, pág. 22) adquieren un papel trascendental en el acierto de las decisiones presentes sobre inversiones que se prolongan en entornos dinámicos y siempre inciertos.

Interesados por la precisión de los métodos convencionales de descuento de flujos, Kaplan y Ruback (1995) comparan el valor de mercado de 51 transacciones fuertemente apalancadas[20] con el valor estimado por diferentes métodos financieros[21]. El estudio concluye

---

[18] A su vez consecuencia de la diferente coordinación y comunicación entre los diferentes grupos funcionales y divisionales que conforman la organización.

[19] El sistema norteamericano se caracteriza por un mayor énfasis en el individuo frente al modelo japoneses orientado hacia el grupo (Hodder, op. cit., pág. 22).

[20] La muestra de 51 "Highly Leveraged Transactions" esta compuesta por 43 adquisiciones apalancadas por parte de la gerencia (Management Buyouts) y 8 operaciones de recapitalización apalancada

que el DFAR funciona bien incluso en el contexto de capitales imperfectos en el que se contrasta y a pesar de la especificidad de la muestra empleada. La mediana de los errores cometidos con la utilización de los métodos del descuento se encuentran por debajo del 6,2 por ciento, la media de los errores no supera el 8 por ciento y la correspondiente desviación típica resulta inferior al 28,1 por ciento. Observan además que del conjunto de muestra, más de la mitad de las tasaciones padecen de errores no superiores al 15 por ciento, con valores máximos de las sumas de los errores absolutos y errores cuadros del 21,1 y 8,4 por ciento respectivamente. Entre los distintos modelos de descuento ajustado por el riesgo, el estudio de Kaplan y Ruback revela la superioridad de las técnicas que utilizan las betas medias de la industria y del mercado frente al empleo de la beta de la empresa[22].

Tabla 1.1
Comparación de diferentes métodos de valoración

	Descuento de flujos mediante el ajuste por el riesgo sistemático		
	De la empresa	**De la industria**	**Del mercado**
	Medidas estadísticas de los errores de valoración		
Mediana (%)	6.0	6.2	2.5
Media (%)	8.0	7.1	3.1
Desviación estándar (%)	28.1	25.1	22.6
Rango intercuartílico (%)	31.3	23.0	27.3
Mediana de la beta del activo	0.81	0.84	0.91
	Medidas del resultado de los métodos de valoración		
% de errores inferiores al 15%	47.1	62.7	58.8
Media de los errores absolutos (%)	21.1	18.1	16.7
Media de los errores cuadrados (%)	8.4	6.7	5.1

Los errores son calculados como el logaritmo neperiano del cociente del valor estimado entre el valor de mercado y convertidos en términos porcentuales. El valor residual de las activos es calculado suponiendo que el último flujo de tesorería estimado incrementa de manera perpetua a un tanto nominal constante del 4 por ciento. La rentabilidad del activo libre de riesgo es obtenida a partir de la rentabilidad de los bonos del Tesoro a largo plazo y la prima por el riesgo unitario de mercado es estimada por medio de la media aritmética del diferencial entre las rentabilidades del S&P 500 y las de los bonos del Tesoro a largo plazo desde 1926 hasta el año anterior en que tiene lugar la transacción.

(Leverage recapitalizations). Todas ellas tienen lugar entre el año 1983 y finales de 1989. Véase op. cit., pág. 1069.

[21] Más en concreto, evalúan tres formulaciones diferentes del método del descuento de flujos de tesorería ajustado por el riesgo de mercado, junto con otras tantas técnicas de valoración por múltiplos comparables.

[22] De hecho, los errores cometidos por el DFAR que emplea la beta del mercado no son significativamente diferentes de cero (*op. cit*., pág. 1070).

Los resultados indican además que las usuales recomendaciones de emplear menores primas por el riesgo de mercado reduce la precisión de las estimaciones.

Las betas empleadas en la determinación del tanto de descuento apropiado al riesgo sistemático de cada uno de los proyectos son corregidas para incorporar los efectos del apalancamiento financiero y de los impuestos.
Fuente: Kaplan y Ruback (1995, pág. 1071)

Con todo, parece aconsejable, además de la redefinición de las estructuras de decisión en algunas empresa occidentales, la reformulación de los modelos financieros convencionales en un nuevo enfoque que permita incorporar las implicaciones estratégicas de las inversiones –distintas a la rentabilidad y el riesgo, y por tanto inaprensibles para el pensamiento económico neoclásico– pero que son fuente de valor para la empresa. En este sentido, un tercer grupo de académicos y profesionales –cada vez más numeroso– reconoce la necesidad de reconciliar e integrar el planteamiento estratégico y el modelo financiero dentro de un nuevo marco intermedio de más amplios horizontes (Alberts y McTaggart, 1984; Myers, 1984; Hyafil, 1991, Kester, 1993) que combine la corrección teórica de los métodos financieros y la intuición del análisis estratégico. Fruto de este empeño nace entre otros el enfoque de opciones reales.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Los recientes modelos de opciones reales constituyen un importante avance que permite reconciliar el conflicto abierto entre los modelos financieros y los estratégicos, ofreciendo una nueva perspectiva que integra y completa ambas culturas.[23] Al adoptar los principios y criterios fundamentales sobre los que se erigen los modelos de valoración de opciones, el enfoque de opciones reales aventaja en rigor analítico a las técnicas de evaluación cualitativa; al mismo tiempo que supera las restricciones de las que adolecen los métodos del descuento al ampliar el horizonte del análisis financiero tradicional con aspectos no financieros –estratégicos y competitivos– como ingredientes del valor de los proyectos (Kester, 1993, pág. 189).

[23] Myers (1984) y más tarde Kester (1993, pág. 188) consideran al enfoque de opciones reales como el candidato idóneo para solucionar los problemas de integración del análisis financiero y estratégico de la inversión empresarial, al tiempo que prestigios académicos del área de la dirección estratégica de la empresa lo otorgan el beneficio de la duda (Bettis y Hitt, 1995, pág. 12) ó incluso corroboran su utilidad integradora (McGrath, 1997a, pág. 974; Sanchez, 1993, pág. 251).

I.1.2 FLEXIBILIDAD Y OPORTUNIDADES DE CRECIMIENTO COMO INGREDIENTES DE VALOR

Aún cuando, la metodología del descuento facilita la comparación y estimación del valor de rentas inciertas que difieren en la distribución temporal, riesgo y duración, y parece adecuada en la valoración de determinados activos cuya única fuente de valor consiste en una corriente incierta de flujos de tesorería sobre los que la propiedad no tiene ningún tipo de control, sin embargo, castiga injustamente a determinadas inversiones que dotan a la dirección de la empresa de cierta flexibilidad en la gestión de sus resultados, y a aquellas otras, cuyos resultados no financieros, condicionan sin embargo el poder competitivo de la firma, su crecimiento a largo plazo y, en última instancia, su propia supervivencia.

La síntesis de la incertidumbre de los proyectos en una prima por el riesgo basada en la distribución relativa de la corriente de flujos de tesorería con respecto a la rentabilidad del mercado, aunque correcta en el análisis de la adquisición de determinados activos financieros que implican una "dirección pasiva" por parte de sus propietarios (Trigeorgis, 1996, pág. 7), patina en el contexto de la inversión empresarial que muestra cómo la asignación de recursos a actividades arriesgadas, más que una decisión, constituye un proceso dinámico de control en el que los gestores responden de manera continuada a la evolución –*a priori* incierta– de sus resultados (Agmon, 1993, pág. 233).

La diferenciación entre rentas rígidas, que escapan al control de sus titulares, y rentas flexibles, sensibles a las decisiones adoptadas por aquellos, constituye un factor de primera importancia en el diseño de las herramientas de valoración. Mientras que el titular de una acción o de un bono se limita a percibir una renta, más o menos incierta a lo largo del tiempo, los gestores de la empresa deciden y actúan, en mayor o menor medida, sobre los resultados de la práctica totalidad de sus proyectos de inversión. La dirección de proyectos empresariales trasciende a la decisión originaria de aceptación/rechazo –adoptada en función de las expectativas iniciales sobre el discurrir de los acontecimientos futuros– y comprende una prolongada sucesión de posteriores decisiones en respuesta a la llegada de nueva información y en función de la flexibilidad de la inversión (Trigeorgis, 1986, pág.2).

La patente capacidad de la dirección para interferir en el funcionamiento de las inversiones de la empresa, limitando sus pérdidas y potenciando sus ganancias (Myers, 1977) lleva al pensamiento económico de la empresa a reconocer la flexibilidad de los activos –y

consecuente asimetría de los resultados de las inversiones empresariales– como fuente de valor para firma, y a reformular el binomio rentabilidad–riesgo, determinante del valor de los proyectos, en términos del trinomio rentabilidad–riesgo–flexibilidad.[24]

Junto a la flexibilidad de los activos, otros aspectos "no financieros" de los proyectos de inversión se manifiestan también factores determinantes de su valor. En no pocas ocasiones, la utilidad de determinados proyectos consiste, no tanto en la titularidad de una renta más o menos flexible, sino en la obtención de una serie de activos y capacidades de importancia estratégica para la empresa por cuanto constituyen la base sobre la que se apoya y de la cual emerge el futuro crecimiento de la empresa.

Una de las críticas que con mayor asiduidad reciben los modelos financieros de valoración de inversiones se fundamenta en el énfasis otorgado a la rentabilidad inmediata que éstas proporcionan. Se argumenta que estos modelos se encuentran sesgados hacia aquellos proyectos cuyo resultado directo consiste en flujos de tesorería, marginando aquellos otros generadores de activos intangibles de trascendente repercusión en la competitividad y eficiencia de la empresa (Baldwin y Clark, 1992). Aún cuando, con frecuencia, los frutos directos de determinados proyectos de inversión pudieran consistir en la titularidad de ingresos netos en efectivo, en otras muchas ocasiones, las asignaciones empresariales de capital conceden a la empresa la propiedad de nuevos activos y capacidades –tales como el conocimiento, la flexibilidad tecnológica, la capacidad de innovación, la calidad de los productos y servicios, la rapidez de respuesta o la imagen de marca– cuya importante repercusión sobre el valor de la empresa –avalada por la reciente historia empresarial– resulta a menudo difuminada y siempre de compleja cuantificación.

El valor de muchos de estos activos, comúnmente atribuido a la mejora de la posición competitiva de la empresa, procede de los derechos de decisión que se encuentran implícitos en su titularidad. Aún es más, los distintos resultados, tangibles e intangibles, de las inversiones empresariales sólo tendrán valor para la empresa cuando se materialicen en "derechos" que permitan a la firma la apropiación de un beneficio –o el ahorro de un coste–

[24] Kulatilaka (1993, pág. 271) define flexibilidad como la cualidad de los proyectos que permite, con costes mínimos, la intervención directiva.

inaccesible sin la posesión de aquellos.[25] Derechos tales como: el acceso preferencial a futuras oportunidades de inversión; la capacidad para absorber eficientemente la expansión de la demanda o la posibilidad de incrementar el precio de los productos en condiciones ventajosas con respecto a la competencia; dotan a la dirección de la empresa del poder necesario para adoptar futuras decisiones de repercusión positiva sobre el valor de mercado de la empresa y que, por tanto, contribuyen a la consecución del objetivo de la firma. Otros derechos –como, por ejemplo, la posibilidad de abandonar de manera beneficiosa proyectos ruinosos, la de paralizar eficientemente la producción o la capacidad para reasignar los recursos comprometidos en determinadas actividades a nuevos usos más rentables– permiten a los gestores acotar las pérdidas potenciales y de nuevo maximizar el precio de la firma.

En general, el conjunto de derechos en los que se materializan los resultados de las inversiones se divide en tres grandes categorías:

- Derechos de propiedad definidos sobre una corriente de flujos de tesorería más o menos rígida.
- Derechos de crecimiento o de inversión.
- Derechos de control de los resultados.

Los primeros, los derechos de propiedad definidos sobre la renta generada por el proyecto, configuran el clásico perfil financiero de las inversiones empresariales y determinan la rentabilidad de los activos de la firma. Los derechos de crecimiento o de inversión constituyen la puerta de acceso a nuevas oportunidades, al otorgar a la empresa la posibilidad, en otro caso inalcanzable, de emprender futuras inversiones en un entorno siempre impredecible. Éstos conforman el conjunto de posibilidades de expansión con el que cuentan los gestores para expandir los resultados positivos de la empresa y definen lo que puede denominarse la "potencia" de la inversión.

[25] Si los resultados intangibles, diferentes a la titularidad de rentas adicionales, de una inversión cualquiera no proporcionan ningún derecho de decisión adicional, o generan derechos de valor inferior a su coste de adquisición, difícilmente pueden contribuir a la consecución del objetivo de la firma.

Por su parte, los derechos de control reúnen el conjunto de garantías de las que los directivos disponen para moldear los resultados potenciales de las inversiones de la empresa. Mediante esta gestión activa, la dirección de la firma puede potenciar sus ganancias y reducir sus pérdidas, provocando así la asimétrica y favorable distribución de sus futuros resultados. La capacidad para actuar sobre los futuros flujos de tesorería depende de la flexibilidad, es decir de los derechos de decisión inherentes a la propiedad de las inversiones que permiten influir, en función del desarrollo de los acontecimientos que escapan al control de la firma, sobre los resultados finales.

Los derechos de crecimiento y de control constituyen derechos de decisión cuyo valor procede de la capacidad que otorgan a su propietario para ejercitarlos y convertirlos así en nuevos derechos de propiedad y/o de decisión, cuando de esta actuación se derive la maximización de su precio. Frente a la propiedad pasiva que supone el DFAR, la consideración de la gestión activa y eficiente de los resultados de las inversiones permite discriminar entre distintos grados de flexibilidad y de potencia que inevitablemente repercutirán en diferencias de valor. Su particular relevancia dependerá de las condiciones de ejercicio que los definen y de la incertidumbre de las variables que influyan sobre aquél.

La concreción de los ingredientes de valor de los proyectos de inversión en derechos, amplía los horizontes de anteriores perspectivas, facilitando así la integración de los enfoques financiero y estratégico en el análisis de inversiones. Además, en lo que respecta a la valoración, la teoría de opciones financieras proporciona los fundamentos e instrumentos adecuados para la estimación del valor de lo que constituye su objeto de análisis: los derechos de compra y los derechos de venta. Previamente, es no obstante necesario identificar los citados derechos de decisión con las opciones financieras de compra y de venta.

I.2 EL ENFOQUE DE OPCIONES REALES

El enfoque de opciones reales reconoce explícitamente la flexibilidad y la potencia de los proyectos de inversión como características relevantes en la determinación de su valor. Myers (1977, pág. 163) distingue entre dos tipos diferentes de activos: activos reales cuyo valor no depende de la estrategia de inversión de la empresa y opciones reales cuyo valor procede de los futuros compromisos de la firma. En este mismo sentido Kester (1984, pág. 189) separa los componentes fundamentales de valor según su origen en:

- Uno atribuible a los flujos de tesorería que resultan de la propiedad y gestión de los activos reales.

- Y otro correspondiente a los nuevos derechos de inversión también disponibles como consecuencia de la propiedad y gestión de los activos que integran el proyecto.

El primero de los componentes hace referencia a la renta continua, incierta y asimétrica que genera el proyecto. La incertidumbre de los flujos futuros se deriva del conjunto de factores que escapan al control de los gestores y que van a afectar a los resultados de la inversión. El alcance de estos factores sobre la renta del proyecto define su riesgo. La asimetría de la corriente de flujos futuros responde a la capacidad de la dirección para acotar las pérdidas y potenciar las ganancias a lo largo de la vida útil del proyecto. El grado de adaptabilidad de los resultados define la flexibilidad del proyecto.

El segundo de los componentes representa el conjunto de derechos sobre futuras inversiones que el proyecto proporciona a la firma y determina, por tanto, la capacidad de la empresa para emprender –en determinadas condiciones– nuevas y rentables inversiones en otro caso inaccesibles.

Aunque la preocupación por la flexibilidad y la gestión continuada de los proyectos de inversión también se encuentra presente en el análisis de los árboles de decisión (Magee, 1964), el enfoque de opciones reales difiere de aquél tanto en los términos en los que la inversión se plantea como en la metodología de valoración empleada. A este respecto, el modelo de opciones es considerado como versión económicamente corregida del análisis de decisiones que reconoce las oportunidades que ofrecen los mercados de capital en cuanto a inversión y endeudamiento (Trigeorgis y Mason, 1987; y Ritchken y Rabinowitz, 1988, pág. 128). Para Trigeorgis (1996, pág. 152) el enfoque de opciones reales combina las mejores características de los modelos de actualización de flujos en incertidumbre y del enfoque de análisis de árboles de decisión, sorteando sin embargo las deficiencias que uno y otro presentan.

La reconocida superioridad del enfoque de opciones reales en el tratamiento de los conceptos de flexibilidad y de gestión dinámica de los proyectos de inversión se resume en los dos motivos siguientes: porque es capaz de articular conceptos hasta entonces abstractos y

dispersos con un lenguaje concreto y sugerente, a partir de la analogía conceptual existente entre las opciones financieras y determinados derechos indisociables de la propiedad de los proyectos empresariales; y porque proporciona una metodología de valoración apropiada a la naturaleza de dichos conceptos y de eficiencia constatada en los mercados financieros.

En sus orígenes[26], el enfoque de opciones reales centra su atención en la manifiesta afinidad conceptual existente entre las opciones financieras y las oportunidades de crecimiento que proporcionan determinadas inversiones, analogía que es posteriormente extendida al resto de derechos de decisión derivados de la asignación de recursos empresariales.

Desde esta perspectiva, el derecho que algunos proyectos proporcionan a los gestores de la empresa para emprender futuras inversiones, puede ser interpretado como una opción de compra sobre el activo subyacente que constituye la subsiguiente inversión. Los futuros desembolsos que requiere el posterior proyecto representan el precio de ejercicio y la vigencia del derecho determina la fecha de vencimiento. Brennan y Schwartz (1985) plantean la adquisición de una mina de cobre en términos de la opción de compra inherente a la propiedad de aquella. Los titulares de la mina poseen el derecho a realizar una nueva inversión en la construcción de una planta de extracción, que constituye el activo subyacente, mediante el desembolso de las cantidades necesarias para su instalación, que representan el precio de ejercicio. El valor de la opción de inversión procede de la manifiesta capacidad que suministra a sus propietarios para ejercitarla y proceder a la extracción y venta del mineral cuando las condiciones de mercado así lo aconsejen.

Del mismo modo, el compromiso inicial de recursos realizado en la constitución de una *joint–venture* en un mercado nuevo para la empresa, proporciona un conjunto de activos, tangibles e intangibles, que conforman el derecho a realizar, en determinadas condiciones, sucesivas inversiones. El valor actual neto de la primera inversión constituye la prima del derecho de compra, la vigencia de los privilegios de entrada que otorga la alianza equivale al

---

[26] Convencionalmente se atribuye a Myers (1977) la iniciación de esta nueva perspectiva. En este trabajo, Myers establece el parentesco conceptual entre las opciones financieras y los derechos de inversión asociados a los proyectos empresariales y propone la utilización de las técnicas de valoración en equilibrio de las primeras en la estimación del valor las oportunidades de inversión (*ibidem*., pág.: 171).

plazo hasta el vencimiento de la opción, y los subsiguientes desembolsos que ejerciten esta opción representan su precio de ejercicio (Kogut, 1993; Sanchez, 1994, pág. 307).

Otro de los típicos ejemplos de la opción de inversión son los proyectos de investigación y desarrollo. Judy Lewent, CFO en la empresa farmacéutica Merch and Co., declara en Nichols (1994, pág. 90) que "cuando la empresa realiza una inversión en investigación, lo que en realidad está haciendo es pagar una tarifa por un derecho de entrada". En estos casos, la inversión en investigación o desarrollo de productos constituye la prima de la opción de compra definida sobre el siguiente posible compromiso, el lanzamiento del producto, cuyo valor se corresponde con el precio del activo subyacente y cuyo desembolso equivale al precio de ejercicio.

Aparte de las opciones de crecimiento resultantes de anteriores compromisos, la práctica totalidad de las oportunidades de inversión pueden ser asimiladas a opciones de compra. Siempre que la inversión pueda realizarse no sólo de forma inmediata sino también en un momento futuro en el tiempo –es decir, siempre que su realización pueda aplazarse–, la oportunidad equivale a una opción de compra definida sobre el proyecto objeto de evaluación, con precio de ejercicio igual a la suma del desembolso requerido más el valor de la opción de aplazamiento que es consumida mediante el compromiso inmediato, y de duración igual al plazo temporal durante el cual puede decidirse su aceptación. La consideración de la opción de aplazamiento transforma el clásico problema de financiero de aceptación–rechazo en otro de aceptación–rechazo–aplazamiento más correcto. Si es posible el diferimiento de la inversión, el ejercicio de la opción de inversión sólo será eficientemente ejercitado cuando el valor actual de los flujos futuros de tesorería supere al correspondiente desembolso en una cantidad igual o superior al valor de la opción de invertir en otro momento posterior en el tiempo.[27]

[27] Dicho de otro modo, si el aplazamiento de la inversión es posible, la regla de invertir en cuanto el VAN supera el correspondiente desembolso deja de ser económicamente correcto, porque omite la consideración de la alternativa de inversión más directamente relacionada con todo proyecto: la realización del mismo en un momento posterior en el tiempo. Véase McDonald y Siegel (1986), Ingersoll y Ross (1992), Dixit y Pindyck (1995) y Ross (1995).

Por su parte, cuando la propiedad de un proyecto de inversión incorpore la posibilidad de ser abandonado con anterioridad a su finalización, ésta puede interpretarse como una opción de venta defina sobre el conjunto de recursos asignados al primero que constituye su activo subyacente. En este caso, el valor actual neto de la corriente de flujos netos de tesorería pendientes de percibir representa el valor del activo subyacente, el precio de ejercicio del derecho viene determinado por el de máximo entre el valor de venta y el de reasignación de los activos comprometidos en el proyecto, y el plazo hasta la fecha de vencimiento, de nuevo, por la vigencia del derecho.[28]

Al igual que con las opciones financieras, el derecho de abandono del proyecto proporciona un seguro que limita las pérdidas de la inversión provocando la asimétrica distribución de sus resultados mediante la acotación de los negativos. Este tipo de opciones se halla presente en la practica totalidad de las inversiones (Myers, 1996, pág. 99). En la mayoría de los casos, los proyectos no tienen una vida económica determinada, sino que al contrario la inversión es mantenida mientras sea económicamente rentable. Siempre que esto ocurre, la propiedad de la inversión incorpora una opción de venta.

Tabla 1.2
Analogía entre las opciones financieras y las opciones reales

Opciones financieras	**Opciones reales**	
	Opciones de inversión	**Opciones de abandono**
Precio actual de la acción	Valor actual del subsiguiente proyecto de inversión	Valor de la inversión en curso
Varianza de la rentabilidad de la acción	Varianza de la rentabilidad del proyecto de inversión.	Varianza de la rentabilidad de la inversión en curso
Precio de ejercicio	Desembolso del proyecto	Precio de venta de los activos
Fecha de Vencimiento	Conclusión del posible aplazamiento	Final vida útil del proyecto
Tipo de interés libre de riesgo	Tipo de interés libre de riesgo	Tipo de interés libre de riesgo.
Dividendo	Flujos netos de tesorería	Flujos netos de tesorería

Fuente: Trigeorgis (1988, pág. 149) y Siegel, Smith y Paddock (1987, pág. 23)

Además de los precitados derechos, la inversión empresarial suele incorporar la posibilidad de modificar su dimensión. El derecho a aumentar el tamaño de la inversión representa una opción de compra definida sobre el propio proyecto. El precio de ejercicio

[28] Para ser más exactos, el valor del activo subyacente comprende el valor actual de los flujos de tesorería restantes más el valor de la opción de abandonar el proyecto en un momento posterior en el tiempo.

coincide con el desembolso complementario necesario para expandir el proyecto y el valor de la ampliación con el actual de la corriente de flujos de tesorería adicionales que se espera percibir. De manera análoga, el derecho a reducir el tamaño de un proyecto constituye una opción de venta definida sobre aquél. El precio de ejercicio viene determinado por la parte proporcional de la renta futura esperada de la inversión a la que se renuncia mediante el ejercicio del derecho y el valor del activo subyacente por el montante monetario que se obtendría de la venta o reasignación de los activos desafectados. Mientras que la opción de ampliación permite potenciar las ganancias de los proyectos, la opción de reducción de la inversión acota el volumen de sus posibles resultados negativos. De nuevo, la presencia de este tipo de opciones distorsiona la simetría de los resultados esperados subrayando la relevancia de la flexibilidad de las inversiones en la determinación de su valor.

En otros casos, la fragmentación del compromiso empresarial y su etápica y sucesiva implementación, proporcionan al final de cada una de las fases de inversión la posibilidad de continuar o abandonar la construcción del proyecto en la siguiente. El derecho a continuar la inversión equivale a una opción de compra compuesta, cuyo ejercicio implica la adquisición de una nueva opción de inversión, de precio de ejercicio igual a la fracción del desembolso correspondiente y cuya vigencia se extiende hasta la fecha última a la que puede retrasarse el subsiguiente compromiso. Por su parte, cada uno de los derechos de abandono comprende una opción de venta definida sobre la continuación de la construcción del proyecto y con precio de ejercicio igual al precio de mercado o de reasignación de los recursos hasta entonces comprometidos.

Otra de las manifestaciones de la flexibilidad de los proyectos empresariales que puede ser interpretada en términos de opciones es la relacionada con la posibilidad de modificar el ritmo y las características de su actividad. Los derechos de iniciación del funcionamiento de las actividades, de intensificación y ralentización del ritmo operativo o de paralización y reinicio de las operaciones del proyecto de inversión representan opciones de compra y de venta –según impliquen el incremento o la disminución de la actividad– definidas sobre la corriente de flujos de tesorería asociada al actual estado operativo, de precio de ejercicio igual al coste de ajuste correspondiente, y cuyo ejercicio conlleva, además de la modificación del estado operativo, la obtención de nuevas opciones de compra y de venta de características similares.

Esta clase de opciones operativas[29] son especialmente relevantes en aquellos sectores caracterizados por la elevada volatilidad del precio del producto final –así lo atestigua el hecho de que la práctica totalidad de trabajos dedicados al estudio de estos derechos estén referidos a inversiones en la explotación de recursos naturales– aunque no por ello escasean en el resto actividades económicas. En muchos casos, el valor de la opción de intensificación de las operaciones puede llegar a justificar la inversión en capacidad productiva ociosa que permite incrementar en el futuro, de forma rápida y económica, el ritmo de las actividades de la firma en respuesta a cambios expansivos de la demanda. Análogamente, el valor de la opción de paralización del conjunto o parte de las tareas productivas de la firma explica la inversión en proyectos de reducido coste inicial y elevados costes operativos susceptibles de fácil abandono frente a bruscas caídas de las ventas (Trigeorgis, 1988, pág. 150).

También la flexibilidad de determinados sistemas productivos que permiten elegir entre varios *inputs* sustitutivos para la elaboración de un mismo *output* puede interpretarse como una opción de compra definida sobre el reemplazo del factor que está siendo utilizado por otro de coste menor.[30] A este respecto, resulta ilustrativo el caso descrito en Kulatilaka (1993) sobre la caldera que funciona indistintamente con petróleo o con gas natural. El mayor valor de este tipo de tecnología frente a otras calderas que carecen de esta posibilidad, coincide con el valor de la opción de intercambio de inputs. El ejercicio de la opción supone la apropiación del correspondiente ahorro de costes y del derecho a volver a utilizar como alimentación de la caldera la antigua energía, que es equivalente a una nueva opción de intercambio.

En resumen, el parentesco referido entre las opciones financieras y los derechos de decisión que incorpora la propiedad de los activos empresariales facilita la comprensión de aquellos y estimula la adopción de principios y técnicas procedentes del análisis de derivados financieros en la valoración de este singular tipo de opciones. Pero, incluso cuando la

---

[29] Este tipo de derechos, que no implica modificación alguna del volumen de recursos asignados al proyecto, son comúnmente conocidos como opciones operativas; mientras que aquellas otras que afectan al tamaño de la inversión son denominadas opciones estratégicas.

[30] De modo similar podría plantearse la opción de intercambio de los productos finales que pueden ser fabricados por el proyecto de inversión.

complejidad de los proyectos empresariales impida la aplicación directa de las técnicas financieras, el enfoque de opciones proporciona beneficios –en términos de entendimiento cualitativo– suficientes como para justificar el coste de su adopción (Kester, 1984 y 1993; Sharp, 1991 y Trigeorgis, 1996).

Al igual que ocurre con las opciones financieras, la correcta estimación del valor de las opciones reales no puede efectuarse mediante los métodos del descuento. Se trata de contratos fuertemente apalancados que proporcionan a su propietario resultados positivos que pueden superar con creces el coste del derecho –de hecho, las opciones de compra teóricamente permiten obtener beneficios ilimitados– al tiempo que los resultados negativos permanecen acotados por la inversión inicial. Esta asimetría hace que su valor permanezca siempre positivo, incluso cuando el resultado de su ejecución inmediata sea negativo, debido a la posibilidad de, en última instancia, obtener beneficios positivos como consecuencia de una variación inesperada del precio aleatorio del subyacente. Característica esta última que hace que el precio de este tipo de activos se derive no tanto de la expectativa, como de la posibilidad de ejercitar el derecho que incorporan (Pindyck, 1988).

Por otra parte, el riesgo y la consiguiente rentabilidad exigida por el mercado a este tipo de derechos, fluctúa de forma continua en respuesta a los movimientos estocásticos del precio del activo subyacente. El valor de las opciones de compra (de venta) procede del derecho a adquirir (vender) un activo pagando (cobrando) un precio por debajo (por encima) de su valor de mercado en la fecha de ejercicio. Como consecuencia, el valor de este privilegio es instantánea y continuamente arrastrado por las variaciones del precio del subyacente y, en cada momento, las expectativas de ejercicio del derecho, el tamaño de los beneficios que de él se desprenden y el riesgo asociado al contrato dependen del valor de mercado de la subsiguiente inversión.

Esta peculiar naturaleza de los activos derivados motivó el desarrollo de una metodología de valoración alternativa a las convencionales del descuento, por otra parte, de significativo atractivo y utilidad para el análisis de los derechos inherentes a la propiedad de las inversiones empresariales. Los modelos de valoración de opciones, además de proporcionar el valor de equilibrio de las opciones asociadas a los proyectos de inversión, permiten identificar la correspondiente política de ejercicio óptimo mediante la sustitución del

tradicional esquema de aceptación-rechazo por otro más amplio y correcto de aceptación-rechazo-aplazamiento (Kulatilaka, 1993, pág.: 271).

I.3 MODELOS DE VALORACIÓN DE OPCIONES FINANCIERAS

El protagonismo de los modelos de valoración de opciones financieras en la gestación y desarrollo del enfoque de opciones reales convierte a aquellos en materia de obligada y continua referencia. Este último debe a la teoría de opciones el marco analítico y los principios financieros sobre los que se erige la valoración en incertidumbre de la inversión empresarial contingente. En las líneas que siguen apuntamos algunos de los aspectos claves de la configuración de la teoría de valoración de opciones financieras y, consiguientemente, también del enfoque de opciones reales. Se describe, en primer lugar, el modelo fundamental de valoración de derivados formulado por los premios Novel Black, Scholes y Merton en sendos trabajos publicados en el año 1973.[31] Se analiza, en segundo lugar, uno de los modelos de mayor repercusión en la extensión de la teoría de valoración de opciones a la inversión empresarial: la valoración de opciones mediante equivalentes de certeza, cuyo desarrollo inicial es generalmente atribuido a Cox y Ross (1976).[32]

I.3.1 EL MODELO DE RÉPLICA Y ARBITRAJE

El origen de la moderna teoría de opciones suele asignarse a los artículos seminales de Black y Scholes (1973) y Merton (1973a).[33] Ambos trabajos destacan entre los de mayor

[31] El previo fallecimiento de Black le excluyó de la obtención formal del galardón, aunque no del justo reconocimiento implícito.

[32] Los trabajos de Black y Scholes y Merton constituyen la base de sucesivos modelos que permiten la valoración en tiempo continuo de un buen número de opciones financieras. Por su parte, el enfoque de los equivalentes de certeza permite ampliar el ámbito de aplicación de los argumentos de réplica y arbitraje a la valoración otros tantos derechos cuya naturaleza específica dificultaba la extensión directa de los precitados modelos.

[33] Véase Bachelier (1900): "Theory of Speculation" reeditado en Cootner ed. (1967): *The Random Character of Stock Market Prices*, MIT Press.

trascendencia en la evolución experimentada por la teoría financiera en los últimos veinticinco años. Su influencia en el desarrollo de las técnicas de análisis y dirección financiera resultó inmediata y determinante, convirtiéndose en el punto de partida de la práctica totalidad de la literatura financiera dedicada al estudio de los derivados. Además, la inmediata difusión y la intensa utilización de las fórmulas de valoración en los mercados financieros durante más de dos décadas avalan la sencillez de su aplicación y robustez de sus fundamentos.[34]

El interés por la valoración de activos derivados se remonta, no obstante, a principios de siglo.[35] Desde entonces, académicos y profesionales se han esforzado por encontrar modelos alternativos a los utilizados en el análisis de acciones y obligaciones, que permitiesen valorar contratos cuyo riesgo varía de forma continua a medida que se modifica el precio del activo subyacente y cuyo valor emana del derecho, y no de la obligación, de ejercicio del título derivado y de la consecuente asimetría de sus resultados (Trigeorgis, 1996, pág. 4). El resultado es una amalgama de complejas técnicas basadas en suposiciones sobre las preferencias individuales ante el riesgo o sobre las condiciones de valoración en equilibrio del mercado, que terminaban equiparando el precio de la opción al valor actual del resultado esperado (Mason y Merton, 1985).

Sin embargo, tanto este como los entonces importantes trabajos de Sprenkle (1964): "Warrant Prices as Indicators of Expecifications and Preferences" en Cootner (1964); Boness (1964): "Elements of a Theory of Stock–Option Values", *Journal of Political Economy* vol.72, no.2; o Samuelson (1965): "Racional Theory of Warrant Pricing", *Industrial Management Review*, vol.6, no.2.; son eclipsados por el éxito del modelo de réplica y arbitraje de Black, Scholes y Merton.

Para el análisis comparativo de estos modelos pueden consultarse Smith (1976) y Mason y Merton (1985).

[34] Hay incluso quien atribuye a los precitados modelos de valoración la explosiva popularidad de los títulos derivados que caracteriza, en buena medida, la evolución de los mercados de capital en el último cuarto de siglo.

[35] De manera similar, la explosiva popularidad de los títulos derivados, en cierta medida atribuible al desarrollo de los modelos de valoración en general y a los desarrollos de las obras citadas en particular, puede considerarse como uno de los acontecimientos más relevantes del proceso de innovación financiera que caracteriza la reciente evolución de los mercados de capital.

Black, Scholes y Merton deducen una teoría de equilibrio basada en el arbitraje[36] que permite determinar el valor de la opción europea a partir de variables fácilmente observables. La fórmula de valoración resultante carece de suposiciones acerca de las preferencias individuales ante el riesgo, e incluso acerca de las expectativas de los inversores, ambas de difícil observación y estimación a partir de los datos disponibles en los mercados de capital.[37]

El valor de la opción de compra es deducido a partir de la relación de equilibrio que deben verificar entre sí el precio del derivado, del subyacente y el activo libre de riesgo. Black y Scholes observan que en intervalos infinitesimales es posible construir una cartera libre de riesgo combinando convenientemente posiciones largas y cortas en los activos derivado y subyacente, o alternativamente, reproducir el valor de la opción repartiendo de forma adecuada el presupuesto de inversión entre el activo libre de riesgo y el subyacente. Cuando el mercado se encuentre en equilibrio, dos activos que proporcionan el mismo resultado tienen que presentar también el mismo precio, con lo que el valor de equilibrio de la opción puede ser obtenido a partir del de la cartera réplica. Si los precios difieren, existen

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[36] La definición del equilibrio del mercado a partir del arbitraje constituye el pilar básico sobre el que se erige la teoría de opciones, así como gran parte de los modelos de valoración de activos financieros. Además, como ya demostraran Modigliani y Miller (1958), el concepto de arbitraje resulta básico en la formulación del precio de equilibrio de los activos arriesgados en función de las características de riesgo y rentabilidad de la corriente de flujos de tesorería que generan e independientemente de la naturaleza de los derechos de propiedad definidos sobre ésta.

[37] El único dato que requiere estimación es la volatilidad de la acción, para cuya obtención suele admitirse la utilización de los precios pasados del subyacente.

La sencillez de la aplicación práctica de los modelos de opciones es precisamente una de sus características más ensalzada (véase Chung y Charoenwong, 1991, pág. 23). El modelo de réplica y arbitraje aprovecha la relación de dependencia existente entre el precio de la opción y el activo subyacente para explotar así toda la información objetiva disponible en el mercado.

Sobre la utilización de la fórmula de Black y Scholes y estimación de sus parámetros véase Fernández (1996) y Figlewski, Silber y Subrahmanyam (1990). Sobre los problemas que plantea al hipótesis de estabilidad de la volatilidad y, por tanto, la utilización de precios históricos en la estimación de esta última, véase Rubinstein (1994).

oportunidades de arbitraje que serán explotadas por los inversores hasta que, en equilibrio, ambos valores, el de la cartera réplica y el de la opción, coincidan.

La fórmula de valoración de la opción europea de compra definida sobre un activo subyacente que no reparte dividendos es derivado por Black y Scholes a partir de los siguientes supuestos sobre el mercado, la opción y el activo subyacente:

a) El tipo de interés a corto plazo, conocido y constante, es el mismo en las operaciones de préstamo y endeudamiento sobre las que no existe ningún tipo de limitación.

b) No existen restricciones en la venta a corto de los activos financieros considerados.

c) Las transacciones de activos, que pueden realizarse de forma continua en el tiempo, se encuentran libres de costes e impuestos.

d) Tanto la opción como el subyacente y el activo libre de riesgo son perfectamente fraccionables.

e) El precio del activo subyacente sigue un proceso geométrico browniano de forma que su variación infinitesimal en el intervalo (t, $t+dt$) viene modelizada por la siguiente expresión:

$$dS_t = \alpha S_t dt + \sigma S_t dz_t \tag{1.3}$$

donde S_t representa el precio del activo subyacente en el momento t, αdt y $\sigma^2 dt$ la esperanza y la varianza de la variación relativa infinitesimal del precio del subyacente, y dz_t la variación absoluta de un proceso de Wiener en el mismo intervalo temporal, es decir:

$$dz_t = \varepsilon_t \sqrt{dt} \tag{1.4}$$

siendo ε_t es una normal de media cero y varianza unitaria.

A partir de estas condiciones ideales, es posible construir una cartera libre de riesgo combinando adecuadamente el activo subyacente y derivado. Basta con vender a corto $\frac{\partial C_t}{\partial S_t}$

acciones por cada unidad invertida en la opción para que el valor de la combinación así formada dependa, durante un intervalo de tiempo suficientemente pequeño, únicamente de variables no aleatorias.

Bajo los supuestos enunciados, la rentabilidad en el intervalo (*t, t+dt*) de la cartera así definida es igual a la suma de las ganancias de capital del derivado y del subyacente ponderadas por la inversión realizada[38], esto es,

(*1.5*) $$dC_t - \frac{\partial C_t}{\partial S_t}\, dS_t$$

En el equilibrio, para que no existan oportunidades de arbitraje, esta rentabilidad ha de coincidir con la del activo libre de riesgo, que denotamos con *r*, es decir;

(*1.6*) $$dC_t - \frac{\partial C_t}{\partial S_t}\, dS_t = r\,(C_t - \frac{\partial C_t}{\partial S_t} S_t)$$

Desarrollando dC_t por el teorema de Itô, simplificando y reordenando, obtenemos la siguiente ecuación, no estocástica, de derivadas parciales:

(*1.7*) $$\frac{1}{2}\sigma^2 S_t^2 \frac{\partial^2 C_t}{\partial S_t^2} + rS_t \frac{\partial C_t}{\partial S_t} + \frac{\partial C_t}{\partial t} - rC_t = 0$$

La naturaleza de la opción europea de compra nos permite establecer las condiciones de contorno que resuelven la ecuación diferencial anterior,

(*1.7a*) $$C_T = max(S_T - X, 0)$$

(*1.7b*) $$C_t = 0 \qquad cuando\ S = 0$$

(*1.7c*) $$\lim_{S \to \infty} \frac{C}{S} = 1$$

siendo *T* el vencimiento de la opción y *X* su precio de ejercicio. La ecuación (*1.7a*) representa el valor que adquiere el derivado en su fecha de vencimiento, *T,* mientras que las condiciones

[38] Recuérdese que se está suponiendo que ni el subyacente ni la opción reparten dividendos.

(*1.7b*) y (*1.7b*) establecen los precios límites de la opción cuando el valor del activo tiende a cero y a infinito respectivamente.

La solución que satisface la ecuación (*1.7*) y las condiciones (*1.7a*, *b* y *c*) define el valor de equilibrio en el momento *t* de la opción de compra en función del precio y de la volatilidad del subyacente, del plazo temporal hasta la fecha de vencimiento, del precio de ejercicio de la opción y de la rentabilidad del activo libre de riesgo:

(*1.8*) $$C_t = S_t N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} N(d_2)$$

siendo:

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

y *N(.)* la función de probabilidad acumulada de la distribución normal estándar.

La obtención del valor de equilibrio de la opción europea de venta definida sobre una acción que no reparte dividendos antes del vencimiento del derivado puede obtenerse directamente conjugando la ecuación diferencial (*1.7*) con las condiciones de contorno particulares que definen su naturaleza, es decir, reemplazando (*1.7a, b y c*) por:

(*1.8a´*) $$P_T = max(X - S_T\ 0)$$

(*1.8b´*) $$P_t = X \qquad cuando\ S = 0$$

(*1.8c´*) $$\lim_{S \to \infty} \frac{P}{S} = 0$$

o alternativamente, utilizando la conocida paridad *put–call*,

(*1.9*) $$C_t + Xe^{-r(T-t)} = P_t + S_t$$

Antes de abordar el examen de los pilares básicos que sustentan la extensión de la teoría de opciones a la valoración de los mencionados derechos de decisión asociados a las inversiones empresariales, conviene destacar una las principales propiedades del modelo arriba explicado y de inestimable repercusión en los modelos de opciones reales. Esta es la equivalencia de la fórmula Black y Scholes con la que se deduce en un contexto de indiferencia ante el riesgo.

I.3.2 EL MODELO DE VALORACIÓN DE OPCIONES MEDIANTE EQUIVALENTES CIERTOS

Como ya se ha indicado, una de las principales características de la ecuación diferencial fundamental de Black y Scholes, (*1.7*), y de la correspondiente fórmula de valoración, (*1.8*), es la ausencia de medida alguna sobre las preferencias de los inversores. El valor de la opción se manifiesta, por tanto, independiente de las actitudes de los inversores frente al riesgo. Esta propiedad implica que la expresión que regula el valor de equilibrio de la opción es idéntica cualesquiera que sean las supuestas preferencias de los inversores. A partir de la observación de este resultado, Cox y Ross (1976, pág. 153) proponen para el análisis de los activos derivados la adopción de aquel contexto que en cada caso simplifique en mayor medida la resolución del problema de valoración. Este contexto coincidirá por lo general con el de indiferencia ante el riesgo.

Si los inversores son indiferentes ante el riesgo, entonces la rentabilidad por ellos esperada de su inversión en cualquiera de los activos financieros disponibles en los mercados es independiente de su volatilidad y coincide con el tanto de descuento utilizado para actualizar los flujos de tesorería esperados del activo libre de riesgo. Cuando el activo subyacente siga un proceso geométrico browniano como el definido en (*1.3*), el supuesto de indiferencia ante el riesgo implica que su variación infinitesimal será estimada por los inversores como:

(*1.10*) $$dS_t = rS_t dt + \sigma S_t dz_t$$

y, consecuentemente, el precio que se espera en t que la acción alcance en la fecha de vencimiento T coincidirá con su valor presente capitalizado al tipo de interés libre de riesgo, con lo cual,

$$(1.11) \qquad E(S_T / S_t) = S_t e^{r(T-t)}$$

donde $E(*/*)$ denota el operador matemático esperanza condicionada.

Análogamente, el precio actual de equilibrio de la opción europea antes definida, C_t, puede obtenerse directamente sin más que actualizar al tipo de interés libre de riesgo su valor esperado al vencimiento, es decir:

$$(1.12) \qquad C_t = e^{-r(T-t)} E\left[max\left(0, S_T - X\right)\right]$$

o, desarrollando la esperanza,

$$(1.13) \quad \begin{aligned} C_t &= e^{-r(T-t)} E\left[max\left(0, S_T - X\right)\right] = e^{-r(T-t)} p(S_T \geq X)\left(E(S_T - X) / S_T \geq X\right) = \\ &= e^{-r(T-t)} p(S_T \geq X) E(S_T / S_T \geq X) - e^{-r(T-t)} p(S_T \geq X) X \end{aligned}$$

La coincidencia entre la fórmula de Black y Scholes y esta última expresión se demuestra sin más que desarrollar la probabilidad de que el precio de la acción en la fecha de vencimiento sea mayor que el precio de ejercicio, la cuál puede obtenerse a partir de la determinación de las ecuaciones de Kolmogorov en el cálculo de su función de distribución (Cox y Ross, 1976, pág. 155), o alternativamente, a partir de las características del proceso estocástico seguido por el logaritmo neperiano del precio de la acción (McDonald y Siegel, 1985, págs.: 347–348; Sick, 1989, pág.: 27). En este último caso, la aplicación del teorema de Itô al desarrollo de la diferencial de la variable $ln\ S_t$ lleva al resultado siguiente:

$$d(lnS_t) = \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right) dt + \sigma dz_t$$

de donde se desprende que $ln\ S_t$ sigue un proceso browniano simple y, por tanto, la variable aleatoria $d(lnS_t)$ es una normal de media $\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right) dt$ y varianza $\sigma^2 dt$. En el intervalo temporal (t, T), la diferencia aleatoria $ln\ P_T - ln\ P_t$ se distribuye entonces normalmente con media $\left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T - t)$ y varianza $\sigma^2(T-t)$.

Con esta nueva información, se tiene que, por una parte,

$$p(S_T \geq X) = 1 - p(S_T \leq X) \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Tomando} \\ \text{logaritmos en} \\ \text{ambos lados} \\ \text{de la desigualdad}}}{=} 1 - p(lnS_T \leq lnX) \underset{\substack{\uparrow \\ \text{Restando} \\ \ln(S_t)\text{ en} \\ \text{ambos lados} \\ \text{de la desigualdad}}}{=} 1 - p(lnS_T - lnS_t \leq lnX - lnS_t) =$$

$$= 1 - p\left(\underset{\substack{\uparrow \\ \text{Tipificando}}}{\frac{lnS_T - lnS_t - (r - \frac{\sigma^2}{2})(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}} \leq \frac{lnX - lnS_t - (r - \frac{\sigma^2}{2})(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}} \right) = 1 - N(-d_2) = N(d_2)$$

Con lo que obtenemos:

(*1.14*) $$p(S_T \geq X) = N(d_2)$$

Por otra parte:

(*1.15*) $$p(S_T \geq X)E\left(S_T / S_T \geq X\right) = \int_X^{\infty} S_T dF(S_T)$$

Haciendo el cambio de variable $L = lnS_T$, donde L es una normal de media $m = lnS_t + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)$ y varianza $v^2 = \sigma^2(T-t)$, tenemos que (*1.15*) es igual a:

(*1.16*) $$\int_{\ln X}^{\infty} \frac{e^L e^{\frac{-(L-m)^2}{2v^2}}}{\sqrt{2\pi}v} dL = e^{m+\frac{v^2}{2}} \int_{\ln X}^{\infty} \frac{e^{\frac{-(L-(m+v^2))^2}{2v^2}}}{\sqrt{2\pi}v} = e^{r(T-t)} S_t \, N(d_1)$$

Finalmente, sustituyendo (*1.16*) y (*1.14*) en (*1.13*) resulta la fórmula (*1.8*) de Black y Scholes:

$$C_t = S_t N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{X}\right) + \left(r + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t} = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{X}\right) + \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{T-t}}$$

La equivalencia entre el modelo de réplica y arbitraje de Black y Scholes y la valoración de activos derivados en contexto de indiferencia ante el riesgo facilita considerablemente la determinación del precio de equilibrio de las opciones. Este último puede obtenerse sin más que sustituir la rentabilidad esperada del activo subyacente por la del activo libre de riesgo, ó alternativamente, reemplazando el crecimiento esperado por la tasa que resulta de restar a éste la correspondiente prima de riesgo, y actualizar el consiguiente valor esperado del derivado en la fecha de ejercicio a este mismo tipo de interés. En realidad, esta forma de valorar no es más que un procedimiento de actualización de equivalentes ciertos, que modifican indirectamente los valores esperados del contingente analizado a partir de la corrección de los parámetros básicos del proceso seguido por el precio del subyacente.

La sencillez de este procedimiento ha motivado su extensión entre los distintos modelos de valoración de todo tipo de contratos contingentes. A la difusión ha contribuido también la amplitud de ámbito de aplicación, que se extiende a todos aquellos contratos cuyo valor depende de un precio que evoluciona según muy distintos modelos estocásticos (Cox y Ross, 1976) –desde procesos de Îto hasta procesos de Poisson, pasando por procesos de reversión a la media– o incluso de valores de activos no negociados (Harrison y Kreps, 1979)[39].

[39] El modelo de equivalentes de certeza soluciona uno de los principales problemas con el que topaban los trabajos de valoración mediante programación dinámica: la determinación del tanto de descuento adecuado al riesgo de los activos analizados.

En realidad, buena parte de los modelos de opciones reales son el resultado de la oportuna combinación de las técnicas de programación dinámica con el modelo de equivalentes ciertos. Una buena síntesis de las diferencias entre los modelos de réplica y arbitraje y los de programación, y de sus respectivas ventajas e desventajas, puede encontrarse en Dixit y Pindyck (1994, págs. 120 y ss.).

I.4 EXTENSIÓN DE LA TEORÍA DE OPCIONES A LA DECISIÓN DE INVERSIÓN EMPRESARIAL: JUSTIFICACIÓN Y PROBLEMAS QUE PLANTEA

A pesar de la popularidad adquirida por la fórmula de Black y Scholes, es sin embargo la correspondencia planteada entre los pasivos empresariales y las opciones financieras la considerada por algunos como el hallazgo de mayor trascendencia del citado artículo. A la luz de esta analogía se desarrolla en el seno de la teoría financiera de la empresa un área de investigación que ocupa un lugar relevante en la literatura de las finanzas corporativas, cuyo ámbito de estudio se expande desde el análisis de la financiación empresarial al resto de decisiones financieras de la firma y que disfruta de identidad propia por el objeto de estudio, activos contingentes, y por la metodología deductiva utilizada, valoración de activos mediante argumentos de réplica y arbitraje.

Con respecto a la decisión de financiación,[40] el modelo de réplica y arbitraje destaca tanto por su capacidad para abordar el análisis de cualquier pasivo empresarial por complejo que sea con relativa sencillez, como por su superioridad explicativa con respecto a otros modelos analíticos. La aparente dificultad del proceso deductivo en el que se sustentan los modelos de opciones termina, sin embargo, en la formulación de expresiones aritméticas elementales de valoración, de aplicación bastante más simple y directa que los métodos tradicionales. Como ya ha sido comentado, las fórmulas resultantes carecen de suposiciones acerca de las preferencias o expectativas de los inversores y los valores que en ella intervienen resultan de estimación directa.[41]

---

[40] Sobre la utilización del enfoque de opciones en el análisis de la financiación empresarial véase Mason y Merton (1985) y Smith (1979).

[41] En verdad, las expectativas y preferencias de los inversores sí se hallan presentes en las fórmulas de valoración contingente, pero no de manera explícita. Las actitudes ante el riesgo y las expectativas con respecto a los futuros valores de los títulos determinan los precios actuales de los activos financieros. Las técnicas de valoración contingente se sirven de los precios de mercado de los activos primarios para determinar el consiguiente valor de equilibrio de los derivados. Por tanto, no es que las preferencias y expectativas no intervengan en la valoración, sino que aquellas son recogidas –aunque no explicitadas– en el precio de los activos primarios.

Además, la aplicación del modelo de opciones al análisis de cualquier contrato de financiación se reduce a la identificación de los distintos activos o derechos elementales que lo conforman y la correspondiente aplicación, previa observación de las relaciones de dependencia que los vinculan, de los procedimientos establecidos para cada tipo de derecho; de manera que el problema de valoración queda simplificado en el simple reconocimiento de sus componentes elementales (Kester, 1986, pág. 5).

La interpretación de los pasivos empresariales en términos de opciones ofrece un nuevo enfoque de valoración que destaca por su generalidad. Los distintos derechos que conforman la estructura de propiedad de la empresa pueden ser valorados de forma simultánea y bajo el mismo marco de análisis. El valor de los diversos títulos y derechos es obtenido a partir de la específica naturaleza de cada uno de ellos, pero empleando en todos los casos los mismos fundamentos de valoración (Mason y Merton, 1985).

Más relevante resulta aún la capacidad del enfoque de opciones para establecer un marco analítico adecuado para la formalización y valoración de las interdependencias existentes entre los distintos contratos financieros que conforman la estructura de propiedad de la firma, y entre éstos y la asignación de los recursos empresariales. Al incluir las relaciones de dependencia de los distintos títulos en el análisis de su valor, el modelo de opciones ofrece una nueva perspectiva en la comprensión de los efectos de las decisiones empresariales sobre aquel y pone de manifiesto los límites de la extensión de los modelos de valoración de activos financieros al análisis de las inversiones empresariales. Si el objetivo último de la empresa es la maximización del valor de sus títulos, los gestores deberían de incorporar en la cartera de activos aquellos proyectos de mayor repercusión sobre este precio. Normalmente, la teoría financiera acepta que esto se consigue mediante la selección de aquellos proyectos de mayor valor actual neto. Sin embargo, el modelo "*equity–call*" pone de manifiesto que la equivalencia entre el valor actual neto de las nuevas inversiones y el valor realmente incorporado a las acciones no son equivalentes, y que su distanciamiento depende de las particulares características de cada uno de los diferentes títulos de propiedad que conforman el pasivo de la empresa.[42]

[42] El modelo que aplicamos en la parte empírica del presente trabajo permite determinar el valor que los nuevos compromisos empresariales incorporan al valor de los capitales propios de la firma, considerando

La interpretación de las acciones de la empresa en términos de opciones de compra definidas sobre sus activos y emitidas por los acreedores, facilita la explicación del hecho de que los accionistas prefieran proyectos de inversión de riesgo superior al deseado por los titulares de la deuda empresarial. Los accionistas, como propietarios de la opción se benefician del potencial incremento de valor de los activos, al tiempo que eluden cualquier responsabilidad que supere el montante de su aportación inicial, inclinándose hacia proyectos de inversión de elevado riesgo que posibilitan la obtención de grandes ganancias. Por el contrario, los acreedores de la empresa tienen limitados sus derechos sobre las ganancias de la empresa al reembolso acordado en el contrato que les vincula con la firma, por lo que prefieren proyectos que aseguren el cumplimiento de lo pactado y son indiferentes a las expectativas de ganancia que sobrepasen este límite.

A partir de esta interpretación de los títulos empresariales, resulta más sencillo explicar el elevado precio –inflado según los modelos tradicionales– que adquieren las acciones de empresas inmersas en procesos de quiebra (Kester, 1986, pág.12)[43]; la redistribución de riqueza entre accionistas y acreedores resultante de las decisiones de inversión (Merton, 1974; Myers, 1977; Laber, 1992); la incorporación de cláusulas restrictivas en algunas emisiones de deuda (Galai y Masulis, 1976; Myers, 1977); o el comportamiento de los precios de los distintos tipos de pasivos ante variaciones en los plazos de vencimiento y en el riesgo y rentabilidad de los activos (Galai y Masulis, 1976; Black y Cox, 1976; Emery *et al*, 1978; Rao y Martin, 1981; Jones, Mason y Rosenfedld, 1984; Franks y Torous, 1989; Vila y Schary, 1995; ó Rayo y Camino, 1998).

Las virtudes hasta aquí resumidas de la teoría de opciones parecen razón suficiente para la extensión de su ámbito de aplicación a la valoración de todos aquellos contratos cuyo

---

para ello, tanto los límites de la responsabilidad de los accionistas frente a las deudas de la empresa, como las opciones reales de los proyectos de inversión.

[43] Al igual que las opciones financieras de compra *deep out the money*, cuyo precio es positivo e incrementa cuando lo hace la volatilidad del precio del subyacente, el de las acciones de empresas con elevado riesgo de quiebra se justifica por la mayor dependencia de su valor con la posibilidad de ganancia que con respecto al resultado esperado.

valor depende del de otros activos o variables.[44] De hecho, la generalización del modelo de opciones ha dado paso a un enfoque mucho más amplio que se conoce como el "Análisis de Contratos Contingentes", que representa una particular metodología de valoración compartida por otros muchos modelos (Jones, Mason y Rosenfeld, 1984, pág. 611), entre ellos el de opciones reales.[45]

I.4.1 VENTAJAS E INCONVENIENTES DE LA EXTENSIÓN DEL MODELO DE OPCIONES A LA DECISIÓN DE INVERSIÓN

Del amplio conjunto de posibles aplicaciones del modelo de opciones –que comprende todos aquellos derechos que surgen de la contratación, explícita o implícita, de la firma con los distintos agentes con los que se relaciona– destaca la relacionada con la precitada valoración de las inversiones empresariales. Frente al análisis estático y limitado de los métodos de valoración de proyectos tradicionales, el enfoque de opciones reales proporciona importantes ventajas entre las que cabe destacar las siguientes:

- Al dar entrada a los derechos de decisión (opciones reales) asociados a las inversiones empresariales, el modelo de opciones reales ofrece un nuevo marco de análisis dinámico en el que son consideradas no sólo las condiciones iniciales y la posible evolución futura de los parámetros básicos que afectan al proyecto, sino también las posibles respuestas de la dirección de la firma. En este nuevo contexto, la incertidumbre que afecta a los proyectos de inversión adquiere una nueva dimensión acotada por las futuras posibilidades de reacción de la firma y frente a la cual la empresa no solo puede defenderse sino incluso aprovecharse (Amram y Kulatilaka, 1999 a, pág. vii).

---

[44] Aparte de los pasivos empresariales, son también interpretados en términos de opciones y valorados en consecuencia, por ejemplo, los impuestos corporativos (Majd y Myers, 1985; MacKie-Mason, 1990; Lund, 1992).

[45] Aunque algunos académicos han acuñado el término Análisis de los Contratos Contingentes (CCA o Contingent Claims Analysis) para designar el conjunto de modelos e hipótesis de la teoría de opciones en general, sin embargo, el Análisis de los Contratos Contingentes es más general que el OPT por cuanto reúne a todos aquellos modelos que examinan el valor de determinados activos cuyo precio depende directa o indirectamente del de otros y engloba, por tanto, entre otras, la teoría de valoración de opciones.

El enfoque de carteras proporcionó una lección importante a las finanzas corporativas. Según el modelo de carteras, los activos o proyectos de inversión deben ser valorados no tanto por su riesgo total como por las consecuencias de su incorporación en la cartera de activos sobre el riesgo de esta última. El enfoque de opciones reales ofrece una nueva conceptualización del riesgo de los proyectos de inversión no menos importante. El riesgo sistemático de los proyectos de inversión es aquel que se deriva de la parte de sus posibles pérdidas futuras que no puede ser reducida por ulteriores decisiones de la dirección de la empresa (Mason y Merton, 1985; Trigeorgis y Mason, 1987; Dixit y Pindyck, 1995).[46]

- La existencia de una teoría de valoración de opciones financieras, ampliamente desarrollada y contrastada, suministra un amplio elenco de modelos de valoración analítica y numérica de reconocido prestigio, que permiten, no sólo estimar el valor de los derechos de decisión, sino también determinar la gestión óptima de las inversiones, en relación a la programación temporal de los compromisos, al ritmo de las actividades, al volumen de los recursos asignados en cada momento o al abandono de proyectos, y en función del desarrollo de las contingencias que influyen sobre su valor. Además, y a diferencia de los modelos tradicionales de descuento, el modelo de opciones reduce el número de parámetros que requieren previa estimación, aprovechando al máximo la información objetiva ofrecida por los mercados (Paddock, Siegel y Smith, 1988, pág. 493; Bjerksund y Ekern, 1990, pág. 66; Laughton y Jacoby, 1991, pág., 73; Kulatilaka, 1993, pág. 272; Kamrad y Ernst, 1995, pág. 284; Willner, 1995, pág. 224).

- El clásico binomio de rentabilidad–riesgo es sustituido por una nueva perspectiva, de más amplios horizontes, que reconoce la relevancia de otros activos, más o menos intangibles, que junto a aquellos surgen de la asignación de los recursos organizativos y repercuten significativamente sobre el valor de los proyectos (Kulatilaka, 1993, pág. 271). Así, activos tales como la flexibilidad, el

[46] Hodder (1986, pág. 21) atribuye a Robicheck y Van Horne (1967) un papel pionero en el reconocimiento de la capacidad de la dirección para reducir el riesgo inicial de los proyectos mediante futuras decisiones.

conocimiento o la imagen de marca, son reconocidos como ingredientes del valor de la empresa, no sólo en la medida en que influyen en la corriente de flujos de tesorería, sino también en cuanto proporcionan o mejoran la cartera de derechos de decisión propiedad de la firma.

- El modelo de opciones reales posibilita el análisis de las interrelaciones entre las distintas inversiones, tanto presentes como futuras, que componen la cartera de proyectos de la empresa. Al considerar la inversión empresarial como un proceso dinámico y continuo de compromisos y abandonos, las relaciones intertemporales entre los diferentes proyectos de inversión recobran su justo protagonismo, no reconocido por los modelos convenciones de valoración, pasando de valorar proyectos aislados a analizar sucesiones de inversiones interdependientes (Kester, 1986, pág. 6). El marco de estudio puede además ampliarse sin dificultad para incorporar la interdependencia de los proyectos que en un determinado momento conforman la inversión de la firma (Kasanen y Trigeorgis, 1993, pág. 208)

- La terminología conceptual ofrecida por el modelo de opciones proporciona una sugerente estructura de entendimiento y un intuitivo lenguaje que, consideradas junto con el resto de beneficios, erigen al modelo de opciones como una potente herramienta de análisis estratégico (Kester, 1984) y un elemento esencial en la renombrada integración entre las finanzas y la dirección estratégica (Myers, 1984 y 1987).

Aparte de la utilidad del modelo de opciones reales como herramienta de análisis al servicio de los responsables de la empresa, la perspectiva de opciones se ha convertido además en un provechoso instrumento para la investigación científica de la firma que ofrece, cuando menos, lógicas e interesantes explicaciones de los distintos comportamientos observados en el mundo empresarial (Gil, 1991; Dixit, 1992; Bowman y Hurry, 1993)

Con todo, la extensión del modelo de opciones al análisis de la decisión de inversión no resulta tan sencilla y directa como sería de desear. Son muchos los que, aún reconociendo la utilidad del planteamiento de la asignación de recursos empresariales en términos de opciones, dudan de la corrección de la extensión de las fórmulas de opciones financieras a la valoración de las opciones reales.

En esta línea, Sharp (1991, pág. 71) destaca la trascendencia de la identificación y comprensión por parte de la dirección de la firma de las opciones disponibles y accesibles, aún cuando considera ilusoria la precisión de la fórmula de Black y Scholes y la de sus derivadas. Para Sharp el juicio fundamentado sobre la experiencia y una buena información constituyen un excelente sustituto de las técnicas cuantitativas de valoración de proyectos, pero siempre y cuando considere no sólo los flujos de tesorería, sino también las correspondientes opciones. En esta misma línea apuntan Rahnema y Nousan (1996, pág. 24) para quienes, independientemente de la utilización de las fórmulas de valoración de opciones, la interpretación de los proyectos de inversión en términos de opciones proporciona por sí misma ventajas suficientes. Por su parte, Copeland, Koller y Murrin (1996); Fernández (1996, pág. 494) ó Phelan (1997, pág. 8) condicionan la aplicabilidad de los modelos de valoración de opciones a la existencia de una empresa "totalmente análoga al proyectos de inversión que se pretende valorar" mientras que McGrath (1997a, pág. 975) ó Bettis (1994, pág. 251) supeditan la corrección de la extensión de los modelos financieros a la verificación rigurosa de sus correspondientes hipótesis de partida.[47]

Si bien es cierto que la patente analogía conceptual entre las opciones financieras y las opciones reales constituye un buen motivo para la utilización de las prestigiosas herramientas financieras, no lo es menos que entre unas y otras existen sin embargo diferencias que, en principio, pudieran condicionar la validez de la extensión y que, en cualquier caso, constituyen razón suficiente para profundizar en el estudio de la repercusión de estas discrepancias sobre los supuestos que sustentan los modelos de valoración de opciones.

I.4.2 EXTENSIÓN DE LOS FUNDAMENTOS DE VALORACIÓN: PROBLEMAS Y SOLUCIONES

Los modelos de opciones aprovechan la estrecha relación de dependencia existente entre el activo subyacente y el derivado para, con la ayuda del activo libre de riesgo, replicar

[47] En este sentido, Kulatilaka (1988, pág. 251) rechaza la posibilidad de emplear el modelo financiero de réplica y de arbitraje en la valoración de las opciones reales debido a la imposibilidad de atribuir la condición de perfectos a los mercados en los que son negociados los productos y factores –que normalmente constituyen las variables de estado de los que dependen los valores de aquellas– y que generalmente son incompletos, en ocasiones segmentados y con frecuencia caracterizados por elevados costes de transacción.

los resultados del segundo. La reproducción de los futuros resultados de las opciones financieras mediante la adecuada combinación del activo libre de riesgo y el título subyacente en una cartera ficticia –o, alternativamente, la construcción de la cartera constituida por el subyacente y derivado en aquellas proporciones que eliminen su riesgo– permite determinar el valor de cualquier contingente financiero a partir exclusivamente de la oferta de los mercados de capital (Mason y Merton, 1985). Esta metodología de valoración hace posible aprovechar el precio conocido de determinados activos para estimar, en función de estos, el que corresponde a otros cuyo valor depende de aquellos.

Mientras que el concepto de réplica ofrece un precio consistente con los precios de los activos y variables determinantes del valor de los activos contingentes, el concepto de arbitraje garantiza que la estimación así obtenida pueda considerarse de equilibrio. Según el modelo de opciones financieras, si el precio de la cartera réplica y del derivado no coinciden, los inversores que conforman la demanda de estos activos, reconocerán oportunidades de arbitraje que serán explotadas hasta que en equilibrio ambos precios coincidan. Dos carteras que generando idénticas corrientes de flujos de tesorería difieran en precio, permiten obtener beneficio con riesgo e inversión nulos, cuyo inevitable aprovechamiento conducirá a que los precios de los activos converjan a un único e idéntico valor, el de equilibrio.[48]

A primera vista, parece que la utilización de la réplica de activos y del mecanismo de arbitraje, y por ende del modelo de opciones, exige que los activos que participan en la valoración sean –en terminología financiera– negociables tanto a corto como a largo y que los mercados en los que estos son transferidos sean completos. Cuando se analizan opciones sobre activos financieros que son negociados en los mercados de capital no resulta arriesgado imaginar la posibilidad de combinar posiciones largas y cortas en los activos que intervienen en la relación de equilibrio establecida, y suponer mercados completos en los que sea factible replicar cualquier activo mediante operaciones más o menos complejas de arquitectura financiera. No ocurre lo mismo, sin embargo, con respecto a las opciones reales, sus subyacentes y los mercados en los que éstos son negociados.

[48] En última instancia, la explotación de las oportunidades de arbitraje depende de la cantidad y calidad de la información disponible.

Mercados de capital completos

Si los mercados de capital no fuesen completos –en el sentido de que no fuese posible replicar los resultados de cualquier proyecto mediante la combinación de los títulos allí negociados– la introducción de una nueva inversión podría conllevar la ampliación del conjunto de oportunidades de inversión, modificando el equilibrio y, por tanto, también el precio del resto de activos. En esta situación, los modelos de opciones basados en la posibilidad de replicar cualquier activo –así como el resto de modelos convencionales de equilibrio y entre ellos el método tradicional de descuento de flujos de tesorería ajustados por el riesgo– se volverían inviables y, por tanto, también su extensión a la valoración de opciones reales (Mason y Merton, 1985, pág. 38; Majd y Pindyck, 1987, pág. 15; Ritchken y Rabinowitz, 1988, pág. 142; Myers y Majd, 1990, pág. 3; Pindyck, 1991, pág. 1119; Smit y Ankum, 1993, pág. 243).[49]

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Mercados de capital competitivos

Otra de las supuestas propiedades atribuidas por los modelos cuantitativos de valoración a los mercados financieros en los que son negociados los derivados financieros y sus activos subyacentes es su carácter competitivo. Dicha propiedad implica que los agentes que operan en los mercados no tienen capacidad para influir individualmente sobre los precios de los activos que negocian y, por tanto, que las transacciones de compra y de venta de activos derivadas del ejercicio de los contratos de opciones tampoco influyen sobre el precio de aquellos.

La traslación de este supuesto al contexto de las opciones reales no está exenta de problemas. En este sentido, Kogut y Kulatilaka (1998, pág. 29) destacan dos posibles motivos de incumplimiento de este supuesto en relación con las inversiones empresariales. Por un lado, la entrada de una empresa en un determinado mercado mediante el ejercicio de la correspondiente opción de inversión pudiera provocar la alteración del precio del producto o servicio objeto de comercialización como consecuencia del incremento de su oferta y, por

[49] En este sentido, no obstante, las hipótesis exigidas por los métodos de opciones no son más exigentes que las que requiere la aplicación de las técnicas del DFAR (Myers y Majd, 1990, pág. 3; Myers, 1996, pág. 100).

tanto, la modificación del valor del propio subyacente. Por otro, la propia reacción de los competidores frente a la entrada de una nueva empresa en el negocio en cuestión podría modificar el valor de mercado del subyacente previo a la modificación de la estructura competitiva del negocio. Ambos factores constituyen razón suficiente para evaluar en cada caso concreto el cumplimiento de la supuesta competitividad del negocio en el que se inscribe el ejercicio de la opción y, cuando proceda, también para plantear modelos de valoración alternativos a los correspondientes de los derivados financieros en los que el precio del subyacente sea considerada de manera endógena y dependiente de la decisión de ejercitar la opción.[50]

La enajenabilidad activo del subyacente

En general, el valor de las opciones reales asociadas a las inversiones empresariales evoluciona influenciado por el precio de otro activo sobre el que se halla definido el derecho de compra o de venta que otorgan y que coincide con el valor actual de una corriente de futuros flujos de tesorería. Cuando no sea posible imaginar la enajenabilidad de esta renta, bien porque sea indisociable del proyecto al que se encuentra asociada o bien porque los costes de su transacción resulten prohibitivos; o cuando, aún siendo ésta factible, no existan mercados mínimamente eficientes que permitan conocer el precio actual a partir del cual plantear la relación de equilibrio; la literatura de opciones reales recomienda buscar la variable de estado última sobre la que depende el precio de la corriente de flujos, y trasladar las condiciones de negociabilidad a aquella.

Esta variable –o variables– inductora del riesgo del activo subyacente, puede consistir en: a) en un activo financiero, b) en uno productivo o c) en cualquier otra magnitud diferente,

---

[50] En el capítulo tercero son analizadas las repercusiones del contexto competitivo sobre las opciones reales.

Conviene no obstante anticipar la opinión de quienes consideran que la particular gestación de los derechos reales, que resultan de patentes, del conocimiento, de ventajas en costes, de la imagen de la empresa o de otro tipo de ventajas específicas; protegen en parte el valor de las opciones reales. Aunque, en todo caso, se reconoce que siempre existe una determinada probabilidad, por pequeña que sea, de que decisiones adoptadas por los rivales de la firma lleguen a alterar el valor del proyecto subyacente y, consecuentemente, también el precio y el ejercicio del derecho.

como la temperatura del país, la producción de automóviles o la cuota de mercado de la firma. En el primero de los casos, cuando la variable de estado representa un activo financiero que es objeto de negociación en los mercados de capital, la suposición de enajenabilidad del subyacente y la determinación de su precio actual quedarían resueltas. Si aún tratándose de un activo financiero, éste no cotizase en los mercados de capital, el modelo de equilibrio de activos financieros proporciona una buena estimación del precio actual, que presentaría de disponer de mercados eficientes, a efectos de la determinación del valor de equilibrio del derecho (Merton, 1977). Lógicamente, este razonamiento solo se sostiene cuando el activo subyacente genere una corriente rígida de flujos de tesorería y los mercados de capital sean completos. [51]

Más problemáticas se muestran las dos posibilidades restantes: que el activo subyacente consista en uno productivo o en cualquier otra magnitud de naturaleza diferente. Los argumentos de réplica y arbitraje entre activos resultan razonables cuando el fin perseguido por los propietarios del subyacente es el de colocar de forma rentable sus recursos de capital, sin embargo, parecen quedar en entredicho cuando el bien primario es poseído por motivos de consumo, producción o cualquier otro distinto al de inversión. En este caso, los titulares de los activos obtienen una utilidad derivada de su tenencia, aparte de su pura rentabilidad económica (Hull, 1993, pág. 68), que no tiene porqué ser única e idéntica para todos los compradores[52]. Cuando esto ocurra, McDonald y Siegel (1984 y 1985) demuestran que la rentabilidad de equilibrio del bien se sitúa por debajo de la correspondiente rentabilidad del activo financiero de idénticas características, con lo que, parece difícil aceptar que, aún cuando el activo subyacente pueda almacenarse, comprarse y venderse libremente,

[51] Puesto que, a diferencia de lo que ocurre con las opciones financieras, los valores actuales del activo subyacente no son directamente observables y han de ser estimados, errores de cálculo podrían sesgar los valores críticos de ejercicio que son los que van a guiar la gestión efectiva de los derechos y, por tanto, también a determinar su valor final.

[52] La utilidad derivada de la simple posesión del activo es conocida, en terminología anglosajona, como "Convenience Yield". En términos más amplios, Kulatilaka (1993, pág. 275) define *convenience yield* como el componente de la rentabilidad que es obtenido por fuentes diferentes a las ganancias de capital. Aplicando esta definición a las acciones societarias, las remuneraciones realizadas por la empresa en forma de dividendos o devoluciones del capital determinarían el convenience yield de este tipo de inversión.

sea viable construir, a partir de éste y de la opción, una cartera libre de riesgo (McDonald y Siegel, 1985, pág. 339).

Frente a este problema, los modelos de opciones reales proponen tres soluciones diferentes. McDonald y Siegel (1985) y Brennan y Schwartz (1985) recomiendan la utilización de los contratos de futuros definidos sobre los activos primarios, en lugar de estos últimos, para la creación de la cartera libre de riesgo. Alternativa pero equivalentemente, otros trabajos optan por deducir el tanto de utilidad diferente de las ganancias de capital que proporciona la posesión del activo subyacente, que denotamos por δ, a partir de la conocida relación entre los precios de los futuros de diferente vencimiento (Kulatilaka, 1993, pág. 275), esto es[53],

$$\frac{F(T_2)}{F(T_1)} = e^{(r-\delta)(T_2-T_1)} \tag{1.17}$$

y utilizar el valor así obtenido en el modelo de indiferencia ante el riesgo.

Cuando ninguna de las dos alternativas anteriores sea factible, porque los activos productivos no disfruten de mercados en los que se negocien contratos de futuros definidos sobre sus precios, McDonald y Siegel (1984 y 1985); Paddock, Siegel y Smith (1988, pág. 500) ó Bjerksund y Ekern (1990, pág. 68), entre otros[54]; aconsejan la utilización de modelos de equilibrio, tales como el ICAPM de Merton (1973b), para deducir el tanto δ.

Esta última alternativa, aun cuando permite la utilización de las fórmulas de valoración de opciones, no soluciona sin embargo los problemas asociados a la aplicación directa los argumentos de réplica y arbitraje. Esta misma dificultad ha motivado el desarrollo de modelos de valoración de derivados alternativos a la metodología de Black y Scholes.

---

[53] El parámetro δ representa el tanto de utilidad neta del activo productivo, es decir, el que se obtiene de restar a la utilidad que emana de la satisfacción de las necesidades de consumo y simulares –como, por ejemplo, el mantenimiento de un nivel de inventario de materias primas mínimo que asegure la continuidad de la producción–, los costes que requiere su almacenamiento y conservación.

[54] A este respecto, véase también: Brennan y Schwartz (1985), Majd y Pindyck (1987); Myers y Majd (1989), Gibson y Schwartz (1990), Brennan (1991) y Pindyck (1991).

Rubinstein (1978), por ejemplo, demuestra que la fórmula de Black y Scholes puede obtenerse, independientemente de la enajenabilidad del subyacente, a partir de la hipótesis de aversión al riesgo proporcionalmente constante al riesgo de los inversores. En esta misma línea, otros trabajos llegan a la misma conclusión empleando diferentes hipótesis sobre la función de utilidad de los inversores (Kasanen y Trigeorgis, 1995).

Con lo argumentado hasta aquí, parece descabellado siquiera mencionar la posibilidad de emplear los argumentos de réplica y arbitraje para valorar derechos cuyo valor viene determinado por el de una variable aleatoria de naturaleza diferente a la de los activos.[55] Harrison y Kreps (1979) y Cox, Ingersoll y Ross (1985, lema 4) demuestran sin embargo que el citado razonamiento puede ser utilizado de forma general, incluso en esta última situación. Para valorar cualquier derecho contingente cuyo precio varía de forma más o menos aleatoria en función de la evolución de un conjunto de variables, basta con suponer la existencia de otros tantos activos cuya incertidumbre venga también, y exclusivamente, inducida por estas variables. Con $n+1$ activos de valores dependientes del de las n variables de estado es siempre posible construir una cartera libre de riesgo e imponer la condición de equilibrio a partir de la cual establecer los valores del resto de inversiones cuyo valor también dependa de aquellas.[56]

La enajenabilidad del derecho

Llegados a este punto del razonamiento sobre la adecuación de la extensión de los modelos de opciones a la valoración de derechos empresariales, queda por analizar las posibilidades de enajenabilidad del derecho objeto de valoración. La dificultad para aceptar la viabilidad de operaciones de compra-venta de las opciones reales supone uno de los mayores problemas en su asimilación con las opciones financieras (Kester, 1993; Sick, 1989;

[55] Una variable no susceptible de intercambio o posesión puede ser cualquier índice no financiero como la población de un país, su renta per cápita o su edad media. La aplicación contenida en esta trabajo, por ejemplo, adopta como principal fuente de incertidumbre la producción anual de automóviles en una determinada región.

[56] En el siguiente epígrafe realizamos una exposición más detallada del que viene denominándose modelo general de valoración de activos contingentes y que, a nuestro entender, constituye el pilar básico sobre el que se sustenta la justificación de la extensión del modelo de opciones financieras al resto de contratos contingentes cualquiera que sea la naturaleza de éstos o de sus activos primarios.

Trigeorgis, 1988; Trigeorgis, 1996, pág. 127). Esta última condición repercute no obstante únicamente sobre la adecuación del precio que se obtendría de la venta del derecho –si esta fuese posible– con su valor de equilibrio y no sobre la viabilidad del proceso deductivo necesario para la obtención de este último.

Con independencia de la enajenabilidad de los derechos empresariales o de la eficiencia del mercado en el cual son intercambiados, el valor que interesa conocer a la dirección de la firma es el precio de equilibrio que estos alcanzarían de ser negociados en mercados eficientes, en tanto en cuanto su incorporación a la cartera de proyectos de la firma repercute en el valor de mercado de ésta última, el cual si que es objeto de compra–venta en parqués más o menos eficientes (Kasanen y Trigeorgis, 1994). La mayor o menor aptitud de los derechos para ser negociados no es óbice para estimar el valor teórico que la posesión del derecho proporciona a la empresa en función del resto de oportunidades de inversión que ofrecen los mercados de capitales, valor este último, independiente de la enajenabilidad del derecho. El valor de equilibrio obtenido de la aplicación de las fórmulas de valoración de opciones puede que no coincida con su precio efectivo de venta, pero en cualquier caso representa una correcta estimación del valor que su propiedad reporta a la empresa dadas las condiciones de los mercados de capital (Merton, 1977).

Aclaradas las repercusiones de la no enajenabilidad del derecho objeto de valoración, conviene sin embargo destacar las principales diferencias que con respecto a su negociación separan a las opciones financieras y a las opciones reales (Trigeorgis, 1996, pág. 127; Kester, 1993, pág. 193). Mientras que los propietarios de opciones financieras comúnmente disponen de la posibilidad de negociar sus títulos en mercados secundarios con mínimos costes de transacción, o en cualquier caso, también de realizar operaciones opuestas que anulan sus anteriores posiciones; los titulares de opciones reales normalmente carecen de tales beneficios. Generalmente, no existen mercados mínimamente eficientes en los que puedan intercambiarse opciones reales y cuando el intercambio es factible, éste suele acarrear importantes costes de transacción para ambas partes contratantes. Además, si la atomización de los mercados de capital protege el valor de los contratos financieros del comportamiento del resto de sus propietarios, es decir, el precio de los derechos es independiente de que sus titulares decidan ejercitar, vender o mantener el derivado o de que compren o vendan el subyacente; el de los derechos reales normalmente depende de las decisiones de sus titulares. Como ya ha sido indicado, cuando las opciones reales son compartidas en la industria, las

acciones y reacciones que en un determinado momento emprendan los competidores de la firma condicionan el éxito y resultados de las opciones de las que dispone.

Si por el contrario la propiedad corresponde exclusivamente a un único agente, la transmisión de las opciones reales quedará condicionada por el usual carácter intangible y específico de los activos a los que se encuentran ligados de forma indisociable. Normalmente los derechos de gestión proceden de la propiedad de otros activos reales, y su valor depende del resto de proyectos de la cartera, de las habilidades directivas y tecnológicas de la empresa, de la imagen y posición competitiva de la firma, de la experiencia y conocimiento, o factores similares que dificultan y encarecen la transferencia de su titularidad, a veces sólo factible a través de la cesión del conjunto de la empresa.

Otras diferencias entre las opciones reales y las opciones financieras

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Señalados los principales obstáculos, posibles soluciones e implicaciones de la extensión de la teoría de opciones al ámbito de la inversión empresarial, conviene reseñar otras peculiaridades de las opciones reales frente a sus homónimos financieros, de menor importancia a efectos de la justificación del modelo general, pero de obligada observación en la valoración de los proyectos. Y es que, a pesar de la patente afinidad conceptual que vincula a las opciones financieras y reales, y de la inmensa diversidad de derivados financieros resultante de la intensidad del proceso innovador que ha caracterizado la evolución de los mercados de capital durante los últimos quince años; características específicas de las opciones reales dificultan la aplicación directa de las mismas técnicas de valoración y obligan a adaptar la metodología de análisis a las peculiaridades que las definen. Entre las principales diferencias cabe significar las siguientes (Kester, 1984; Sick, 1989; Trigeorgis, 1988; Agmon, 1993; Kasanen y Trigeorgis, 1994):

a) Vencimiento del derecho. A diferencia de las opciones financieras cuya duración se agota en plazos inferiores al año, la vida útil de las opciones se prolonga con frecuencia durante varios periodos anuales.

b) Plazo de ejercicio. Las opciones reales suelen presentar la forma de opciones americanas, es decir, son susceptibles de ejercicio en cualquier fecha anterior a la de vencimiento, y, en muchos otros casos, no tienen ni tan siquiera fecha de expiración conocida.

c) Precio de ejercicio. El carácter excepcional de la naturaleza estocástica del precio de ejercicio de las opciones financieras contrasta con el carácter habitual de la misma en el ámbito de las opciones reales. Por otra parte, e independientemente de que el precio de ejercicio sea cierto o aleatorio, éste suele incorporar, además del coste de adquisición del activo subyacente, los efectos que el ejercicio del derecho acarrea sobre el valor del resto de proyectos que conforman la cartera gestionada por la firma.

d) Activo subyacente. Mientras que, por lo general, el ejercicio de las opciones financieras conlleva la liquidación inmediata del beneficio correspondiente, la ejecución de los derechos reales de compra –en menor grado si son de venta– supone, por el contrario, la adquisición de nuevos derechos cuyo valor se obtiene secuencialmente en el tiempo.

Además, en la medida en que el activo subyacente de las opciones reales consista en una nueva cartera de derechos concatenados, el número de variables de las que depende su precio se multiplica, complicando aún más el análisis del ejercicio y del valor de aquellas.

Finalmente, el subyacente de las opciones reales carece de los beneficios de intercambio e información propios de los activos negociados en los mercados financieros sobre los que se dispone de información exacta y continuada además de posibilidades, directas o indirectas, de intercambio.

En resumen, parece necesario destacar que, a pesar del notorio, pedagógico y aceptado parentesco entre derechos financieros y reales, unos y otros presentan singularidades, que, aún cuando exigen adaptar convenientemente el razonamiento deductivo sobre el que se erige la teoría de opciones, sin embargo, no invalidan la extensión de los fundamentos teóricos de valoración de opciones financieras a la de los derechos de decisión asociados a la propiedad de los proyectos empresariales. La utilización de la teoría se halla justificada siempre que sea posible suponer que los mercados de capital son completos y que existen otros derechos o

activos que dependen exclusivamente de la misma variable de estado que determina la evolución estocástica de la opción analizada.[57]

En determinados casos, la complejidad de los proyectos empresariales, cuya propiedad suele incorporar múltiples derechos coetáneos e interdependientes, dificulta la labor de identificación de las opciones y de la formulación analítica de las relaciones de arbitraje. Cuando la representación analítica no sea factible o cuando, aún siendo ésta posible, carezca de solución exacta, las técnicas numéricas de valoración proporcionan aproximaciones de reconocida consistencia y precisión.

El valor así obtenido es el que resultaría de la explotación de las distintas oportunidades de arbitraje que existen entre todos los derechos que dependen únicamente de la misma variable de estado, constituya ésta un activo financiero, productivo o cualquier otro indicador numérico determinante de la rentabilidad de aquellos[58].

I.5 HACIA UN MODELO GENERAL DE VALORACIÓN DE DERECHOS CONTINGENTES

Es generalmente asumido que la rentabilidad del activo subyacente no puede utilizarse para valorar otros activos de riesgo no diversificable diferente del de aquél. En el caso de las opciones financieras, aún cuando sus futuros resultados dependen del correspondiente valor del activo subyacente, su propietario tiene la capacidad de no ejercitar el derecho que le otorga la opción cuando dicha acción reduzca su riqueza. Es esta capacidad del propietario

---

[57] Además, aceptados los argumentos de replica y arbitraje en los que se sustenta la relación de equilibrio entre activos primarios y secundarios, queda también justificada la utilización, sugerida por Cox y Ross (1976), del modelo de indiferencia ante el riesgo descrito en el epígrafe anterior.

[58] Aparte de las consideraciones aquí realizadas sobre la validez de la extensión de los fundamentos de valoración de la teoría de opciones, es posible plantear no pocas críticas sobre los supuestos simplificadores del modelo de opciones reales. Así, por ejemplo, Martzoukos y Templitz–Sembitzky (1991, pág. 9) señalan como una de las principales limitaciones del modelo de opciones la hipótesis sobre el proceso estocástico seguido por la variable crítica que determina la incertidumbre del valor del proyecto, que se supone definido por un tanto de crecimiento y varianza constantes a lo largo del tiempo. Este tipo de hipótesis sin embargo no son exclusivas del enfoque de opciones reales y su eliminación no invalida normalmente el análisis, tan sólo lo complica.

para ejercitar o no ejercitar la opción, la que distorsiona la simetría de los futuros resultados del derivado y rompe la perfecta correlación entre éstos y los futuros resultados del subyacente. Por esta razón, el riesgo del activo primario difiere del correspondiente del derecho derivado y el tanto de descuento adecuado al riesgo del primero no resulta apropiado para actualizar los resultados futuros del segundo.

El modelo de réplica y arbitraje de Black, Scholes y Merton –ó el equivalente en tiempo discreto de Cox, Ross y Rubinstein– revolucionan el pensamiento económico y financiero precisamente por ofrecer una vía alternativa en la valoración de activos contingentes. El precio de equilibrio de estos últimos se obtiene directamente de la información que proporciona el mercado sobre los precios del activo subyacente y del activo libre de riesgo.

El problema se presenta –como se expone en el epígrafe anterior– cuando el activo subyacente no es negociado en mercados eficientes y tampoco es posible determinar el hipotético precio que alcanzarían de participar en tales plazas. Por suerte, aún cuando los conceptos de réplica y arbitraje son fundamentales para la deducción analítica de los modelos de valoración de opciones, la hipótesis de negociabilidad del activo subyacente no es imprescindible. Trabajos como Cox y Ross (1976), Harrison y Kreps (1979) o Cox, Ingersoll y Ross (1985) son aplaudidos por manuales de opciones financieras y de opciones reales[59], entre otras cosas, por deducir los mismos resultados de los modelos tradicionales de Black, Scholes y Merton, pero por caminos de réplica y arbitraje alternativos que no exigen la hipótesis de enajenabilidad del subyacente.

Siguiendo el razonamiento de estos trabajos, basta con que el mercado de capitales sea completo para poder determinar el precio de equilibrio de cualquier activo contingente, C_j, que depende de los valores de n variables, $\theta_1\ \theta_2 \ldots\ \theta_i \ldots\ \theta_n$, cualesquiera. Para demostrarlo, consideremos un derecho contingente cualquiera que depende de las anteriores n variables.

Sean C_1, $C_2 \ldots\ C_{j-1}$, $C_{j+1} \ldots.\ C_n$, C_{n+1} los precios de mercado de n activos financiero que, al igual que C_j, dependen exclusivamente de los valores de n variables, $\theta_1\ \theta_2 \ldots\ \theta_i \ldots\ \theta_n$, ó al menos de alguna de ellas, y del tiempo. Supongamos, en principio, que éstas variables son

[59] Véanse, por ejemplo, Hull (1993, págs.: 274 y ss.) y Trigeorgis (1996, págs.: 95 y ss.)

activos financieros cuyos valores evolucionan aleatoriamente en el tiempo según un proceso geométrico browniano, es decir,

$$(1.18)\qquad \begin{aligned} d\theta_i &= \alpha_i\theta_i dt + \sigma_i\theta_i dz_i \qquad i = 1 \ldots n \\ &\text{siendo } dz_i = \xi_t\sqrt{dt} \text{ y } \xi_t \to N(0,1) \end{aligned}$$

Entonces, aplicando el teorema de Itô generalizado, la variación estocástica del precio del activo contingente *j* en el intervalo infinitesimal *(t, t+dt)* viene dado por la siguiente expresión:

$$(1.19)\qquad \begin{aligned} dC_j &= \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 C_j}{\partial\theta_i\partial\theta_k}d\theta_i d\theta_k + \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}d\theta_i + \frac{\partial C_j}{\partial t}dt = \\ &= \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 C_j}{\partial\theta_i\partial\theta_k}\rho_{ik}\sigma_i\theta_i\sigma_k\theta_k dt + \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}\alpha_i\theta_i dt + \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}\sigma_i\theta_i dz_i + \frac{\partial C_j}{\partial t}dt = \\ &= \left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 C_j}{\partial\theta_i\partial\theta_k}\rho_{ik}\sigma_i\theta_i\sigma_k\theta_k + \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}\alpha_i\theta_i + \frac{\partial C_j}{\partial t}\right)dt + \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}\sigma_i\theta_i dz_i \end{aligned}$$

que en términos relativos puede resumirse en:

$$(1.20)\qquad \begin{aligned} \frac{dC_j}{C_j} &= \mu_j dt + \frac{1}{C_j}\sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}\sigma_i\theta_i dz_i \\ \textit{donde}\quad \mu_j &= \frac{1}{C_j}\left(\frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\frac{\partial^2 C_j}{\partial\theta_i\partial\theta_k}\rho_{ik}\sigma_i\theta_i\sigma_k\theta_k + \sum_{i=1}^{n}\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}\alpha_i\theta_i + \frac{\partial C_j}{\partial t}\right) \end{aligned}$$

Asumiendo además, y al igual que en los modelos anteriormente descritos, que los tipos de interés a corto plazo, conocidos y constantes, que rigen el préstamo y el endeudamiento coinciden; que no existe ningún tipo de restricción en las ventas a corto de los *n+1* activos considerados; que las transacciones de títulos se encuentran libres de costes e impuestos y que estas pueden efectuase de manera continua; y que los *n+1* activos son perfectamente fraccionables; resulta entonces posible construir una cartera libre de riesgo, de valor actual *Y,* combinando convenientemente los *n+1* activos citados en proporciones w_1 w_2 ... w_j ...w_{n+1}, tal que

$$Y = \sum_j w_j C_j$$

$$Rentabilidad(Y) = \frac{dY}{Y} = w_1 dC_1 + w_2 dC_2 + \ldots + w_{n+1} dC_{n+1} \equiv no\ estocastica$$ [60]

Es decir, las proporciones $w_1\ w_2\ \ldots\ w_j\ \ldots w_{n+1}$ verifican que la variación relativa del valor de la cartera Y en el intervalo infinitesimal de amplitud dt es cierta, con lo que sustituyendo dC_j por *(1.20)* llegamos a la igualdad,

$$(1.21) \qquad \sum_{J=1}^{n+1} w_j \sum_{i=1}^{n} \frac{\partial C_j}{\partial \theta_i} \sigma_i \theta_i dz_i = 0$$

que implica el siguiente sistema de n ecuaciones:

$$(1.22) \qquad \begin{array}{l} w_1 \dfrac{\partial C_1}{\partial \theta_1} \sigma_1 \theta_1 + w_2 \dfrac{\partial C_2}{\partial \theta_1} \sigma_1 \theta_1 + \ \ldots \ + w_{n+1} \dfrac{\partial C_{n+1}}{\partial \theta_1} \sigma_1 \theta_1 = 0 \\ w_1 \dfrac{\partial C_1}{\partial \theta_2} \sigma_2 \theta_2 + w_2 \dfrac{\partial C_2}{\partial \theta_2} \sigma_2 \theta_2 + \ \ldots \ + w_{n+1} \dfrac{\partial C_{n+1}}{\partial \theta_2} \sigma_2 \theta_2 = 0 \\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \\ w_1 \dfrac{\partial C_1}{\partial \theta_n} \sigma_n \theta_n + w_2 \dfrac{\partial C_2}{\partial \theta_n} \sigma_n \theta_n + \ \ldots \ + w_{n+1} \dfrac{\partial C_{n+1}}{\partial \theta_n} \sigma_n \theta_n = 0 \end{array}$$

Por otro lado, para que no existan oportunidades de arbitraje, la rentabilidad de equilibrio de la cartera así definida ha de coincidir con la del activo libre de riesgo, esto es,

$$(1.23) \qquad \frac{dY}{Y} = \sum_j w_j \mu_j = \frac{\sum_j w_j r C_j}{Y} = r$$

donde r representa la rentabilidad conocida y constante del activo libre de riesgo.

Para que esta última ecuación sea consistente con el sistema (*1.22*) han de existir m valores λ_i , con $1 \leq m \leq n$, tales que,

$$(1.24) \qquad (\mu_j - r) = \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \frac{\partial C_j}{\partial \theta_i} \sigma_i \theta_i \qquad \forall\, j = 1 \ldots n+1$$

[60] Con el objeto de simplificar la exposición, suponemos que los $n+1$ activos contingentes no distribuyen dividendos o retribuciones similares durante el intervalo temporal de valoración. El modelo puede, no obstante, generalizarse sin problemas al caso en que dichas remuneraciones se produzcan.

Esta última igualdad constituye la expresión abreviada de la ecuación fundamental del modelo, que puede interpretarse de la siguiente forma: la prima por el riesgo del activo *j* (exceso de la rentabilidad esperada sobre la rentabilidad del activo libre de riesgo) ha de coincidir –para que no existan oportunidades de arbitraje sin explotar– con la suma de las distintas porciones en las que el riesgo del contingente se divide según su variable inductora y previamente multiplicadas por su correspondiente precio de mercado por unidad de riesgo.[61]

$\frac{\partial C_j}{\partial \theta_i} \equiv$ variacion en C_j inducida por la variacion en θ_i

$\sigma_i \theta_i \equiv$ desviacion tipica de la variacion en θ_i

$\frac{\partial C_j}{\partial \theta_i} \sigma_i \theta \equiv$ proporcion de la volatilidad de C_j inducida por θ_i

$\lambda_i \equiv$ prima de mercado por unidad de riesgo de θ_i

y por lo tanto, $\lambda_i = \frac{\mu_i - r}{\sigma_i}$ donde μ_i es la rentabilidad total esperada en θ_i

Como hemos supuesto que la variable *i* constituye un activo financiero, la rentabilidad total esperada, μ_i, será igual a la suma del tanto de crecimiento esperado más el resto de rendimientos que proporciona a su titular en forma de dividendos, intereses o similares. Si el modelo de equilibrio de valoración de activos financieros se verifica, entonces la prima por el riesgo sistemático del activo *i*, λ_i ,viene dada por la siguiente expresión:

(*1.25*) $$\lambda_i = \frac{\mu_i - r}{\sigma_i} = \frac{E(R_m) - r}{\sigma_m} \rho_{im}$$

siendo $E(R_m)$ la rentabilidad esperada de la cartera de mercado, σ_m la desviación típica de esta rentabilidad y ρ_{im} el coeficiente de correlación entre la rentabilidad de la cartera de mercado y la del activo *i*. Denotando por δ_i la rentabilidad del activo *i* obtenida por medios diferentes al de revalorización de su precio de mercado, y sustituyendo en (*1.25*) se obtiene,

(*1.26*) $$\lambda_i = \frac{\mu_i - r}{\sigma_i} = \frac{\alpha_i + \delta_i - r}{\sigma_i}$$

[61] Hull (1993) destaca el paralelismo del resultado obtenido con el modelo de equilibrio multifactorial propuesto por Ross (1976).

Por último, reemplazando (*1.26*) en la ecuación (*1.24*) y simplificando se llega a la siguiente expresión,

$$(1.27) \qquad \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{n}\sum_{k=1}^{n}\rho_{ik}\sigma_i\theta_i\sigma_k\theta_k\frac{\partial^2 C_j}{\partial\theta_i\partial\theta_k}+\sum_{i=1}^{n}(r-\delta_i)\theta_i\frac{\partial C_j}{\partial\theta_i}+\frac{\partial C_j}{\partial t}-rC_j=0$$

que representa la ecuación diferencial en derivadas parciales fundamental del modelo de valoración de activos contingentes. Cuando el activo *j* dependa de una única variable *i*, la expresión (*1.27*) se reduce a la obtenida por Black y Scholes, y en particular a la propuesta por Merton (1973a) para el caso en que el subyacente reparta dividendos a un tanto δ_i continuo y constante, esto es,

$$(1.28) \qquad \frac{1}{2}\frac{\partial^2 C}{\partial\theta_i^{\,2}}\sigma_i^2\theta_i^2+\frac{\partial C}{\partial\theta_i}(r-\delta_i)\theta_i+\frac{\partial C}{\partial t}-rC=0$$

La única diferencia de los argumentos deductivos del presente modelo frente a los tradicionales de réplica y arbitraje, es que en este caso la variable de estado no es utilizada en la formación de la cartera sobre la que luego se imponen las condiciones de equilibrio. En su lugar, se supone la existencia de otros activos financieros, que también dependen de tales variables, con los que se construyen las posiciones inversiones deseadas. La principal ventaja de este procedimiento es que ahora puede relajarse la hipótesis sobre la naturaleza financiera de la variable de estado sin afectar a la factibilidad de la formación de la cartera libre de riesgo.

Aún así, uno de los *inputs* utilizados en el modelo anterior, el parámetro λ_i, ha sido interpretado como la prima por el riesgo sistemático del activo financiero *i* y, consecuentemente, calculado a partir del CAPM. Si, por el contrario, la variable *i* constituyese un activo no negociado en los mercados de capital, cuya adquisición y posesión se efectúa con fines distintos a los de inversión, sabemos entonces que su rentabilidad por revalorización se situará por debajo de la rentabilidad correspondiente al activo financiero de idénticas características. Existen asimismo, como se recordaba en el anterior epígrafe, distintas propuestas que pueden ayudar a determinar el valor del parámetro δ_i que añadido a la rentabilidad por ganancias de capital ofrece la correspondiente rentabilidad de equilibrio. Una de ellas, recurre al CAPM para determinar δ_i por diferencia entre la rentabilidad total y el

tanto de crecimiento esperado, lo cual podría llegar a tener sentido si la variable *i* fuese un activo productivo, pero desentona por completo en el resto de los casos.

Sin embargo, en el nuevo contexto que hemos dibujado, el parámetro μ_i puede estimarse a partir del CAPM cualquiera que sea la naturaleza de la variable, puesto que lo único que requiere el modelo es la rentabilidad de equilibrio correspondiente a un determinado riesgo sistemático. Además, la hipótesis de mercados completos garantiza que la rentabilidad así estimada no depende de la existencia del correspondiente activo y que el valor del activo contingente así estimado coincide con su precio de equilibrio.

Aún así todavía quedaría pendiente analizar la validez de la hipótesis de existencia de los otros *n* activos financieros que al igual que el activo contingente *j* dependen de los valores del conjunto de las *n* variables de estado. No obstante, la validez de este último supuesto condicionaría el hecho de que el valor del contingente calculado por el modelo sea igual al actual del mercado, pero nunca el hecho de que coincida con el de equilibrio.

Nótese que a diferencia de los modelos de descuento, que cuya aplicación se haya condicionada por la hipotética existencia de la acción gemela del proyecto subyacente, en el modelo descrito únicamente se supone la existencia de activos financieros, bien sean acciones o carteras, que cuyos valores dependen del conjunto de variables de estado. Este último supuesto se revela claramente menos restrictivo que el primero desde el momento que se reconocen las opciones reales en la cartera de activos de las empresas. Dichas opciones identifican y distinguen entre sí a cada una de las empresas, incluso a las pertenecientes a una misma categoría de riesgo equivalente, con lo que la tarea de encontrar una acción gemela con la misma beta que el proyecto se vuelve poco menos que imposible.

El carácter general de este modelo permite extender su ámbito de aplicación a cualquier activo (Kogut y Kulatilaka, 1998, pág. 17). Basta con identificar el conjunto de variables de estado de los cuales depende la evolución de su valor a lo largo del tiempo, estimar los correspondientes riesgos sistemáticos de cada una de las fuentes de incertidumbre y resolver, a partir de éstos valores y de las condiciones de contorno que definen la naturaleza del activo valorado, la ecuación diferencial *(1.27)*. Es más, si los mercados fuesen completos, el conjunto de rentabilidades de equilibrio asociadas al riesgo sistemático de cada una de las fuentes de incertidumbre de la economía, debería de ser suficiente para determinar, a partir de

adecuadas combinaciones de aquellas, la rentabilidad de equilibrio de todos y cada uno de los activos que conforman la cartera de mercado.

Por tanto, el conjunto de modelos de valoración de opciones propuestos en la literatura de opciones reales, y que revisamos en el capítulo segundo del presente trabajo, aún cuando son inicialmente diseñados para la valoración de derechos cuyo valor depende del precio de otro activo financiero o productivo, son directamente aplicables al análisis de cualquier derecho cuyo valor dependa del de otra variable, cualquiera que sea su naturaleza e independientemente de la factibilidad de la venta a corto del activo–variable subyacente.[62]

Por último, la equivalencia del modelo de Black y Scholes y del modelo de valoración en indiferencia ante el riesgo demostrada en el epígrafe anterior, permite extender el campo de aplicación de éste último a la valoración de los derechos empresariales que dependen de la evolución de variables de estado de naturaleza no financiera. Basta con modificar los parámetros del proceso estocástico de la variable subyacente θ_i, de forma que μ_i se iguale a la rentabilidad libre de riesgo, y actualizar al tipo de interés libre de riesgo el consiguiente valor esperado del derecho en la fecha de ejercicio, para obtener así su precio de equilibrio.

Con todo, queda pendiente por demostrar que el parámetro λ_i corresponda a la prima por el riesgo sistemático de la correspondiente variable. Este punto es demostrado a continuación a partir de un sencillo modelo en tiempo discreto a medio camino entre el descrito en este apartado y el binomial de Cox y Ross y Rubinstein (1979).

I.5.1 EQUIVALENCIA ENTRE EL MODELO BINOMIAL, EL DE EQUIVALENTES CIERTOS Y EL MODELO GENERAL DE VALORACIÓN CONTINGENTE

Consideremos de nuevo un activo contingente cuyos futuros valores, C_u y C_d, dependen de los correspondientes de una variable cualquiera, que representamos por θ, que no puede ser objeto de inversión y cuyos valores evolucionan de forma aleatoria según un

[62] Se sigue manteniendo, sin embargo, otros supuestos y, en concreto, la posibilidad de vender a corto otros proyectos que dependen de la misma variable de estado. No obstante, no parece exagerado suponer la factibilidad de un contrato que mediante condiciones similares a la venta a corto realizada en los mercados de capital, conceda la explotación de un proyecto empresarial durante un plazo limitado.

proceso binomial multiplicativo de parámetros u y d. Supongamos además que, aún cuando este proceso no esté sujeto a las leyes sobre rentabilidad y riesgo de los mercados de capital, sus parámetros u y d pueden ser estimados a partir de sus valores históricos.

(*1.29*)
$$\theta_t \rightarrow \begin{cases} \theta_{t+1} = u\theta_t & \text{con prob. } p \\ \theta_{t+1} = d\theta_t & \text{con prob. } 1-p \end{cases}$$
$$C_t \rightarrow \begin{cases} C_{t+1} = C_u & \text{cuando } \theta_{t+1} = u\theta_t \\ C_{t+1} = C_d & \text{cuando } \theta_{t+1} = d\theta_t \end{cases}$$

Sea además G_t el valor actual de otro activo o derecho cualquiera cuyo valores futuros se hayan perfectamente correlacionados con los correspondiente resultados futuros de la variable θ. Con el objetivo de simplificar la exposición suponemos que el activo G no reparte a sus propietarios ningún tipo de renta durante el período considerado (t, $t+1$) y que sus valores futuros coinciden con los de θ. [63]

(*1.30*)
$$G_t \rightarrow \begin{cases} G_{t+1} = G_u = u\theta_t & \text{cuando } \theta_{t+1} = u\theta_t \\ G_{t+1} = G_d = d\theta_t & \text{cuando } \theta_{t+1} = d\theta_t \end{cases}$$

Sean A y B las cantidades invertidas en los activos C y G respectivamente que hacen que la cartera H resultante en el período considerado sea libre de riesgo.

(*1.31*)
$$H_t = AC_t + BG_t \qquad A, B \text{ t.q. } H \equiv \text{libre de riesgo}$$

En el momento $t+1$ han de verificarse las siguientes ecuaciones de equilibrio:

(*1.32*)
$$\begin{cases} AC_u + BG_u = (1+r)(AC_t + BG_t) \\ AC_d + BG_d = (1+r)(AC_t + BG_t) \end{cases}$$

Agrupando en A y B,

(*1.33*)
$$\begin{cases} A(C_u - (1+r)AC_t) + B(G_u - (1+r)BG_t) = 0 \\ A(C_d - (1+r)AC_t) + B(G_d - (1+r)BG_t) = 0 \end{cases}$$

[63] La omisión de estas dos hipótesis no influye sin embargo sobre los resultados del modelo.

Para que el anterior sistema cuente con solución única debe existir un parámetro λ tal que:

$$(1.34)\qquad \begin{cases} C_u - (1+r)C_t = \lambda\left(C_d - (1+r)C_t\right) \\ G_u - (1+r)G_t = \lambda\left(G_d - (1+r)G_t\right) \end{cases}$$

y despejando C_t y G_t en cada una de las ecuaciones del sistema tenemos:

$$(1.35)\qquad \begin{cases} C_t = \dfrac{1}{(1+r)}\left[\dfrac{1}{1-\lambda}C_u + \dfrac{-\lambda}{1-\lambda}C_d\right] \\ G_t = \dfrac{1}{(1+r)}\left[\dfrac{1}{1-\lambda}G_u + \dfrac{-\lambda}{1-\lambda}G_d\right] = \dfrac{1}{(1+r)}\left[\dfrac{1}{1-\lambda}u\theta_t + \dfrac{-\lambda}{1-\lambda}d\theta_t\right] \end{cases}$$

Como puede observarse en las anteriores ecuaciones, el valor de C y G es de nuevo obtenido a partir de la actualización al tipo libre de riesgo de sendas medias ponderadas de los correspondientes valores futuros. De nuevo, los coeficientes de ponderación pudieran ser interpretados como probabilidades de ajuste por el riesgo inducido por la variable de estado. De hecho, la suma de ambos coeficientes es la unidad y son mayores que cero siempre y cuando λ sea negativo.

$$(1.36)\qquad \begin{aligned} & C_t = \frac{1}{(1+r)}\left[qC_u + (1-q)C_d\right] \\ & q = \frac{1}{1-\lambda};\ 1-q = \frac{-\lambda}{1-\lambda} \\ & \text{con } q > 0 \text{ siempre que } \lambda < 0 \end{aligned}$$

El valor de equilibrio del derecho queda así perfectamente determinado por el valor del parámetro λ, el cual puede a su vez ser estimado a partir del valor de equilibrio del activo G. Si éste fuese negociado en mercados eficientes, el conocimiento de su precio actual sería inmediato. En caso contrario, si no se conoce el valor de equilibrio de G –que es lo más frecuente–, o si ni siquiera se tiene información sobre su existencia, su precio de equilibrio puede estimarse a partir de cualquier modelo de equilibrio. Recuérdese que hemos supuesto que G es un activo o derecho susceptible de inversión y que sus resultados son simétricos y dependientes únicamente de la variable de estado. Aplicando entonces el modelo CAPM tenemos:

(*1.37*) $$G_t = \frac{1}{1+\mu_G}\left[pG_u + (1-p)G_d\right] = \frac{1}{1+\mu_G}\left[pu\theta_t + (1-p)d\theta_t\right]$$

donde p y $1-p$ representan respectivamente las probabilidades de que en el momento $t+1$ la variable de estado sea igual a $u\theta_t$ y $d\theta_t$; y μ_G es la rentabilidad de equilibrio correspondiente al riesgo sistemático de G, es decir,

(*1.38*) $$\mu_G = R_f + \left(E(R_M) - R_f\right)\beta_G$$

donde β_G es igual a

(*1.39*) $$\beta_G = \frac{\operatorname{cov}(R_M, R_G)}{\sigma^2(R_M)}$$

factor cuyo valor puede obtenerse de la relación que liga al activo G y a la variable de estado, sin más que sustituir el valor de R_G

(*1.40*) $$R_G = \frac{\theta_{t+1} - G_t}{G_t}$$

en *(1.39)* de forma que:

(*1.41*) $$\beta_G = \frac{\operatorname{cov}\left(R_M, \frac{\theta_{t+1} - G_t}{G_t}\right)}{\sigma_M^2} = \frac{\operatorname{cov}(R_M, R_\theta)\frac{\theta_t}{G_t}}{\sigma_M^2} = \frac{\theta_t}{G_t}\beta_\theta$$

donde R_θ representa la variación relativa de la variable de estado y β_θ mide la relación entre la rentabilidad de la cartera de mercado y R_θ. Sustituyendo *(1.41)* en *(1.38)* y ésta a su vez en *(1.37)* se llega a que:

(*1.42*) $$G_t = \frac{u\theta_t p + d\theta_t(1-p)}{1 + r + \left(E(R_M - R_f\right)\beta_\theta \frac{\theta_t}{G_t}} \Rightarrow$$
$$G_t = \frac{u\theta_t p + d\theta_t(1-p) - (E(R_M - r)\beta_\theta\theta_t}{1+r}$$

y reemplazando esta expresión en (*1.35*) queda determinado el valor del parámetro λ

$$(1.43)\qquad \begin{aligned} & up + d(1-p) - \left(E(R_M) - r\right)\beta_\theta = \frac{1}{1-\lambda}u + \frac{-\lambda}{1-\lambda}d \Rightarrow \\ & \lambda = 1 - \frac{(u-d)}{p(u-d) - \left(E(R_M) - r\right)\beta_\theta} \end{aligned}$$

con lo que el valor de q y $(1-q)$ son iguales a:

$$(1.44)\qquad \begin{aligned} & q = p - \frac{\left(E(R_M) - r\right)}{(u-d)}\beta_\theta \\ & 1 - q = (1-p) + \frac{\left(E(R_M) - r\right)}{(u-d)}\beta_\theta \end{aligned}$$

Finalmente, sustituyendo q y $(1-q)$ por en la ecuación *(1.36)* obtenemos el valor actual de equilibrio del derecho objeto de análisis a partir de parámetros todos ellos conocidos o de fácil estimación a partir de información histórica:

$$(1.45)\quad C_t = \frac{1}{(1+r)}\left[\left(p - \frac{(E(R_M) - r)\beta_\theta}{(u-d)}\right)C_u + \left((1-p) + \frac{(E(R_M) - r)\beta_\theta}{(u-d)}\right)C_d\right]$$

De nuevo el valor del derecho es obtenido a partir de equivalentes de certeza de los valores futuros del derecho que son actualizados al tipo de interés libre de riesgo. Además, la fórmula obtenida es aplicable a cualquier derecho en el que la incertidumbre sobre sus futuros valores depende exclusivamente de una variable de estado cualquiera. El modelo puede ser fácilmente extendido a múltiples períodos o al caso continuo, quedando su validez únicamente condicionada a la correspondiente del modelo de equilibrio de activos financieros que se utilice y a la estabilidad del coeficiente β durante el período analizado.

Además, el modelo aquí presentado es más general que el binomial y permite justificar el corriente proceder en la valoración de las opciones antes aludido. En las líneas que siguen se demuestran ambas afirmaciones.

Consideremos en primer lugar que la variable de estado consiste en una acción que no reparte dividendos en el período *(t, t+1)*. En este caso, la rentabilidad esperada de la variable de estado coincide con el tanto de variación esperado en su precio, es decir, rentabilidad es igual a ganancias de capital, y por tanto:

$$(1.46)\qquad \mu_\theta = r + \left(E(R_M) - r\right)\beta_\theta = \alpha_\theta$$

además, el tanto de variación de la acción es por definición:

(*1.47*) $$\alpha_\theta = pu + (1-p)d - 1$$

De las dos expresiones anteriores se obtiene que $(E(R_M)-r)\beta_\theta$, término que aparece en la fórmula de valoración *(1.45)* es igual a:

(*1.48*) $$\begin{aligned}\big(E(R_M)-r\big)\beta_\theta &= \mu_\theta - r = \alpha_\theta - r = \\ &= up + d(1-p) - (1+r)\end{aligned}$$

con lo que los valores de q y $1-q$ utilizados en la ecuación de valor propuesta quedan de la siguiente forma:

(*1.49*) $$\begin{aligned} q &= p - \frac{\big(E(R_M)-r\big)\beta_\theta}{(u-d)} = p - \frac{\mu_\vartheta - r}{(u-d)} = p - \frac{\alpha_\vartheta - r}{(u-d)} \\ &= p - \frac{up + d(1-p) - 1 - r}{(u-d)} = \frac{(1+r)-d}{(u-d)} \\ 1-q &= (1-p) + \frac{\big(E(R_M)-r\big)\beta_\theta}{(u-d)} = 1-p+\frac{\mu_\vartheta - r}{(u-d)} = 1-p+\frac{\alpha_\vartheta - r}{(u-d)} \\ &= (1-p) + \frac{up + d(1-p) - 1 - r}{(u-d)} = \frac{u-(1+r)}{(u-d)}\end{aligned}$$

que son precisamente las probabilidades neutrales al riesgo utilizadas en el modelo binomial cuando el subyacente es una acción que no reparte dividendos, con lo que queda demostrado que ambos modelos proporcionan los mismos resultados. Además aplicando las probabilidades q y $1-q$ en el cálculo del tanto de crecimiento esperado del proceso ajustado por el riesgo obtenemos, al igual que del modelo binomial, el tipo de riesgo

(*1.50*) $$\begin{aligned}\alpha_\theta^{ajustado} &= uq + d(1-q) - 1 = \\ &= up - u\frac{\big(E(R_M)-r\big)\beta_\theta}{(u-d)} + d(1-p) + d - 1 = \\ &= \alpha - (u-d)\frac{\big(E(R_M)-r\big)\beta_\theta}{(u-d)} = \\ &= \alpha - \big(E(R_M)-r\big)\beta_\theta = \\ &= r\end{aligned}$$

Idéntica demostración puede realizarse en el caso en el que la variable de estado fuese una acción o instrumento financiero que reparte dividendos o similares a un tanto δ durante el

período considerado y en el caso en el que la variable de estado constituyese un activo no financiero que es empleado, entre otros usos, como medio de inversión, y que genera una utilidad neta de costes de almacenaje proporcional a su valor en el tanto δ. En este contexto, la rentabilidad esperada de la variable de estado puede expresarse como la suma de las ganancias esperadas de capital más el parámetro δ, es decir,

$$\mu_\theta = \alpha_\theta + \delta \tag{1.51}$$

con lo que las probabilidades de ajuste q y $1-q$ quedarían de la siguiente forma

$$\begin{aligned} q &= p - \frac{\left(E(R_M)-r\right)\beta_\theta}{(u-d)} = p - \frac{\mu_\vartheta - r}{(u-d)} = p - \frac{\alpha_\vartheta + \delta - r}{(u-d)} \\ &= p - \frac{up + d(1-p) - 1 + \delta - r}{(u-d)} = \frac{(1+r-\delta)-d}{(u-d)} \\ 1-q &= (1-p) + \frac{\left(E(R_M)-r\right)\beta_\theta}{(u-d)} = 1-p+\frac{\mu_\vartheta - r}{(u-d)} = 1-p+\frac{\alpha_\vartheta+\delta-r}{(u-d)} \\ &= (1-p) + \frac{up+d(1-p)-1-r}{(u-d)} = \frac{u-(1+r-\delta)}{(u-d)} \end{aligned} \tag{1.52}$$

y el nuevo tanto de variación esperado del proceso ajustado por el riesgo vuelve a coincidir con el derivado del modelo binomial,

$$\begin{aligned} \alpha_\theta^{ajustado} &= uq + d(1-q) - 1 = \\ &= up - u\frac{\left(E(R_M)-r\right)\beta_\theta}{(u-d)} + d(1-p) + d - 1 = \\ &= \alpha - \left(E(R_M)-r\right)\beta_\theta = \\ &= r - \delta \end{aligned} \tag{1.53}$$

Por último, cuando la variable de estado constituye una variable de naturaleza distinta a las anteriormente consideradas, el razonamiento de réplica y arbitraje del modelo binomial queda invalidado. El modelo arriba propuesto sigue permitiendo sin embargo determinar el valor de los derechos que cuyos futuros valores dependen de este tipo de variables. En este caso, el tanto de variación esperado del proceso ajustado es:

$$\begin{aligned} \alpha_\theta^{ajustado} &= uq + d(1-q) - 1 = \\ &= \alpha - \left(E(R_M)-r\right)\beta_\theta \end{aligned} \tag{1.54}$$

valor que coincide con el normalmente recomendado en los trabajos de opciones reales, sin embargo ahora, dotado de un nuevo significado.[64]

El supuesto de existencia de un activo de valores futuros perfectamente correlacionados con los de la variable de estado puede parecer en principio arriesgada, aunque no menos que la correspondiente que niega su realidad. Además, aun cuando dicho activo no sea negociado como tal en los mercados de capital, excluir la posibilidad de construir una cartera con aquellas características a partir de las oportunidades de inversión disponibles equivale a rechazar el supuesto de mercados completos, sobre el que se erigen buena parte de los modelos de equilibrio de la moderna teoría financiera. La existencia de mercados completos sustenta, por tanto, la definición del valor de equilibrio de dicho activo contingente, cuya bondad de estimación depende en última instancia de la validez de la relación de equilibrio del mercado empleada para determinar el valor del activo auxiliar, en este caso, el CAPM.

Además, si existiese el citado activo, la equivalencia entre precio de equilibrio y precio de mercado quedaría asegurada por el arbitraje. Pero aun cuando no se encuentre disponible entre el conjunto de oportunidades de inversión, el valor de mercado del derecho contingente evaluado tenderá a su valor de equilibrio en la medida en que los mercados funcionen de manera eficiente. Si el valor de mercado del derecho fuese superior al que se deriva del modelo de equilibrio, y siempre y cuando éste último fuese fiel reflejo del comportamiento del mercado, los inversores se mostrarían reacios a adquirir un activo cuya rentabilidad no llega a compensar al riesgo inducido por la variable de estado, y por tanto, sobrevalorado con respecto al resto de oportunidades de inversión. La escasez de demanda empujaría el precio a la baja hasta su valor de equilibrio. Argumento similar puede esgrimirse para justificar el incremento del precio de derechos con valor inferior al de equilibrio.

---

[64] Véanse, a modo de ejemplo, Majd y Pindyck (1987, pág. 11); Myers y Majd (1990, pág. 4); Kogut y Kulatilaka (1994, pág. 136); Kulatilaka (1995 a, pág. 90) y, especialmente, Quigg (1995, pág. 271)

Coincide también con los resultados de Constantinides (1978). Su razonamiento deductivo difiere sin embargo del aquí empleado. Constantinides establece la condición de equilibrio del CAPM al propio proyecto evaluado en lugar de emplear un segundo proyecto hipotético de valor perfectamente correlacionado con el de la variable de estado.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

II CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OPCIONES REALES

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

El enfoque de opciones reales parte del reconocimiento del importante papel que la gestión dinámica y continuada de los proyectos de inversión juega en la determinación del valor de éstos y, por tanto, en el análisis de su aceptación o rechazo. Desde la perspectiva de las opciones reales, la decisión de inversión constituye la primera de una prolongada cadena de subsiguientes elecciones y actuaciones que dirigen y moldean, en la medida de lo posible, los resultados del proyecto (Kester, 1984, pág. 153).

Aun cuando los frutos de los proyectos de inversión son continuamente inciertos y dependen del valor de variables parcial o totalmente exógenas al comportamiento de la empresa –tales como el precio determinado competitivamente del producto final, los costes de los factores productivos, la demanda del mercado, las actuaciones de la competencia o las decisiones de gubernamentales– sin embargo, sus directivos pueden influir significativamente sobre los resultados de la mayoría de los proyectos mediante determinadas acciones –como la paralización de las actividades, el abandono de la inversión, la ampliación y reducción de los recursos afectados al proyecto, o la reasignación de sus activos– en respuesta a las variaciones del valor del referido grupo de variables.

Esta discrecionalidad directiva (Myers, 1977, pág. 147), o si se prefiere, ésta flexibilidad de los proyectos, permite a los gestores de la empresa –aparte de justificar su empleo y sueldo– potenciar las ganancias y reducir las pérdidas, provocando la conocida asimetría de la distribución de resultados de las inversiones. De manera que la diferencia entre el valor de los proyectos empresariales y el actual de las correspondientes rentas esperadas responde a la gestión activa que sobre aquellos realizan los directivos de la firma (Kasanen y Trigeorgis, 1993, pág. 208).

La flexibilidad de las inversiones y la consecuente capacidad de la gestión para moldear los resultados de los proyectos se manifiesta en un conjunto de derechos de decisión, inherentes a la titularidad de las inversiones –y cuyo racional ejercicio es delegado por los titulares de la empresa en sus directivos–. La correcta valoración y selección de activos empresariales requiere en consecuencia, aparte del tradicional análisis de la rentabilidad y el riesgo, el estudio detallado de los sucesivos

resultados y de la flexibilidad de cada uno de los proyectos, de su posible evolución futura y de las consecuentes respuestas de la dirección.

En el presente capítulo se aborda el estudio de los principales modelos de valoración que tienen por objeto el análisis de los resultados no pecuniarios de las inversiones empresariales a partir de la analogía entre las opciones financieras y los derechos de decisión en los que se materializa la mencionada discrecionalidad directiva, y que conforman el referido enfoque de opciones reales. Con tal fin –y teniendo presente lo expuesto en el capítulo primero acerca de las posibilidades de extensión de los modelos de valoración de opciones financieras al análisis de sus homónimos reales–, son asumidos a lo largo del presente capítulo los supuestos clásicos en los modelos de opciones: que existe un activo libre de riesgo cuya rentabilidad es constante en el tiempo e idéntica al tipo de interés del préstamo y endeudamiento, que los mercados de capital son perfectos, que no existen restricciones en la inversión a corto, que la empresa es tomadora de precios y maximizadora del valor y que sus propietarios, que disponen de información completa sin coste, son aversos al riesgo.

El contenido de este segundo capítulo se inicia con el estudio de las opciones de crecimiento o derechos de inversión futura. La opción americana de inversión de vida perpetua definida sobre un ulterior proyecto cuyo valor sigue el patrón de comportamiento estocástico habitualmente asignado a los subyacentes financieros y de precio de ejercicio predeterminado y constante, dispone de una expresión analítica de valoración exacta cuya deducción y examen son considerados en el epígrafe primero. En este mismo apartado son evaluadas las posibilidades de valoración de la opción americana de inversión con vencimiento finito predeterminado; del derecho de inversión de precio de ejercicio aleatorio y los supuestos alternativos más frecuentemente empleados en la modelización de la evolución aleatoria del valor del activo subyacente.

El estudio de la opción de abandono de los proyectos de inversión constituye el objeto de análisis del epígrafe segundo. La ausencia de una fórmula de valoración exacta para la opción americana de venta a la que es asimilada el citado derecho de abandono motiva la referencia a varias de las aproximaciones analíticas más

conocidas. Son considerados además aquellos casos especiales para los que se conoce solución exacta en su valoración y discutidos los principales resultados que ofrecen las simulaciones numéricas ofrecidas por diferentes trabajos dedicados al estudio del precitado derecho.

En este apartado es abordado asimismo el análisis conjunto de la opción de inversión y de abandono y, en particular, el estudio de la conocida desincronización entre las causas y los efectos que definen las decisiones de inversión y de abandono como consecuencia de la simultanea concurrencia de incertidumbre, irreversibilidad y posibilidad de aplazamiento de las decisiones en el contexto de las asignaciones de recursos empresariales. Cierra el epígrafe tercero la consideración de la opción de abandono durante la construcción del proyecto, un caso particular a medio camino entre la opción de inversión y la opción de abandono.

La tercera parte de este segundo capítulo es dedicada al análisis de la flexibilidad operativa de la inversión empresarial. Son examinadas en este apartado las posibilidades de valoración y principales características de la opción de paralización y reinicio de las operaciones, de la opción de modificación del ritmo productivo y de las opciones de intercambio de factores y de productos. Cierra el capítulo la definición del VAN ampliado de las inversiones empresariales como la suma del VAN estático más el valor actual de sus opciones reales.

II.1 LAS OPCIONES DE CRECIMIENTO

Del análisis del precio de los capitales propios de las empresas que cotizan en los mercados bursátiles, destaca la disparidad entre éste y el valor actual de la renta que los accionistas esperan percibir de su participación en el capital de la firma (Kester, 1984; Kester, 1986; Pindyck, 1988, pág. 979; Gil, 1991; Copeland, Koller y Murrin, 1996). Con frecuencia, el precio de las acciones supera con creces el valor actual de los flujos futuros esperados, aún cuando en el cálculo de este último sean contemplados los efectos de la inflación y las consecuencias del crecimiento esperado en las ventas actuales de la empresa.

Siguiendo a Miller y Modigliani (1961, pág. 416), Myers (1977, pág. 150) distingue entre la parte del precio de la empresa explicada por decisiones de

inversión ya ejecutadas, y aquella otra inducida por decisiones futuras que tienen carácter discrecional. Si el precio de la firma en los mercados de capital representa el consenso de los inversores sobre la aparente capacidad de aquella para generar riqueza de forma sostenida a lo largo del tiempo, parece razonable atribuir parte del citado desajuste a las inversiones que el mercado espera que la dirección de la firma emprenda en el futuro. Así, una fracción del valor de mercado de los títulos de la empresa vendría determinada por la corriente de renta que sus propietarios calculan obtener de las actuales inversiones de la firma, mientras que otra parte sustancial reflejaría el rendimiento derivado de ulteriores empleos de capital por parte de aquella y que los inversores perciben como posibles. [65]

Esta distinción permite agrupar el conjunto de activos empresariales en dos carteras singulares, una primera formada por las inversiones ya realizadas, y una segunda constituida por las oportunidades de crecimiento futuro.[66] Las inversiones ejecutadas se materializan en un conjunto de activos, tangibles e intangibles, cuya gestión suministra una renta continua de flujos de tesorería de las que los distintos partícipes de la firma son propietarios. La cartera de oportunidades de crecimiento viene determinada por la anterior y está integrada por una serie de derechos sobre sucesivas inversiones susceptibles de realización por parte de la empresa, en un futuro más o menos cercano, cuando el discurrir de los acontecimientos así lo aconseje.

El papel jugado por las oportunidades de crecimiento, como activos empresariales específicos que permiten a su titular realizar futuras inversiones, no se agota en su significativa contribución al precio total de la empresa. Como ya señalara

---

[65] Lógicamente, ésta no es la única explicación posible a la observada divergencia entre el valor teórico de equilibrio de los títulos y su valor de mercado, y, de hecho, su estudio reciente viene motivando el renovado debate sobre la eficiencia del mercado, la validez de los modelos de valoración de activos financieros y los problemas asociados al contraste de estos últimos (Lakonishok, Shleifer y Vishny, 1994; Fama y French, 1995, 1996 y 1998; Black, 1993 y MacKinlay, 1995).

[66] Véanse Pindyck (1988, pág. 971 y 979) y Chung y Charoenwong (1991, pág. 21).

Myers (*op. cit.*), la anterior clasificación se difumina a la luz del análisis de los proyectos empresariales, resultando la distinción entre inversiones y oportunidades más de grado que de tipo. Por un lado, los derechos de crecimiento se encuentran implícitos y dispersos en la propiedad de un elevado número de activos organizacionales y afectan a una buena parte de las decisiones empresariales. Por otro, la mayoría de las inversiones de la empresa requieren de continuas y sucesivas decisiones y su valor de mercado puede ser parcialmente atribuido a aquellas. Los flujos de tesorería de los actuales proyectos dependen de ulteriores "inversiones discrecionales" –del ejercicio de derechos de inversión– que pueden consistir, por ejemplo, en el lanzamiento de campañas publicitarias, en el mantenimiento de los equipos productivos, o en la formación del personal de la firma. Esta reflexión lleva a Myers (*op.cit*, págs. 155–156) al extremo de calificar a todos los gastos variables, e incluso la aceptación pasiva de los fijos, de inversiones optativas, cuyo ejercicio dependerá del discurrir de futuros acontecimientos.

En general, y dentro del conjunto de oportunidades de crecimiento, es posible distinguir entre opciones de inversión propiamente dichas –también llamadas estratégicas– y opciones de ampliación y mantenimiento. Aunque todas ellas representan derechos de inversión, unas y otras se diferencian por el tipo de proyecto al que se refieren. Mientras que las oportunidades estratégicas proporcionan el derecho a invertir en negocios o proyectos que son nuevos para la firma, el ejercicio de las opciones de ampliación y mantenimiento repercute sobre inversiones previamente acometidas por la empresa.[67]

Este tipo de consideraciones revela la significación de las relaciones intertemporales de los proyectos empresariales, por otra parte insuficientemente reconocida por el pensamiento económico de la empresa. Mientras que la interdependencia entre los activos que en un momento determinado constituyen la

[67] Trigeorgis (1986) formula la anterior clasificación en términos de relaciones Inter– e Intra–proyectos. Las relaciones inter–proyectos vinculan, mediante las opciones estratégicas, inversiones que pueden ser consideradas diferentes aunque dependientes. Las relaciones intra–proyectos se refieren a la mutua dependencia que liga el presente y el futuro de cualquier proyecto.

estructura de inversión de la firma ha sido ampliamente aceptada y analizada por teóricos y profesionales de la empresa, financieros y estrategas, la vinculación secuencial de los proyectos de inversión no ha gozado –hasta hace poco– de la misma atención. El hecho de que las decisiones empresariales en general, y las de inversión en particular, no sean tomadas en un momento determinado en el tiempo y de una vez para siempre, sino adoptadas y revisadas de forma secuencial, pone de relieve la repercusión de la gestión actual de las oportunidades de inversión sobre el futuro de la empresa. El empleo de los capitales que la dirección de la firma realiza en determinado momento va a condicionar, de un modo u otro, el abanico de posibles decisiones futuras de inversión: "Cada uno de los proyectos que la empresa acomete no es más que un eslabón en una larga cadena de decisiones de inversión... El cómo y el cuándo se realice una inversión en el futuro dependerá del desarrollo de los acontecimientos, pero la disponibilidad de dicha oportunidad depende de las asignaciones anteriores" (Kester, 1984).[68]

El papel que cada uno de los proyectos juega en el futuro de la empresa aconseja abandonar el esquema simplista "aceptación–rechazo" –resultado de una visión estática del proceso decisional empresarial– y sustituirlo por un enfoque dinámico en el que sea planteada la sucesión temporal de los distintos desembolsos y proyectos y sus posibles futuras ampliaciones; decisiones que dependen de la composición inicial de la cartera de proyectos, de las futuras oportunidades, de las mutuas y respectivas interacciones y de la incierta evolución del conjunto de variables que influyen sobre su valor.[69]

---

[68] Kester (1993) ilustra esta afirmación en el ámbito del lanzamiento de productos: las repercusiones que sobre los distribuidores, consumidores finales y competencia ocasiona la introducción de un nuevo producto, aparte del aprendizaje de la firma, supedita el éxito o el fracaso de futuros lanzamientos, erigiéndose la secuencia temporal de productos en factor determinante del valor de la empresa.

Grenadier y Weiss (1997, pág. 398), por su parte, aplican este marco de análisis secuencial en el análisis de la estrategia de innovación tecnológica en la empresa.

[69] Al igual que ocurre con cada uno de los movimientos de una partida de ajedrez, que condicionan el conjunto de futuras posibilidades y que carecen de sentido cuando son considerados de

II.1.1 VALOR DE LA OPCIÓN DE INVERSIÓN

Una opción de inversión consiste en el derecho a emprender, antes de o en una fecha determinada, un nuevo proyecto en unas condiciones que pueden ser ciertas o aleatorias. Los dos elementos que mejor definen la idiosincrasia de las oportunidades de crecimiento son su carácter contingente y optativo. En cada momento el valor de las opciones de inversión depende, entre otros, del correspondiente de las variables que determinan los resultados de su ejercicio. Factores tales como los costes de producción, los tipos de interés, los gustos de los consumidores, el desarrollo tecnológico o las actuaciones de la competencia condicionan la rentabilidad del ejercicio del derecho y por tanto también su valor. No obstante, el valor de la opción de inversión va a ser siempre positivo independientemente del contexto dibujado por los factores críticos. La razón, su carácter optativo. Las oportunidades de inversión proporcionan el derecho, no la obligación, a adquirir otro activo en un determinado plazo, siempre y cuando; de dicho ejercicio se derive la maximización de la riqueza de los accionistas.[70]

Los proyectos de investigación y desarrollo, la entrada en un nuevo mercado o la adquisición de otra entidad constituyen claros ejemplos de inversiones que abren las puertas a nuevas inversiones para la empresa (Kester, 1993, pág.189). Se trata de compromisos que permiten la implementación de nuevos proyectos, erigiéndose los primeros en requisito previo indispensable o al menos en fuente de claros privilegios para la ejecución de los segundos.

Como ya se indicaba en el anterior capítulo, la analogía conceptual entre las oportunidades de inversión y las opciones financieras de compra inspira a Myers

---

forma individual y separada de la estrategia planeada, la justificación de cada una de las inversiones empresariales requiere un marco de análisis de amplios horizontes donde el conjunto de interacciones horizontales y verticales sean evaluadas. Desde esta perspectiva, es posible comprender el mantenimiento en las empresas de proyectos ruinosos, sin embargo generadores de nuevas oportunidades, o la desestimación de otros rentables, pero que erosionan el valor de ulteriores inversiones.

[70] La peor consecuencia que puede acarrear el derecho de inversión es su expiración inerte.

(1977) a proponer la utilización de la metodología de valoración en equilibrio de opciones financieras en la determinación del valor de las oportunidades de crecimiento de las empresas. Desde entonces, académicos de las áreas de microeconomía y finanzas han ensayado distintas adaptaciones de aquellos conceptos y herramientas a la idiosincrasia de las oportunidades empresariales. En las líneas que siguen se describen algunas de las propuestas de valoración ofrecidas por la reciente literatura económica y financiera que facilitan la identificación del valor teórico de las opciones de inversión.

II.1.1.1 La opción de crecimiento perpetua con precio de ejercicio conocido y constante

El derecho a invertir, en cualquier fecha venidera, una cantidad conocida y constante, en la implementación de un proyecto futuro puede formularse en términos de una opción de compra americana y perpetua con precio de ejercicio cierto y fijo. Sea C_t el precio de equilibrio en el instante actual t del derecho a destinar I unidades monetarias en un momento futuro $t+T$ en la adquisición de la propiedad del conjunto de activos que configuran una ulterior inversión. En principio, parece lógico suponer que éste valor depende, al menos, del precio actual del proyecto subyacente, de su evolución futura esperada y de la naturaleza del propio derecho.

El precio presente del activo subyacente, público y objetivo cuando es negociado en mercados mínimamente eficientes, no goza de los mismos privilegios cuando se refiere a proyectos empresariales, por lo general sujetos a mercados, si es que existen, estrechos e ineficientes. En este último caso, resulta obligado recurrir a la obtención de medidas aproximadas de su valor real. Cuando la adquisición de la titularidad del proyecto suministre únicamente el derecho de propiedad de una renta independiente del comportamiento de la empresa, los modelos de equilibrio del mercado de capitales facilitan una buena estimación de su valor. En caso contrario, si los flujos futuros que proporciona el proyecto dependen de las posteriores decisiones que los gestores pudieran adoptar, la estimación de su valor actual requiere de las técnicas del análisis contingente descritas a lo largo del presente capítulo.

El valor del derecho a adquirir un activo por un determinado precio en una fecha futura depende además de la posibilidad de ejercitar tal privilegio y por lo

tanto del futuro desarrollo experimentado por el valor del subyacente. Comoquiera que la volatilidad y la incertidumbre son dos de las propiedades más frecuentes del comportamiento de los valores futuros de activos y proyectos empresariales, la estimación de la correspondiente evolución futura se presenta como uno de los problemas de necesaria resolución previa al proceso mismo de valoración de inversiones. En un buen número de situaciones, parece sin embargo factible suponer una cierta estructura en los sucesivos movimientos estocásticos del precio del proyecto y solventar de este modo la precitada dificultad de estimación.

Como práctica habitual, los modelos de valoración de opciones financieras proponen el proceso estocástico geométrico browniano como fiel representante de la evolución dibujada por los continuos cambios aleatorios del precio de los activos financieros con riesgo, costumbre que ha sido ampliamente extendida en la modelización del comportamiento del valor de los proyectos empresariales. Bajo este supuesto, y denotando por S_t el valor del proyecto subyacente en el momento t, el perfil aleatorio de su evolución continua infinitesimal queda definido por la siguiente expresión:

$$dS_t = \alpha S_t dt + \sigma S_t dz_t \tag{2.1}$$

donde α representa el tanto de crecimiento-decrecimiento esperado en el valor del proyecto subyacente en el intervalo $(t, t+1)$, σ la desviación típica de dicha variación en el citado intervalo, y dz_t simboliza el movimiento infinitesimal en el intervalo dt de un proceso de Wiener, es decir,

$$dz_t = \varepsilon_t \sqrt{dt} \tag{2.2}$$

siendo ε_t una variable aleatoria normal de media cero y varianza uno.[71]

[71] El proceso de Wiener verifica la propiedad de Markov según la cual los valores futuros de la variable que sigue dicho proceso dependen únicamente de su precio actual, el cual recoge toda la información relevante contenida en los precios históricos. Además las sucesivas variaciones del valor de la variable son independientes entre sí y poseen idéntica distribución de probabilidades. Sobre las

La ecuación (*2.1*) implica que el precio del activo subyacente varía en el intervalo infinitesimal (*t, t+dt*) en parte de forma determinista –su valor incrementa en αSdt unidades monetarias– y en parte de manera estocástica, al incremento anterior hay que añadirle el montante aleatorio, positivo ó negativo, de σSdz unidades monetarias.[72]

Por tanto, los propietarios del activo subyacente disfrutan de las variaciones estocásticas del precio del proyecto que son obtenidas, en forma de ganancias de capital, a un tanto instantáneo esperado igual a αdt. Si además la inversión genera una corriente de flujos de tesorería, entonces la rentabilidad total obtenida por la propiedad del proyecto viene determinada por la suma de las ganancias de capital más la renta generada. Si suponemos que este último componente de la rentabilidad se obtiene de forma continua y proporcional al valor de mercado de la inversión, siendo δdt el coeficiente de proporcionalidad instantáneo, entonces el flujo de tesorería que el propietario del activo subyacente obtiene en el intervalo *(t, t+dt)* coincidirá con $\delta S_t dt$. Así, la rentabilidad total –revalorización del precio más renta generada por el proyecto de inversión– durante el período infinitesimal de amplitud *dt* será:

$$\mu dt = \alpha dt + \sigma dz + \delta dt$$

propiedades de los procesos estocásticos en general, y el proceso de Wiener en particular, véanse Cox y Miller (1977), Karlin y Taylor (1975 y 1981) ó Harrison (1985).

[72] Que el valor de mercado de un activo siga un proceso estocástico geométrico browniano, también llamado proceso de difusión lognormal, implica que los cambios en el logaritmo neperiano de los precios del proyecto siguen un movimiento estocástico browniano simple de media $(\alpha - 1/2\sigma^2)t$ y varianza $\sigma^2 t$, y que la media y la varianza del incremento relativo en el precio del proyecto aumenta linealmente con el horizonte temporal.

Este tipo de representación es consistente con el comportamiento del valor de un proyecto que genera flujos de tesorería estocásticos según una distribución lognormal, los cuales son continuamente reinvertidos a lo largo del tiempo en una proporción constante (Sick, 1989; pág. 25).

y su rentabilidad instantánea esperada vendrá definida por:[73]

$$\mu\, dt = \alpha\, dt + \delta\, dt$$

A partir de los supuestos enunciados y siguiendo a Black y Scholes (1973) y Merton (1973a), resulta sencillo deducir el valor de la oportunidad de inversión a partir de la cartera libre de riesgo integrada por la oportunidad y la subsiguiente inversión. Siempre que el mercado permita mantener posiciones cortas y largas tanto en el proyecto como en la oportunidad de inversión analizada es posible construir una cartera con estos dos activos, eligiendo la participación de cada uno de ellos de manera que el resultado futuro se manifieste cierto y conocido *a priori*. Puede comprobarse que basta con combinar la compra y venta a corto de la oportunidad de inversión y de $\partial C/\partial S$ unidades del proyecto respectivamente, para que la cesta se mantenga libre de riesgo dentro del intervalo infinitesimal comprendido entre t y $t+dt$.

En el periodo de amplitud dt la rentabilidad proporcionada por la cartera así definida viene determinada por la siguiente expresión:

$$dC - \frac{\partial C}{\partial S} dS - \delta \frac{\partial C}{\partial S} S dt$$

en la que los dos primeros términos representan la variación infinitesimal del precio de la inversión en la oportunidad y el proyecto respectivamente, y el tercero el coste de la venta a corto del subyacente durante el período $(t,\ t+dt)$. Desarrollando el primer elemento a partir del lema de Itô, se obtiene la rentabilidad total de la citada cartera, que es conocida con certeza en el momento t al no depender de ninguna variable aleatoria:

[73] Nótese que mientras que el propietario del proyecto subyacente percibe su rentabilidad total, el propietario de la opción tan sólo podrá beneficiarse, en su caso, de parte de la rentabilidad del proyecto, la que corresponde a las ganancias de capital, y no de la derivada de los flujos de tesorería generados.

$$\frac{\partial C}{\partial S}dS + \frac{1}{2}\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}S^2\sigma^2 dt - \frac{\partial C}{\partial S}dS - \delta\frac{\partial C}{\partial S}Sdt =$$
$$= \frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}dt - \delta\frac{\partial C}{\partial S}Sdt$$

Para que el mercado se encuentre en equilibrio es necesario que no existan oportunidades de arbitraje sin explotar, y por tanto, la rentabilidad de esta cartera debe coincidir con la del activo libre de riesgo, *r*, esto es:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2}dt - \delta\frac{\partial C}{\partial S}Sdt = rCdt - r\frac{\partial C}{\partial S}Sdt$$

Dividiendo ambos miembros de la igualdad por *dt* y reordenando obtenemos la siguiente ecuación diferencial:

(*2.3*) $$\frac{1}{2}\sigma^2 S^2\frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + (r-\delta)S\frac{\partial C}{\partial S} - rC = 0$$

La solución de esta ecuación proporciona el valor de equilibrio de la oportunidad de inversión analizada que viene además delimitada por las siguientes condiciones de contorno:

(*2.3a*) $si\ S_t = 0$ entonces $C_t = 0$

(*2.3b*) $C(S^*) = S^* - I$

(*2.3c*) $$\frac{\partial C(S^*)}{\partial S} = 1$$

La primera de las condiciones se deriva directamente de las propiedades de la opción de inversión y el proceso estocástico supuesto para el precio del subyacente. Por su parte, las igualdades (*2.3b*) y (*2.3c*) –conocidas como condiciones *Value-Matching* y *Smooth Pasting* respectivamente– cumplen la función de establecer el

valor crítico del activo subyacente que optimiza el ejercicio de la oportunidad de inversión.[74]

Resolviendo (*2.3*) junto con (*2.3a*), (*2.3b*) y (*2.3c*) se obtiene el valor de equilibrio, en el instante *t,* de la oportunidad de inversión en función: del precio actual del proyecto, S_t ; de su volatilidad, σ^2; del desembolso requerido para su implementación, I; de su rentabilidad vía flujos de tesorería, δ; y del tipo de interés libre de riesgo, r.

(*2.4*) $$C_t = \begin{cases} A \bullet S_t^{\,b} & 0 \le S_t \le S^* \\ S_t - I & S_t > S^* \end{cases}$$

donde $$A = \frac{(S^* - I)}{S^{*b}}$$

$$S^* = \frac{b}{b-1} \bullet I$$

$$b = \frac{1}{2} - \frac{r-\delta}{\sigma^2} + \sqrt{\left(\frac{r-\delta}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}}$$

Aparte de un método analítico inmediato para la estimación del valor de la oportunidad perpetua de inversión,[75] la formula anterior permite plantear y analizar las relaciones entre el precio de equilibrio de la opción y los valores de los distintos factores que intervienen en aquella. Pindyck (1991, págs. 1122–1124), Dixit y Pindyck (1994, págs.: 152–159) y Quigg (1995, págs.: 270–271) evalúan las

[74] La condición smooth pasting es también denominada High–order Contact. Véase Merton (1973a, pág. 171) y Dixit y Pindyck (1994, págs.: 130 y ss.). Samuelson (1965) ya establece esta condición en la determinación del valor de derivados.

[75] Esta fórmula analítica es empleada, por ejemplo, en Quigg (1995) para valorar la opción de inversión que se adquiere mediante la compra de terrenos. Puesto que la titularidad del solar ofrece a su comprador la posibilidad de construir sobre él en cualquier momento futuro, la correcta valoración del primero debe considerar conjuntamente, tanto los flujos de tesorería directos derivados de la actual explotación del terreno como el precio de la correspondiente opción americana.

relaciones entre los diferentes parámetros que intervienen en la fórmula de valoración y el valor de la opción de inversión.

Como principales propiedades pueden extraerse las siguientes. El valor de la oportunidad de inversión se encuentra positivamente relacionado con el precio actual del proyecto subyacente. Además el valor de la opción de inversión, C_t, es mayor que el VAN del proyecto, S_t–I, para todos aquellos precios del subyacente inferiores al valor crítico S, coincidiendo con el valor de la inversión en el resto de casos. Esto implica, por una parte, que el valor de la oportunidad de invertir es siempre mayor o igual que el del compromiso inmediato y, por otra, que el cálculo tradicional del VAN del proyecto normalmente subestima el verdadero valor de la oportunidad de inversión.

Con respecto a la volatilidad del valor del proyecto subyacente se demuestra, *ceteris paribus*, que mayor incertidumbre incrementa el valor de la opción de inversión.[76] Este resultado se deriva de la propia naturaleza del derecho que, como tal, permite beneficiarse de los incrementos del precio del proyecto y eludir todo perjuicio proveniente de su depreciación. Mientras que el incremento del riesgo aumenta por igual el tamaño de las posibles ganancias y pérdidas del activo subyacente, el carácter optativo del derecho de inversión hace que sólo sus resultados positivos sean los que resultan ampliados. De la fórmula de valoración se desprende también que el incremento de la incertidumbre que afecta al proyecto subyacente eleva el valor crítico de ejercicio de la opción y aleja el correspondiente momento esperado de inversión.[77]

---

[76] Esta relación podría explicar que el valor de mercado de empresas cuyo activo está constituido mayoritariamente de oportunidades de inversión aumente ante al incremento de la incertidumbre.

[77] Parece lógico que cuanto más elevada sea la volatilidad del valor del subyacente, mayor sea el precio de ejercicio que justifica el compromiso y también la demora de la inversión. En relación al efecto represor de la incertidumbre sobre la inversión véase Marzoukos y Templitz–Sembitzky (1991, pág.6).

Esta dependencia se torna sin embargo ambigua cuando es considerado de forma simultanea el efecto de la volatilidad del proyecto tanto sobre los posibles valores futuros del derecho como sobre la propia rentabilidad esperada del subyacente. Si, como la teoría financiera establece, la rentabilidad esperada de las inversiones se encuentra positivamente relacionada con su riesgo, entonces el incremento de este último provocaría la caída del precio actual del subyacente y por tanto también el del derecho, compensando así parte del efecto positivo antes comentado.

En particular, si la rentabilidad esperada de equilibrio del subyacente verifica la relación fundamental del CAPM, esto es,

$$\mu_S = r + \left(E(R_M) - r\right)\rho_{SM}\frac{\sigma_S}{\sigma_M} \tag{2.5}$$

entonces, las consecuencias de la mayor volatilidad del subyacente sobre el valor del derecho dependerán de la correlación del proyecto de inversión con el mercado. En los casos en los que la rentabilidad del proyecto de inversión se halle incorrelacionado con el mercado, es decir cuando el riesgo total sea completamente diversificable, las variaciones de su volatilidad tan sólo afectarían a los posibles resultados futuros del derecho, con lo que la relación entre riesgo y valor de la opción de inversión sería de signo positivo.

Cuando la rentabilidad del activo responda positivamente a cambios de la rentabilidad de la cartera de mercado, el efecto positivo del incremento de la volatilidad del proyecto sobre el valor del derecho, vía incremento de los futuros resultados positivos de éste, será aminorado por el de signo contrario derivado del incremento de la rentabilidad esperada del subyacente. Por su parte, cuando la rentabilidad del proyecto se encuentre negativamente relacionada con el mercado, el incremento de su riesgo repercutirá positivamente sobre el valor del derecho tanto por la disminución de la rentabilidad esperada del subyacente como por el

incremento de la dispersión de la distribución de probabilidad de los resultados del propio derecho.[78]

De manera similar, la rentabilidad del activo libre de riesgo afecta simultáneamente al valor del proyecto subyacente, a través de su influencia positiva sobre su rentabilidad esperada, y al precio de la opción de inversión, por medio de su relación negativa con el valor actual del precio de ejercicio. De manera conjunta, el tipo de interés ejerce una influencia positiva sobre el valor de la opción y sobre el valor crítico de ejercicio, pero siempre matizada por la sensibilidad del resto de parámetros con respecto a aquél.[79]

II.1.1.2 Valor de la opción de inversión con fecha de expiración predeterminada

En el apartado anterior se analizaba el valor de una opción de inversión que proporciona el derecho a adquirir el proyecto subyacente en cualquier momento futuro. La fecha de ejercicio no sufría ningún tipo de limitación temporal y su eficacia se extendía hasta el infinito. En determinadas ocasiones, las oportunidades empresariales comportan no obstante una fecha de vencimiento que actúa como límite máximo de ejercicio. Bajo estas circunstancias, las fórmulas de valoración

---

[78] En la formulación de estos resultados estamos suponiendo que el riesgo de la rentabilidad de la cartera de mercado permanece constante cuando varía el del proyecto de inversión. Sin embargo, aún cuando aquél respondiese a variaciones en el riesgo del subyacente, el cambio de la varianza de la rentabilidad del mercado derivada de la variación del riesgo del proyecto siempre sería inferior que este último, con lo que aquellas relaciones seguirían verificándose.

Por otra parte, el hecho de que el incremento de la incertidumbre del proyecto subyacente haga incrementar el valor de la opción es consecuencia de las propiedades del proceso estocástico supuesto sobre la continua evolución del activo subyacente. En otras circunstancias, mayor incertidumbre pudiera provocar el efecto contrario McDonald y Siegel (1986, pág. 714).

[79] En Dixit y Pindyck (1994, pág. 156) se muestra como cuando δ y r varían de forma exactamente proporcional, el incremento de los tipos de interés provoca una disminución del precio crítico de inversión, estimulando por tanto el ejercicio de la opción.

propuestas han de ser adaptadas para incorporar el efecto del paso del tiempo en el valor de la opción.[80]

Suponiendo de nuevo que el activo subyacente proporciona a sus propietarios un flujo de tesorería continuo proporcional a su precio, y que este último evoluciona según el proceso geométrico browniano representado en (*2.1*), el valor de equilibrio de la opción de inversión puede obtenerse a partir de la condición de equilibrio que ha de verificar la cartera libre de riesgo constituida por la opción y $\frac{\partial C}{\partial S}$ unidades del proyecto subyacente y que conduce a la siguiente ecuación diferencial en derivadas parciales,[81]

$$(2.6) \qquad \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 C}{\partial S^2} + (r-\delta)S\frac{\partial C}{\partial S} + \frac{\partial C}{\partial t} - rC = 0$$

La naturaleza de la opción con vencimiento limitado junto con las condiciones de optimización de la misma definen el siguiente sistema de ecuaciones de contorno que debe verificar su valor de equilibrio:

$$(2.7a) \qquad C(S) = 0 \quad \text{cuando } S = 0$$

$$(2.7b) \qquad C(S) = S - I \quad \text{para } S = S^*$$

---

[80] Si bien es cierto que la perpetuidad del derecho de inversión parece sin duda un caso extremo poco realista, no lo es menos que su opuesto, es decir, la expiración inmediata del derecho, resulta aún más difícil de aceptar; con lo cual, la consideración de una opción de inversión perpetua será siempre menos irrealista que el supuesto, habitual en la aplicación ingenua del criterio VAN, de expiración inmediata (Ross, 1995, pág. 98). Si a esto le unimos el hecho –teóricamente comprobado por Ingersoll y Ross (1992)– de que la mayor proporción del valor de la opción de inversión procede del aplazamiento en el corto plazo, la adopción del supuesto de perpetuidad de las opciones de inversión se manifiesta claramente como un problema menor en la valoración de las inversiones empresariales.

[81] Esta oportunidad de inversión coincide con la opción americana con vencimiento fijo definida sobre una acción que reparte continuamente dividendos proporcionales a su precio.

(*2.7c*) $$\frac{\partial C(S)}{\partial S} = 1 \quad \text{en} \quad S = S^*$$

(*2..7d*) $$C_T = max\ (S_T - I;\ 0)$$

Las condiciones (*2.7a*), (*2.7b*) y (*2.7c*) coinciden con las planteadas en el caso de vencimiento indefinido de la opción, mientras que la ecuación (*2.7d*) establece la condición límite que ha de cumplir el valor de la oportunidad en la fecha de vencimiento. El sistema formado por la ecuación (*2.7*) y las condiciones (*2.7a–d)* no permite obtener una relación analítica de equilibrio entre el precio de la opción y el resto de variables, aunque este valor puede ser estimado a partir de los procedimientos numéricos habituales en la teoría de opciones.[82]

En la valoración de este tipo de derechos resulta conveniente observar dos de las proposiciones formuladas por Merton (1973a, pág. 143 y ss.). En primer lugar, el precio de la opción europea definida sobre el mismo activo subyacente con idéntica fecha de vencimiento es siempre inferior que el valor de la correspondiente opción americana. En segundo lugar, el precio de la opción americana perpetua definida sobre el mismo activo subyacente es siempre superior al valor de la opción con fecha de vencimiento limitada. Por tanto, el valor de estos dos derivados, para los cuales se dispone de fórmulas analíticas, pueden utilizarse como límite superior e inferior respectivamente en la acotación del valor de la opción americana con fecha de ejercicio finita definida sobre un subyacente que reparte dividendos de manera continua y proporcional a su precio de mercado. La información revelada por los citados límites complementa la aplicación de las técnicas de resolución numérica en

[82] Entre los diferentes métodos que son utilizados para determinar el valor de las opciones para los que no existe una solución analítica exacta destacan la aproximación numérica, la simulación de Monte Carlo, los modelos de diferencias finitas y el modelo binomial. En Geske y Shartri (1985) y Trigeorgis (1991a) se ofrecen sendas comparaciones de la precisión, consistencia y eficiencia de las más comunes alternativas de aproximación.

la valoración del derecho de inversión con fecha de vencimiento predeterminada (Sick, 1989, pág. 25).[83]

Laughton y Jacoby (1991) aproximan la solución del modelo que rige la evolución del valor de equilibrio del derecho de explotación de una reserva petrolífera, previamente explorada, mediante la transformación de la ecuación diferencial (*2.6*) en otra de diferencias finitas implícitas. El derecho de inversión evaluado se haya definido sobre un activo que genera flujos de tesorería al comienzo de cada año de su vida económica y que es ejercitable exclusivamente al inicio de los cinco años inmediatos.[84] De manera similar, Siegel, Smith y Paddock (1987) y Paddock, Siegel y Smith (1988) recurren a la resolución numérica del sistema formado por la ecuación y sus condiciones de contorno para valorar respectivamente la opción americana de inversión en la construcción de una planta de extracción de hidrocarburos que genera flujos de tesorería de manera continua y proporcional a su valor de mercado y el de otra de idénticas características definida sobre la inversión previa de exploración de la reserva; mientras que Titman (1985) y Smit (1997) optan por el empleo del modelo binomial para determinar el valor de la opción de inversión

[83] Además, cuando el anterior derecho se encuentre definido sobre un proyecto que no genere flujos de tesorería durante la vigencia del derecho, éste nunca será ejercitado con anterioridad a su vencimiento y, por tanto, su valor de equilibrio coincidirá con el precio de la opción europea equivalente (Merton, *op. cit*., teorema 2, pág. 144). En este caso la ecuación de valoración coincide con la fórmula de Black y Scholes para opciones europeas definidas sobre activos que no reparten dividendos durante la vigencia de la opción.

[84] Se trata, por tanto, de un caso especial de la opción de compra americana, de duración finita, contratada sobre un activo que reparte dividendos, en el que el ejercicio está limitado a unas fechas concretas durante la vigencia del derecho.

Esta misma opción de inversión pseudo-americana es también el objeto de análisis de Lee (1997), en donde se recurre al procedimiento iterativo regresivo para determinar el valor actual de la opción de invertir en un centro comercial en un contexto de incertidumbre sobre la evolución de los tipos de interés a corto plazo, aunque, en este caso, el proceso que se supone que sigue la variable de estado es el de reversión a la media.

implícita en la propiedad de terrenos urbanizables y reservas petrolíferas, respectivamente.

Las simulaciones numéricas obtenidas en los citados trabajos confirman la relación positiva del valor de los derechos de inversión con la volatilidad de la variable de estado y el plazo hasta la fecha de vencimiento. Además el efecto de las variaciones de estos parámetros se manifiesta más relevante cuanto menor es el valor intrínseco de las opciones. El precio crítico de ejercicio de la opción de inversión nuevamente incrementa con la desviación típica de la variable de estado y disminuye paulatinamente con el transcurso del plazo de vencimiento hasta justo antes de la fecha de espiración, momento en el cual la caída se acelera hasta alcanzar el valor crítico de la opción europea.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

II.1.1.3 Valor y coste de la inversión aleatorios

Hasta aquí se venía considerando que el coste de la inversión era conocido de forma cierta con antelación al ejercicio del derecho. Sin embargo, en no pocas ocasiones, tanto el valor del proyecto subyacente como el futuro desembolso requerido varían de forma aleatoria a lo largo del tiempo. En estos casos, la opción contiene simultáneamente un derecho de compra y otro de venta, el primero definido sobre el activo que es adquirido y el segundo sobre el montante incierto que es entregado. La valoración de este tipo de opciones requiere consideraciones adicionales acerca del comportamiento estocástico conjunto definido por ambas variables. [85]

Merton (1973a, pág. 173) formula, a partir de la analogía con la opción de precio de ejercicio constante en un contexto de tipos de interés estocásticos, la expresión analítica que determina el valor de equilibrio de la opción de compra europea definida sobre una acción que no paga dividendos durante la vigencia del derivado. En la misma línea, Margrabe (1978) y Fischer (1978) deducen la fórmula

[85] Estas opciones resultan de gran utilidad en la interpretación y valoración de oportunidades de inversión que aún disfrutando de un precio futuro de ejercicio cierto y fijo, sean poseídas en contextos de inflación incierta. Véase Fischer (1978, págs. 172 y ss.).

de valoración de la opción europea con precio de ejercicio incierto y definida sobre un activo que no reparte dividendos.[86] Ambos trabajos sientan las bases del análisis de las opciones de compra con precio de ejercicio estocástico, motivando posteriores aplicaciones y extensiones del modelo.

Sea C_t el valor en t del derecho a entregar un activo de precio actual I_t por la adquisición en el momento T de otro activo de valor S_t. Si ninguno de los activos proporcionan rentabilidad alguna distinta a las correspondientes ganancias de capital y además sus precios, S_t e I_t, varían de forma estocástica en el tiempo según un proceso geométrico browniano, entonces las rentabilidades coincidirán con:

(*2.8*) $$dS = \alpha_S S dt + \sigma_S S dz_S$$

(*2.9*) $$dI = \alpha_I I dt + \sigma_I I dz_I$$

siendo $\alpha_S dt$ y $\alpha_I dt$ los respectivos tantos de crecimiento esperado y $\sigma^2_S S dt$ y $\sigma^2_I I dt$ las varianzas instantáneas de los procesos.

El valor de la opción depende de los valores actuales del subyacente y del precio de ejercicio, de su posible evolución futura y del tipo de interés libre de riesgo. Es decir,

(*2.10*) $$C_t = F(S_t, I_t, \sigma_S^2, \sigma_I^2, \rho_{S,I}, r)$$

donde $\rho_{S,I}$ representa el coeficiente de correlación entre los procesos de Wiener dz_S y dz_I.

La propiedad de homogeneidad lineal del precio de la opción[87] permite simplificar la expresión (*2.*10) en otra opción con precio de ejercicio constante igual a la unidad:

---

[86] En Margrabe (1978) esta opción es interpretada como el derecho a entregar un activo arriesgado a cambio de la propiedad de otro igualmente arriesgado.

[87] Véase Merton (1973a, pág. 149) y Margrabe (1978, pág. 178).

(2.11) $$C_t = I_t f(x_t, 1, \sigma_S^2, \sigma_I^2, \rho_{S,I}, r)$$

donde $x_t = \frac{S_t}{I_t}$ y aplicando el teorema de Itô

$$dx = \frac{\partial x}{\partial S} dS + \frac{\partial x}{\partial I} dI + \frac{1}{2}\left(\frac{\partial^2 x}{\partial S^2}\sigma_S^2 S^2 + \frac{\partial^2 x}{\partial I^2}\sigma_I^2 I^2 + \frac{\partial^2 x}{\partial S \partial I}\sigma_S S \sigma_I I \rho_{SI} + \frac{\partial x}{\partial t}\right) dt$$

Gracias a esta transformación, los argumentos de réplica y arbitraje pueden volver a utilizarse de la misma forma que en los casos anteriores, quedando el valor de equilibrio de la opción definido por la siguiente expresión:[88]

(2.12) $$C_t = S_t N(d_1) - I_t N(d_2)$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{I_t}\right) + \frac{1}{2}\sigma^2 (T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

La fórmula anterior permite además determinar el valor actual de la opción americana equivalente, puesto que, bajo los supuestos enunciados, el momento óptimo de esta opción coincide con su fecha de vencimiento (Margrabe, *op.cit.*, pág. 180).

En general, cuando las rentabilidades esperadas de equilibrio de sendos activos objeto de intercambio sean superiores a los tantos medios de crecimiento, es decir,

$$\delta_S = \mu_S - \alpha_S > 0$$
$$\delta_I = \mu_I - \alpha_I > 0$$

[88] Alternativamente, la cartera formada por la opción, $-\frac{\partial C}{\partial S}$ unidades de *S* y $-\frac{\partial C}{\partial I}$ unidades de *I*, permite establecer la condición de arbitraje que regula el precio de equilibrio del derivado (Margrabe, *op.cit.*, pág. 178.)

entonces, el valor de la opción europea de intercambio viene determinado por la expresión:[89]

$$C_t = S_t e^{-\delta_S (T-t)} N(d_1) - I_t e^{-\delta_I (T-t)} N(d_2) \tag{2.13}$$

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_t}{I_t}\right) + \left(\delta_I - \delta_S + \frac{\sigma^2}{2}\right)(T-t)}{\sigma\sqrt{(T-t)}}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{T-t}$$

La expresión anterior no resulta, sin embargo, apropiada para valorar aquellos derechos que puedan ejercitarse en cualquier momento durante la vida de la opción. En este caso, la posibilidad de ejercicio prematura incrementa el valor del derecho frente a la opción europea equivalente. En la valoración del derecho americano, la ecuación diferencial en derivadas parciales que regula su valor de equilibrio coincide con la de la opción europea, si bien a las condiciones de contorno de esta última es necesario añadir las ecuaciones que definen el ejercicio óptimo. El sistema así formado carece de solución analítica exacta, por lo que es necesario recurrir a métodos numéricos.

En la resolución de este problema de valoración Carr (1995) ofrece una interesante alternativa a los métodos tradicionales. Siguiendo a Geske y Johnson (1984), Carr define la opción americana como el límite de una secuencia de opciones pseudo–americanas, derechos que pueden ser ejercitados sólo en determinados momentos discontinuos en el tiempo, cuando el número de fechas de ejercicio tiende a infinito. Debido a que la complejidad de la fórmula de valoración de la opción pseudo–americana con *n* posibles fechas de ejercicio aumenta exponencialmente con

[89] Nótese que en la fórmula de valoración no aparece por ninguna parte el tipo de interés libre de riesgo. La razón estriba en que el coste de oportunidad de la opción ya no es *r* sino la rentabilidad por dividendos o similares, δ_I, a la que renuncia el propietario de la opción con su ejercicio.

n, Carr propone emplear la extrapolación de Richardson para aproximar el valor de la opción, esto es:[90]

(*2.14*)
$$E_n \approx \frac{1}{2}E_1 - 4E_2 + \frac{9}{2}E_3$$

donde E_n representa el valor de equilibrio de una opción con *n* fechas posibles de ejercicio.[91]

Frente a este último tipo de derechos, las opciones perpetuas sí disponen de una fórmula analítica de valoración. Empleando los mismos argumentos de réplica y arbitraje, o alternativamente la ecuación fundamental del CAMP como en McDonald y Siegel (1986, págs.: 711–717), puede demostrarse que la relación de equilibrio que rige el valor del derecho a invertir en cualquier momento futuro en un posible proyecto de desembolso aleatorio, es la siguiente,

(*2.15*)
$$C_t = \begin{cases} AS_t^b & \dfrac{S_t}{I_i} < X^* \\ S_t - I_t & \dfrac{S_t}{I_i} \geq X^* \end{cases}$$
$$A = \frac{X^* - I_t}{X^{*b}} \quad ; \quad X^* = \frac{b}{b-1} I_t$$
$$b = \frac{1}{2} - \frac{\delta_I - \delta_S}{\sigma^2} \sqrt{\left(\frac{\delta_I - \delta_S}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + 2\frac{\delta_I}{\sigma^2}}$$
$$\sigma^2 = \sigma_S^2 + \sigma_I^2 + 2\rho_{SI}\sigma_S\sigma_I$$

[90] Esta extrapolación es propuesta en Geske y Johnson (*op. cit.*) para la aproximar analíticamente el valor de la opción de venta americana.

[91] Véase Carr (*op.cit.*, págs.: 114–117) para la obtención y expresión final de los valores de E_1, E_2 y E_3. Nótese así mismo la similitud con el planteamiento de Laughton y Jacoby (1991)

Esta expresión se diferencia de la fórmula de valoración de la opción perpetua con precio de ejercicio cierto y fijo en tres sentidos.[92] En primer lugar, ya no existe un único precio del activo subyacente, S, a partir del cual resulta óptimo el ejercicio de la opción, sino que existen una relación crítica entre el valor del activo subyacente y el precio de ejercicio, S^*/I^*, que marca la política de decisión óptima. En segundo lugar, la rentabilidad del activo libre de riesgo es sustituida por el parámetro δ_I que representa la rentabilidad por dividendos o similares a la que el propietario de la opción renuncia mediante su ejercicio. Y en tercer y último lugar, la volatilidad del valor del proyecto subyacente, σ_S^2, es ahora reemplazada por una medida de la variabilidad conjunta de éste y el precio de ejercicio, σ^2.

McDonald y Siegel (1986, pág. 720) evalúan numéricamente la sensibilidad del valor de la opción frente a variaciones *ceteris paribus* de los parámetros. Las relaciones coinciden con las observadas en el caso del precio de ejercicio cierto. A éstas hay que añadir además el efecto positivo de la variabilidad del precio de ejercicio y el efecto negativo de la correlación entre los precios de los dos activos implicados en el intercambio.

Cappoza y Sick (1989) aplican este modelo a la valoración de la opción de conversión de terrenos rurales en urbanizables y Quigg (1995, págs. 274–277) lo utiliza para analizar los derechos que poseen los propietarios de solares para construir sobre éstos cuando los precios de edificación son inciertos. Martzoukos y Teplitz–Sembitzky (1991) analizan la inversión en diferentes modelos de redes eléctricas cuando el valor de las alternativas evaluadas resulta estocástico[93] mientras que Grenadier y Weiss (1997) estudian la progresiva adopción de innovaciones tecnológicas de valores futuros inciertos.

---

[92] Puede comprobarse fácilmente que la fórmula de la opción con precio de ejercicio conocido y constante *(2.4)*, se obtiene sin más que reemplazar en la ecuación *(2.15)* I_t por I, δ_I por r, y σ_I^2 y ρ_{SI} por cero.

[93] Destaca de este trabajo el hecho de que el valor del activo subyacente que es adquirido en el intercambio de proyectos procede del ahorro de costes que supone la renuncia del proyecto sustituido.

II.1.1.4 Factores determinantes del proceso estocástico del valor del proyecto de inversión

Los modelos hasta aquí descritos asumen que, tanto el valor actual del proyecto subyacente como la estructura del proceso estocástico seguido por sus futuros valores, son conocidos de antemano. Adivinar esta información puede constituir sin embargo aún mayor problema que la propia determinación del valor de la opción de inversión. El carácter aleatorio de la evolución del valor del proyecto subyacente es fruto de la volatilidad de múltiples variables –tales como el coste y productividad de los diferentes factores contratados, el precio de los productos y servicios finales, la demanda del mercado o los tipos de interés– que determinan la futura evolución de la corriente de flujos de tesorería. Como consecuencia, la estimación del proceso estocástico seguido por el valor del proyecto exige comprender el resultado de la múltiple interacción de todas las fuentes de incertidumbre.

La complejidad de esta tarea hace que la mayoría de los trabajos opten por elegir, entre todas las variables exógenas y aleatorias determinantes del valor de la inversión, la más relevante en razón a su influencia y volatilidad. El precio y la demanda del producto final se hallan entre las alternativas preferidas. Definida la principal inductora del riesgo del proyecto, ésta puede emplearse bien en la determinación del proceso estocástico del valor de la inversión, o bien, directamente en la formulación de los argumentos de réplica y arbitraje. Entre los trabajos que siguen el primero de los patrones es buena muestra McDonald y Siegel (1986, 722–724) donde se determina el proceso estocástico seguido por el valor de la inversión a partir de la estructura de comportamiento de la demanda servida por un monopolista caracterizado por una función de producción de Cobb–Douglas[94].

Otros estudios, como Brennan y Schwartz (1985), Bjerksund y Ekern (1990); McDonald y Siegel (1985), Pindyck (1988 y 1991), Kulatilaka (1993) o los propuestos en Dixit y Pindyck (1994, cap. 6), optan por la alternativa más directa; utilizan las propias variables de estado o los correspondientes activos financieros de

[94] Véase también Myers y Pindyck (1990, pág. 4).

apoyo para replicar los futuros flujos de tesorería o resultados del proyecto. Como más adelante se demuestra, este último método de valoración aventaja al primero en flexibilidad: los valores de la opción de inversión y del proyecto son secuencialmente obtenidos, permitiendo la posibilidad de considerar otro tipo de derechos también inherentes a la propiedad del proyecto. Además, cuando la dirección de la firma disfrute de la posibilidad de modificar el volumen de recursos comprometidos, del derecho a paralizar y reiniciar las actividades, o de otro tipo de opciones operativas, la hipótesis del comportamiento geométrico browniano del valor del proyecto se vuelve bastante inverosímil –o al menos más improbable– que la misma sobre la evolución del precio del producto final, del coste de alguno o varios de los factores productivos o de otro tipo de variables exógenas (Bjerksund y Ekern, 1990, pág. 72; Pindyck, 1991, pág. 1120).

II.1.1.5 Otros modelos alternativos sobre la evolución estocástica del valor del activo subyacente

Las fórmulas de valoración hasta aquí presentadas gozan de la solidez que otorgan los fundamentos financieros en los que se apoyan y del procedimiento analítico-deductivo seguido. Sin embargo, la validez del modelo depende de forma crítica de la hipótesis acerca del proceso estocástico seguido por el precio del activo subyacente. En este sentido, Cox y Ross (1976, pág. 146) reconocen que en la medida en que los modelos de opciones deducen el valor de los derechos a partir de la combinación de otros activos que reproducen sus resultados futuros inmediatos, las suposiciones sobre la evolución del precio del subyacente se convierten en factor determinante de la naturaleza de la equivalencia formulada.

La hipótesis de distribución logarítmico normal del valor del proyecto o, en su caso, de la variable de estado es ampliamente aceptada para aquellos activos financieros que son negociados en los mercados de capital (McDonald y Siegel, 1986, pág. 710). Sin embargo, cuando el activo empresarial no cuenta con un mercado de negociación mínimamente eficiente este tipo de evolución pierde buena parte de su poder explicativo.

McDonald y Siegel (*op.cit.*) apelan al comportamiento estocástico de los precios de las acciones de una empresa no endeudada que es titular de un único

proyecto de inversión no negociado en mercados eficientes para justificar la hipótesis del movimiento geométrico browniano del precio del activo. Sin embargo, incluso en el citado caso, el supuesto sobre este comportamiento del valor del proyecto proviene de la cotización de las acciones de la empresa en un mercado eficiente y no es extrapolable a periodos anteriores a la negociación o a activos de empresas no cotizadas. Por otra parte, aunque lo más razonable sea pensar que los continuos movimientos aleatorios del precio de los activos es el producto del choque instantáneo y repetitivo de la oferta y la demanda en mercados de continua negociación, tampoco existen razones suficientes para descartar este tipo de comportamiento en el precio de otros activos negociados en contextos diferentes.

En general, el perfil estocástico del valor de las inversiones empresariales varía ampliamente de unos proyectos a otros. En ocasiones, puede resultar razonable suponer una tendencia al alza en el valor de algunos negocios, sobre todo en las primeras etapas del ciclo de vida, difuminada a corto plazo por movimientos erráticos. En otras ocasiones, la existencia de un valor constante a largo plazo en torno al cual fluctúan los distintos precios puntuales a lo largo del tiempo, se revela como la hipótesis más sensata sobre el comportamiento del valor del proyecto.

Los dos modelos de comportamiento estocástico, alternativos al proceso geométrico-browniano, mayormente empleados en la modelización del valor del proyecto o de la variable de estado del cual depende este último son el proceso de reversión a la media y el proceso de Poisson.

II.1.1.5.1 El proceso de reversión a la media

El proceso de reversión a la media permite modelar la evolución estocástica de una variable cuyas diferencias infinitesimales, al igual que en el caso geométrico browniano, se distribuyen normalmente, pero que, a diferencia de este último, hacen fluctuar la cuantía de aquella alrededor de un valor determinado al que tiende la variable a largo plazo. Si S_t sigue un proceso de reversión a la media[95], entonces la

[95] También llamado proceso de Orstein-Uhlenbeck o camino aleatorio elástico.

variación infinitesimal en el intervalo temporal *(t, t+dt)* viene dada por la siguiente expresión:

$$dS_t = \alpha\,(\bar{S} - S_t)dt + \sigma\, dz_t \qquad (2.16)$$

donde $\bar{S}$ representa el valor al que tiende a largo plazo el precio del proyecto, $\alpha(\bar{S} - S_t)dt$ y $\sigma^2 dt$ simbolizan la media y la varianza del cambio infinitesimal en el valor de la inversión y dz_t es el proceso estocástico de Weiner definido en (*2.2*). El parámetro α determina el tamaño de las desviaciones estocásticas respecto al valor a largo plazo $\bar{S}$ y por este motivo es conocido como la velocidad de la reversión: cuanto mayor sea α menores serán las fluctuaciones estocásticas y viceversa.

A partir del supuesto proceso de reversión a la media del precio del activo subyacente, Dixit y Pindyck (1944, pág. 162) obtienen la expresión analítica de valoración de la opción de inversión americana perpetua cuya resolución requiere la utilización del cálculo numérico.[96] Los resultados obtenidos a partir de diversas simulaciones revelan la relación positiva y negativa del valor actual de la opción con la velocidad de reversión según el diferencial entre la media de la reversión y el precio de ejercicio del derecho presente un saldo mayor o menor que cero respectivamente. Destaca igualmente de las citadas simulaciones la concavidad inicial del valor de la opción con respecto al precio del subyacente para valores elevados de la media y de la velocidad de la reversión.

Frente al supuesto comportamiento estocástico de reversión a la media del precio del activo subyacente, Laughton y Jacoby (1993 y 1995) estudian la valoración de una opción de inversión definida sobre un activo subyacentes cuyo valor depende del precio del producto final que evoluciona en el tiempo de acuerdo con un modelo de reversión a la media. Se observa en este caso un doble efecto del

[96] Por su parte, Bjerksund y Ekern (1995) ofrecen una solución analítica para la valoración de la opción de compra europea definida sobre una variable de estado (el coste del flete transporte marítimo) cuya evolución estocástica en el tiempo es modelizada a partir de un proceso de reversión a la media.

proceso de reversión sobre el valor de la opción como consecuencia del menor riesgo que supone este tipo de modelización de la evolución de la variable de estado frente al típico proceso geométrico browniano: por un lado, un mayor valor actual del subyacente debido al menor tanto de descuento adecuado para su valoración[97] y, por tanto, un efecto positivo sobre el valor de la opción de inversión; por otro, la reducción de la volatilidad del valor del subyacente que conlleva a su vez un efecto negativo sobre el valor de la opción derivado de la conocida relación creciente entre el valor de los derivados y del riesgo del subyacente. El resultado final y la consiguiente sobrevaloración o infravaloración de la opción dependerán en última instancia del signo del negativo o positivo del valor intrínseco de la opción en el momento de valoración.[98] [99]

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

II.1.1.5.2 El proceso de Poisson

Un tercer patrón posible en la representación del comportamiento estocástico del valor de la subsiguiente inversión es el proceso mixto combinación del proceso de Itô y el de Poisson. Este tipo de modelos permite reproducir el cambio continuo que experimenta el valor de algunos proyectos que varían de forma aleatoria con una

---

[97] Sobre la valoración de proyectos de inversión cuyos flujos de tesorería siguen un proceso de reversión a la media, véase Bhattacharya (1978).

[98] Kulatilaka (1993) valora numéricamente una opción de intercambio (véase epígrafe *II.3.2*) cuyo valor depende de la evolución del precio ajustado del petróleo –energía que representa el único factor productivo de la inversión considerada– que se supone se ajusta a un patrón de reversión a la media; y Kogut y Kulatilaka (1994) proponen el mismo procedimiento de valoración en el análisis de la opción de intercambio de la producción entre plantas geográficamente dispersas que depende de la evolución del tipo de cambio real, modelizada según un proceso de reversión a la media.

[99] El proceso de reversión a la media es ampliamente utilizado para la modelización de la evolución estocástica en el tiempo de los tipos de interés. En este contexto, Ingersoll y Ross (1992), Ross (1995), Lee (1997) y Höger (1997) analizan el consiguiente valor de la opción de inversión definida sobre proyectos de inversión genéricos, llegando a la convicción de la necesidad de adoptar las técnicas de valoración contingente incluso en aquellos casos en los que los flujos de tesorería son conocidos de antemano con certeza.

determinada tendencia y varianza, pero que al mismo tiempo, sufren la amenaza de una brusca caída gobernada por una ley de probabilidad de Poisson. Las acciones de los competidores actuales de la firma, la introducción de nuevos productos sustitutivos, las innovaciones tecnológicas en los procesos de producción o simplemente repentinas alteraciones en los gustos de los consumidores pueden romper tendencias alcistas del valor de las inversiones empresariales y, en consecuencia, frustrar la deseada eficiencia de las decisiones de inversión. Además, frente a la clásica opción europea, de vencimiento fijo y conocido de antemano, la modelización del comportamiento estocástico del precio del proyecto subyacente mediante procesos de Poisson facilita el análisis de un caso especial de opción de inversión con duración limitada e incierta, en el que el vencimiento aleatorio del derecho procede de la ruina del subyacente (McDonald y Siegel, 1986, pág. 718).

Finalmente, el proceso de Poisson puede también representar de manera más adecuada que el clásico comportamiento geométrico browniano la evolución experimentada por el valor de inversiones en I+D dependiente de la obtención discontinua de nuevos conocimientos con aplicación práctica en subsiguientes proyectos de fabricación y comercialización (Willner, 1995, pág. 225). El correcto análisis de las oportunidades de inversión sujetas a tales contingencias requiere la observación y modelización detallada de este tipo de amenazas y oportunidades, de su alcance, probabilidad y periodicidad.

Con el fin de incorporar en los métodos de valoración de opciones financieras los efectos de violentos movimientos discontinuos en el precio de las acciones, probablemente causados por la llegada de nueva información al mercado[100] –como, por ejemplo, la potencial quiebra de la empresa–, Cox y Ross (1976) y Merton (1976) amplían los supuestos referentes al comportamiento estocástico del activo subyacente, sirviéndose para ello del proceso mixto Itô–Poisson y a partir del cual generalizan la metodología de valoración de Black y Scholes. Así mismo, en

[100] A diferencia del proceso geométrico browniano que implica que la información llega a la empresa de forma continua en el tiempo, el movimiento de Poisson representa su obtención de manera secuencial e intermitente.

McDonald y Siegel (1986) se analiza el valor de la opción de inversión sobre un proyecto cuyo valor varía de forma continua según un proceso geométrico browniano y de forma discreta de acuerdo con una ley de probabilidad del tipo de Poisson mientras que Willner (1995) evalúa la opción de inversión definida sobre un proyecto cuyo valor incrementa en el tiempo de manera discontinua según un proceso puro de Poisson.

Si S_t sigue un proceso mixto de Itô–Poisson, entonces la variación infinitesimal del valor del proyecto en el intervalo infinitesimal ($t,\ t+dt$) viene dada por la siguiente expresión:

(*2.17*) $$dS = \alpha\, S\, dt + \sigma\, S\, dz + \gamma\, S\, dq$$

BIBLIOTECA VIRTUAL

donde,

$$dq = \begin{cases} -1 \text{ con probabilidad} & \lambda dt \\ 0 \text{ con probabilidad} & 1-\lambda dt \end{cases}$$

Los primeros dos sumandos del segundo miembro de la igualdad (*2.17*) recogen la variación infinitesimal de un proceso de geométrico browniano, el último sumando modeliza un proceso de Poisson que acontece en el intervalo ($t,\ t+dt$) con una probabilidad λdt. γ representa la amplitud del salto y λ es referido como la intensidad del proceso. La esperanza del movimiento aleatorio del valor del proyecto es:

(*2.18*) $$\alpha\, S\, dt - \lambda\, \gamma\, S\, dt = (\alpha - \lambda\, \gamma) S\, dt$$

Es decir, la tendencia continua αSdt del proceso de Itô es ajustada por el cambio discontinuo esperado, γSdt, en el valor de la inversión inducido por el acontecer de un suceso aislado de probabilidad λdt.[101]

[101] En el modelo de Willner (*op. cit.*) la ocurrencia discontinua del suceso de Poisson tiene un efecto positivo sobre el valor del proyecto subyacente y, en consecuencia, el parámetro γ viene precedido por el operador suma.

Cuando el parámetro γ sea igual a la unidad, la ocurrencia del suceso de Poisson reduce a cero el precio del proyecto, valor en el que permanece dadas las propiedades del proceso geométrico browniano. Es precisamente este caso el empleado por McDonald y Siegel (1986, pág. 718) para analizar el precitado valor de la oportunidad de inversión con fecha de expiración a priori incierta, que es identificada con aquella en la que el subyacente pierde todo su valor.

Entre los resultados obtenidos en McDonald y Siegel (*op. cit.*) destaca la –lógica– influencia negativa que ejerce la posibilidad de ruina completa del activo subyacente sobre el valor de la opción. Dicho resultado viene no obstante condicionado por la supuesta dependencia del coste de capital del proyecto con respecto al riesgo de ruina del mismo. El supuesto contrario lleva no obstante a Merton (1976) a concluir el resultado opuesto: la posibilidad de ruina del activo subyacente hace la opción de inversión más valiosa.[102]

II.1.2 LA OPCIÓN DE APLAZAMIENTO

La posesión de la opción de inversión constituye la condición previa indispensable para la iniciación del proyecto subyacente. Sin embargo, en raras ocasiones la no ejecución inmediata del derecho supone la pérdida del mismo. Por lo general, la opción de inversión trasciende del momento presente, variando su vigencia en función de la naturaleza del propio proyecto subyacente.[103] Esta posibilidad de aplazar la inversión es conocida en la literatura financiera como opción de aplazamiento u opción de esperar. Oportunidad de inversión y opción de

---

[102] Sobre la valoración de la opción de inversión americana y perpetua definida sobre un proyecto cuyo valor evoluciona en el tiempo según un proceso de Poisson véanse McDonald y Siegel (*op. cit.*, pág. 719) y Dixit y Pindyck, 1994, pág. 171). Acerca de la valoración de la opción de inversión europea véase Willner (*op. cit.*, pág. 231).

[103] Entre los factores que pudieran ocasionar la expiración del derecho de inversión se encuentran la prescripción de los derechos legales que lo soportan, los cambios en los gustos de los consumidores o la propia anticipación de la competencia. Esta última causa es objeto de especial atención en la literatura de opciones reales y es analizada con mayor detalle en el siguiente capítulo.

aplazamiento representan las dos caras de una misma moneda. Por una parte, el ejercicio de la opción de inversión implica la renuncia del derecho a invertir en un momento futuro. Por otra, el ejercicio de la opción de esperar supone la conservación de la opción de inversión en fechas ulteriores.

La elección entre esperar o invertir, requiere el examen de los costes y beneficios asociados a cada una de las alternativas. La razón que justifica el aplazamiento de la inversión reside en la existencia de otra fecha, más o menos cierta, en la que el ejercicio de la opción de inversión es óptima con respecto al resto de fechas posibles anteriores a la expiración del derecho. En este caso, el coste de esperar (beneficio de invertir) coincide con el valor actual de los flujos de tesorería generados por el activo subyacente durante el aplazamiento y a los que se renuncia como consecuencia del no ejercicio inmediato de la opción de inversión. Por su parte, el coste de invertir (beneficio de esperar) estriba en la diferencia entre el valor actual de la inversión futura óptima y el de su inmediata ejecución, que coincide con el valor de la opción de aplazamiento.

En determinados trabajos, el valor de la opción de aplazamiento es interpretado en términos de información e incertidumbre. Cukierman, 1980; Bernanke, 1983; Demers, 1991 ó Thimann y Thum, 1998; entre otros; entienden que el diferimiento de la inversión permite la llegada de nueva información a la empresa, la cual reduce el riesgo del proyecto y mejora el proceso decisional de selección de inversiones. Este tipo de análisis considera que mientras la oportunidad de inversión subsista, la acumulación de información referente a precios, demanda potencial, costes o comportamiento de la competencia resuelve, al menos de forma parcial, la incertidumbre relativa al éxito de los proyectos.[104]

---

[104] En el marco de análisis dibujado por los estos trabajos, el termino incertidumbre se encuentra más próximo al concepto de desconocimiento que al de riesgo. En este caso, el beneficio derivado del aplazamiento no es tanto la resolución de la incertidumbre como la adquisición de nuevo conocimiento, que puede proceder bien del simple transcurso del tiempo bien como consecuencia de la realización de un acontecimiento concreto –como, por ejemplo, la aprobación de una ley que afecta a los resultados de la inversión empresarial– (McGrath y MacMillan, 1997, pág. 6).

Por el contrario, la mayoría de los trabajos que analizan la opción de aplazamiento consideran como excepcional la tendencia decreciente de la incertidumbre de los proyectos aplazados. La información, que llega a la empresa de forma continua, no consigue eliminar la incertidumbre que afecta a los parámetros básicos de la inversión. En este contexto de continua incertidumbre, la utilidad de esperar no se deriva tanto de la resolución automática de la incertidumbre como de la optimización del momento y de las condiciones de inversión, es decir, de la posibilidad de realizar la inversión más eficientemente en un momento posterior en el tiempo cuando las condiciones de ejercicio mejoran.

De hecho, el análisis del aplazamiento de la inversión se demuestra relevante incluso cuando de la espera no se derive la obtención de información alguna adicional, siempre que los resultados de la misma sean inciertos y el compromiso irreversible, puesto que –cuando el aplazamiento resulta factible– mediante el retraso de la inversión la empresa elude el efecto de circunstancias desfavorables mientras que mantiene el derecho a invertir si, por el contrario, el valor del proyecto incrementa.[105]

Una inversión se entiende que es irreversible cuando su abandono conlleva un coste elevado. Factores tales como la especificidad de los activos, restricciones legislativas, o imperfecciones informativas (Pindyck, 1991, pág. 1111; Dixit y

---

De entre los precitados trabajos destaca el de Thimann y Thum (1998) por presentar a la decisión misma de inversión como fuente generadora de información no sólo para el inversor sino también para el resto del mercado.

[105] Si la obtención gratuita de datos no permite esclarecer los futuros acontecimientos, entonces ésta no proporcionará a la firma ningún tipo de ventaja. No obstante, la inversión en información generará riqueza en la empresa cuando descubra nuevas oportunidades de inversión o mejore las condiciones de su ejercicio, pero no por el hecho de reducir la incertidumbre, sino por el de aportar nuevas capacidades a la empresa.

De hecho las diferencias en la explicación de la utilidad de la opción de aplazamiento provienen de la propia definición de incertidumbre: según la acepción adoptada sea la de componente reducible de desconocimiento sobre los futuros resultados de Hart, en el primero de los casos, ó la del riesgo de Knight, en el segundo.

Pindyck, 1995, pág. 109) hacen de la irreversibilidad algo tan común en la inversión empresarial como su propio carácter arriesgado. Si a la natural incertidumbre sobre los acontecimientos futuros unimos el hecho de que el compromiso de recursos suele ser más irreversible que la decisión de esperar, parece comprensible que el derecho a aplazar la inversión llegue a alcanzar dos veces el valor del capital empleado (McDonald y Siegel, 1986, pág. 705; Pindyck, 1988, pág. 969).

La irreversibilidad de los proyectos amplifica por tanto las consecuencias derivadas de la correcta elección de la fecha de inversión. Si los recursos comprometidos en los proyectos de inversión son recuperables sin merma alguna para la empresa, entonces el valor de la posibilidad de esperar es mínimo con independencia del nivel de incertidumbre. Por el contrario, cuanto mayor sea la irreversibidad de un proyecto mayor es el coste de oportunidad de la inversión y también el valor de la opción de aplazamiento.[106]

A la luz de este razonamiento, el criterio de selección apropiado a las inversiones arriesgadas e irreversibles consiste en aceptar aquellos proyectos cuyo valor actual supere el de los recursos necesarios en su realización: desembolsos presentes y futuros más el valor actual de la opción de aplazamiento (Pindyck, 1991, pág.: 1112; Dixit y Pindyck, 1995, pág. 107). En este sentido, una de las críticas que el criterio VAN recibe con mayor frecuencia alude a la inadvertencia de la posibilidad de posponer la inversión (Trigeorgis y Mason, 1987). Se acusa al VAN de conducir a políticas subóptimas de inversión argumentando que, por una parte, anima a olvidar proyectos que hoy se manifiestan poco rentables pero que puede que mejoren en el futuro (Copeland, Kotler y Murrin, 1996), y por otra, incita la inversión ineficiente en proyectos cuyo valor actual de la corriente de flujos supera al presente de los desembolsos, pero en cuantía inferior al valor del derecho a esperar que es sacrificado (Baldwin, 1982; Pindyck, 1988).

En realidad, el problema no radica tanto en la validez del criterio VAN, como en su aplicación estática y defectuosa. Todo proyecto compite consigo mismo

[106] Como más adelante se señala, la decisión de abandono puede ser tan irreversible como la de inversión, desde el momento en que la reinversión implique costes igualmente importantes.

retrasado en el tiempo en la adjudicación de los recursos limitados de la empresa (Ingersoll y Ross, 1992, pág. 2; Ross, 1995, pág. 97). Es decir, la inversión presente y futura en un mismo proyecto de inversión constituyen alternativas mutuamente excluyentes. Cuando dos alternativas mutuamente excluyentes son comparadas, el criterio VAN establece que la única decisión que maximiza la riqueza de los accionistas consiste en la selección de aquel proyecto con valor actual neto positivo mayor. El criterio VAN adecuadamente aplicado extiende el análisis del actual compromiso de recursos a todos y cada uno de los posibles momentos futuros de inversión y conduce a replantear el clásico problema binomial "aceptación-rechazo" de los proyectos de inversión en el trinomial "ejecución inmediata–aplazamiento–rechazo" (Dixit y Pindyck, 1995, pág. 107), o como afirma Ross (1995, pág. 97), a aplicar de modo efectivamente correcto el criterio del VAN, según el cual, la condición necesaria para que un proyecto sea aceptado es que su VAN domine al de cualquier otro oportunidad de inversión disponible, incluida la realización del mismo en futuro.

Para Leahy (1993, pág. 1105), uno de los principales objetivos de los primeros modelos de opciones reales consistió precisamente en mejorar los modelos convencionales de selección de inversiones en relación al análisis de la opción de aplazamiento. Irreversibilidad e incertidumbre obligan a los modelos de opciones reales a examinar los efectos de la inversión no sólo inmediata sino también futura. El valor actual neto positivo no es ni condición suficiente ni necesaria para que un proyecto adquiera la condición de rentable (Ekern, 1988, pág. 91). Por un lado, que el valor actual neto de sus flujos futuros sea negativo no implica que tenga que serlo también en el futuro. Cuando exista la más mínima posibilidad de recuperación, la opción de aplazamiento (opción de invertir) es valiosa en tanto en cuanto proporciona a su titular el derecho a beneficiarse de dicho cambio.[107] Por otro, que el valor actual neto sea positivo no significa que el proyecto deba ejecutarse. Cuando la implantación futura proporcione mayor valor a la empresa que la inmediata, la

[107] Incluso cuando los flujos futuros de tesorería generados por el proyecto sean ciertos, la volatilidad de los tipos de interés pueden hacer preferible el aplazamiento frente al compromiso inmediato. Véase Ingersoll y Ross (1992), Ross (1995), Lee (1997) y Höger (1997).

decisión de esperar supera en valor a la de inversión y la propiedad del derecho de inversión proporciona a sus titulares mayor utilidad que su ejercicio.[108]

Por tanto, lo que realmente interesa conocer en la evaluación de proyectos no es tanto el valor de la inmediata inversión como el valor de la oportunidad, es decir, el valor del proyecto implementado en el momento óptimo, momento en que el valor de la inversión es máximo y el de la opción de aplazamiento mínimo (Trigeorgis, 1988, pág. 152). Los modelos de opciones reales proporcionan el valor de la opción de inversión en los activos subyacentes considerando que aquella es ejercitada de forma que se maximice la riqueza de su titular. Esta metodología de análisis permite determinar no sólo el precio de equilibrio de la opción, sino también el momento óptimo de inversión, y por diferencia el período óptimo de aplazamiento. Sopesando los costes y beneficios del diferimiento y en función de la supuesta evolución aleatoria del valor del proyecto subyacente, el problema de aceptación–rechazo es trasformado en el problema de ejercicio-conservación de las oportunidades de inversión (Bjerksund y Ekern, 1990, pág. 78; Laughton y Jacoby, 1991, pág. 80; Martzoukos y Teplitz-Sembitzky, 1992, pág. 7; Grenadier y Weiss, 1997, pág. 412).

II.1.3 LA OPCIÓN DE AMPLIACIÓN Y EL TAMAÑO ÓPTIMO DE LA INVERSIÓN

Hasta aquí, el compromiso al que se refiere la opción de inversión ha sido considerado único e indivisible, de manera que el derecho de compra sólo podía ejercitarse una vez y suponía la adquisición total del correspondiente activo

[108] Sin embargo, en contextos de intensa rivalidad, el riesgo de que la competencia se adelante, apropiándose de parte del valor de las oportunidades de inversión de la empresa, puede aconsejar invertir de forma inmediata, en cuanto el valor actual neto de los flujos netos de tesorería iguale el valor de la opción de aplazamiento, o incluso, si las repercusiones de la anticipación se manifiestan determinantes del éxito del proyecto, en cuanto el valor actual neto sea positivo (Kester, 1993, pág. 192).

Nótese que son las propias consideraciones estratégicas, aquellas añoradas en los modelos financieros por sus detractores, las que justifican, bajo determinados supuestos, el criterio clásico de aceptación de proyectos.

subyacente de tamaño preespecificado. Sin embargo, muchas de las oportunidades de inversión que en la práctica se le presentan a la firma, permiten decidir no sólo sobre su ejercicio o no ejercicio –y, por tanto, sobre la aceptación inmediata, aplazamiento o rechazo– sino también sobre el tamaño mismo del proyecto.

Cuando los directivos de la empresa cuenten con la posibilidad de decidir el tamaño inicial del proyecto, al anterior problema de optimización del momento apropiado de inversión hay que incorporar una nueva variable de decisión que recoja las distintas alternativas de dimensión de la inversión y de cuyo análisis se derivará la evolución del tamaño óptimo del compromiso. A este respecto cabe resaltar, por ejemplo, el trabajo de Titman (1985), en donde se analiza la política óptima de inversión del propietario de un terreno urbanizable que puede decidir sobre el momento y el tamaño del proyecto; o el de Ekern (1988), en donde se evalúa el incremento de la capacidad productiva de una plataforma de extracción petrolífera con vistas a la posible explotación futura de otra pequeña reserva satélite.

La introducción de la capacidad del decisor para determinar el tamaño inicial del proyecto, aunque permite aproximar los supuestos del problema teórico a las verdaderas propiedades del fenómeno real, dista todavía del contexto más habitual en el que los directivos disponen de capacidad no sólo para determinar la dimensión del compromiso inicial, sino también para decidir la conveniencia de futuras modificaciones del tamaño del proyecto. De hecho, en un buen número de oportunidades de inversión, la propiedad de las mismas otorga además del derecho inicial de inversión-aplazamiento, el derecho efectuar sucesivas ampliaciones del proyecto mediante la adquisición de capacidad adicional a la existente y que es conocido en la terminología de las opciones reales como opción de ampliación.

Las opciones de ampliación juegan un papel fundamental en la determinación del tamaño óptimo del compromiso inicial. En el epígrafe anterior se argüía que debido a la irreversibilidad y a la incertidumbre, la dirección de la empresa debía plantearse no sólo si invertir o no en un determinado proyecto, sino también la conveniencia de aplazar esta decisión. De manera similar, en la elección de la dimensión inicial de la inversión, los directivos de la firma han de considerar la

conveniencia de los distintos tamaños posibles del compromiso en relación con las posibilidades de aplazar el análisis de dichas ampliaciones.

Como en anteriores ocasiones, la valoración de la opción de ampliación exige comparar el beneficio de invertir inmediatamente en capacidad adicional –y, por tanto, de optar por una mayor dimensión inicial del proyecto– y el beneficio de aplazar dicho compromiso a un momento posterior en el tiempo –en este caso, el beneficio de seleccionar un menor tamaño pero manteniendo viva la opción de ampliación–. Entre los beneficios del incremento de la capacidad inicial del proyecto se encuentran los rendimientos obtenidos de su rápida movilización, el posible ahorro de costes asociado a las economías de escala o a las curvas de aprendizaje (Kasanen y Trigerogis, 1993, pág. 215) ó incluso las opciones de intercambio derivadas la posibilidad de repartir exceso de capacidad entre diferentes instalaciones (Sharp, 1991, pág. 73).[109] Por su parte, entre los beneficios del aplazamiento de la ampliación se hallan la posibilidad de ejercitar la opción en mejores condiciones así como el ahorro del consiguiente coste de oportunidad asociado a la capacidad productiva ociosa.

Pindyck (1988) deduce un modelo analítico que permite determinar el tamaño óptimo de un determinado proyecto de inversión –caracterizado por las funciones de producción y demanda– en el que el beneficio de una unidad adicional de capacidad instalada es definido como el valor actual neto de la correspondiente corriente perpetua de flujos de tesorería; y el coste de invertir igual al desembolso requerido más el valor de la opción de ampliación consumida. Aparte de la resolución matemática del problema de optimización de la capacidad productiva en un contexto de incertidumbre e inversión irreversible, el modelo de Pindyck revela una lógica

---

[109] A modo ilustrativo, Sharp justifica la construcción por parte de Ford Motor Company de sendas fábricas de componentes de audio para el automóvil en Portugal, Brasil y Canada, a partir de las consiguientes opciones de intercambio de la producción.

En relación con el análisis de la utilidad del exceso de capacidad del proyecto para su posible asignación a otros usos diferentes del inicialmente planificado, véanse los trabajos de McLaughlin y Taggart (1992 y 1995).

relación negativa entre el riesgo y la dimensión inicial del proyecto, de modo que cuanto mayor sea el grado de incertidumbre mayor es el valor de aplazar el compromiso de capital adicional en el proyecto –valor de las opciones de ampliación– y, por tanto, menor es el tamaño óptimo del proyecto.

II.2 LOS DERECHOS DE ABANDONO

La supuesta irreversibilidad de los compromisos empresariales en el modelo neoclásico implica admitir que las inversiones de la firma permanecen en su cartera de activos, generado flujos de tesorería de manera continuada, hasta el final de la vida de los proyectos, momento en el cual tiene lugar el abandono o la reasiganción de los activos. No se contempla, por tanto, la posibilidad de abandonar los proyectos empresariales antes o después del final de la vida inicialmente prevista. Este planteamiento equivale a suponer que, desde la fecha en la que es planteada la aceptación de las inversiones, la empresa asume un período concreto de duración de los proyectos que es respetado escrupulosa e independientemente del posterior desarrollo de los acontecimientos y de los resultados efectivos del proyecto.

Sin embargo, la realidad empresarial muestra un escenario bien diferente. Muchas inversiones son abandonadas antes de la conclusión de la duración inicialmente estimada e incluso antes del final de la vida del proyecto.[110] Un estudio realizado por Porter sobre la diversificación de 33 grandes empresas norteamericanas durante el período 1950–1986, revela que "la mayoría de ellas abandonaron muchos más negocios de los que mantuvieron" (Porter, 1987, pág. 43). Por su parte, la lógica común revela como razonable el aceptar que los directivos de la empresa cuentan normalmente con la posibilidad, más o menos costosa, de decidir sobre el momento adecuado de abandono de las inversiones en funcionamiento y que, por tanto, los proyectos serán mantenidos en la cartera de la firma en tanto en cuanto ésta implique

[110] En Myers y Majd (1990, pág. 6) se distingue vida útil, vida económica y vida del proyecto. Esta última coincide con el período temporal durante el cual la inversión genera flujos de tesorería.

un valor mayor para la firma que la venta o reasignación de los activos a aquellas asignados.[111]

La posibilidad de abandono prematuro es valiosa en tanto que permite a sus titulares apropiarse del valor de mercado del proyecto en situaciones desfavorables, al tiempo que no exige ningún esfuerzo adicional en contextos boyantes. Su mera existencia reduce el riesgo de la inversión e incrementa su rentabilidad esperada.[112] Aún cuando las opciones de abandono no suelen constituir el motivo fundamental de las inversiones empresariales, no por ello han de ser excluidas en el análisis de proyectos. En algunos casos, y sobre todo cuando el riesgo de la inversión es elevado, el valor de la opción de abandono puede llegar a superar incluso el de la propia corriente de flujos de tesorería, en otras, el valor de la posibilidad de abandono constituye el principal elemento diferenciador entre las distintas alternativas de inversión.

Conscientes de su importancia, Robichek y Van Horne (1967) proponen un procedimiento de análisis de la opción de abandono en la valoración de inversiones, según el cual, un proyecto debería ser abandonado en el momento en el que su valor de abandono exceda el valor actual de los futuros flujos de tesorería (*ibid*., pág. 578). Sin embargo, como apuntaran Dyl y Long (1969, pág.), esta forma de proceder desdeña el derecho a abandonar la inversión en un momento diferente.

Al igual que ocurriera con la opción de inversión, el abandono es irreversible mientras que el no abandono es normalmente rectificable. El abandono actual del proyecto cierra todas las posibilidades del abandono futuro, mientras que la continuidad del proyecto siempre permite su posterior liquidación. Por tanto, en

---

[111] En realidad, los modelos tradicionales confundían irreversibilidad con impasibilidad de los directivos. La irreversibilidad implica que los compromisos no pueden ser abandonados sin coste. La impasibilidad supone que los proyectos no son abandonados incluso cuando el coste de abandono sea inferior al coste de continuidad.

[112] En determinadas ocasiones, cuando los intereses de los accionistas entran en conflicto con los de los acreedores, puede no obstante conducir a políticas subóptimas si, ante situaciones críticas, los propietarios sucumben a la tentación de "tomar el dinero y correr" (Myers, 1977, pág. 163).

lugar de formular el problema en términos de continuidad o abandono, éste debe plantearse en términos de abandono presente frente a abandono futuro, con lo que la regla de decisión queda transformada en la siguiente: un proyecto debe ser abandonado cuando el valor de su abandono inmediato exceda el valor presente de su abandono futuro (Dyl y Long, 1969, pág. 88; Robichek y Van Horne, 1969, pág. 96; Joy, 1976, pág. 1227 y Pappas, 1976, pág. 54).

Este valor del abandono futuro coincide con el valor actual del derecho a desinvertir en el momento óptimo más el presente de los flujos futuros de tesorería percibidos hasta aquella fecha. La determinación de este valor no está exenta de dificultades. La volatilidad característica de los flujos de tesorería de las inversiones empresariales y del valor residual del proyecto exige resolver un ejercicio de programación dinámica en contexto de riesgo.

La resolución de este problema puede, no obstante, plantearse de manera directa a partir de la evidente analogía conceptual entre el derecho de abandono y la opción de venta. De esta forma, los modelos financieros de valoración de opciones proporcionan tanto el valor de la opción de abandono como las reglas de ejercicio óptimo en cada momento, en función de la particular situación presente y de la posible evolución futura del proyecto.[113]

II.2.1 VALOR DE LA OPCIÓN DE ABANDONO

La posibilidad de abandonar una inversión con anterioridad al final de la vida del proyecto representa una opción de venta americana definida sobre la corriente de flujos de tesorería que aquel proporciona. El proyecto objeto de desinversión representa el activo subyacente de la opción, el valor presente de sus flujos de tesorería futuros constituye el precio actual de aquél, el valor de liquidación o

[113] Más en concreto, el abandono va a depender de los futuros desembolsos necesarios y pendientes, del valor de venta del proyecto, del valor de su asignación a otras actividades, de los flujos positivos pendientes de percibir, del propio coste de oportunidad, así como de sus repercusiones estratégicas y competitivas.

reasignación coincide con el precio de ejercicio del derivado y el final de la vida del proyecto marca la fecha de vencimiento del derecho.

Sobre la usual hipótesis del movimiento geométrico browniano del valor del proyecto y siguiendo a Merton (1977), Myers y Majd (1990, pág. 7) deducen la ecuación en derivadas parciales y las condiciones de contorno que gobiernan el valor de equilibrio de la opción de venta con precio de ejercicio conocido:[114]

$$\frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 P}{\partial S^2} + (r-\delta)S\frac{\partial P}{\partial S} - rP + \frac{\partial P}{\partial t} = 0$$

$$s.a.$$

$$(2.19) \qquad \begin{cases} P = R & \text{cuando } S = 0 \\ limP \to 0 & \text{cuando } S \to \infty \\ P = R - S & \text{para } S = S^* \\ \dfrac{\partial P}{\partial S} = -1 & \text{para } S = S^* \\ P = max(0;R) & \text{en } t = T \end{cases}$$

donde R representa el valor de liquidación del proyecto[115], P el valor de equilibrio de la opción de abandono, r el tipo de interés libre de riesgo, T la fecha final de la vida del proyecto, y S y δ respectivamente el valor actual del proyecto y el tanto de

[114] Antes, Kensinger (1980) propone la utilización del modelo de Black y Sholes (1973) para valorar la opción de abandono europea con precio de ejercicio conocido.

Por su parte, Myers y Maj (*op.cit.*, pág. 4) consideran que el valor presente de la corriente de flujos de tesorería futuros disminuye en el tiempo a medida que éstos van siendo obtenidos. Se supone además que la vida del proyecto es finita, aunque suficientemente amplia como para aceptar el proceso supuesto, y que alcanzada la fecha que marca el final de aquella el valor de la inversión es nulo. Sobre los problemas que plantea la valoración de un proyecto de vida limitada con el supuesto proceso geométrico browniano seguido por el valor de aquél véase Majd y Pindyck (1987, pág.: 11).

[115] A lo largo del texto, empleamos de manera indiferente valor residual y valor de liquidación del negocio. Myers y Majd (op. cit., pág. 6) definen valor residual de un proyecto como el valor de mercado de sus activos en el siguiente uso más productivo.

rentabilidad por los flujos de tesorería generados, que se supone continuo y constante.[116]

Desafortunadamente, el anterior sistema no facilita una solución analítica exacta para la valoración de la opción de abandono por lo que la determinación del valor actual de equilibrio de ésta exige el empleo de aproximaciones analíticas o métodos numéricos.[117] Myers y Majd (1990, pág. 7) eligen el método de diferencias finitas explícitas para resolver el problema de valoración de la opción de abandono arriba definida; mientras que Trigeorgis (1990) y Smit (1997, pág. 10) optan por la aplicación del modelo binomial.

Entre las aproximaciones analíticas conocidas para el análisis cuantitativo de este tipo de derechos, destaca la propuesta en Geske y Jonhson (1984), ya comentada en el apartado *II.1.1.3*, y la planteada en Barone–Adesi y Whaley (1988). En este último trabajo se obtiene una aproximación analítica de valoración de la opción de venta americana definida sobre una acción que reparte dividendos de forma discreta durante el plazo finito de vida del derecho, mediante la interpolación de las fórmulas de Black y Scholes (1973), para opciones de venta europeas, y el modelo de MacMillan (1986), de valoración de opciones de venta americanas definidas sobre acciones que no reparten dividendos.

El signo de las relaciones del valor de la opción con los parámetros relevantes es el que se deriva de la teoría de opciones. Aquél se encuentra positivamente relacionado con la duración de vida del proyecto, con su volatilidad, con su valor de liquidación y con los flujos de tesorería repartidos durante la vigencia del derecho; y

---

[116] Un sistema similar es planteado en Myers y Majd (1984) para la valoración de la opción de abandono de una inversión empresarial, aunque, en este último caso, la desinversión viene determinada por la diferencia entre el precio y el coste asociados al producto final del proyecto.

[117] Existe, no obstante, solución analítica para la valoración de la opción de venta europea (Black y Scholes, 1973) y para la valoración de la opción de venta americana y perpetua (Merton, 1973a); así como para casos específicos de la opción de venta americana y finita (Johnson, 1983, pág. 141).

negativamente relacionado con el correspondiente valor de la inversión y con el tipo de interés libre de riesgo.

De entre todas las hipótesis que sustentan el modelo anterior, tal vez la más restrictiva sea la relativa a la naturaleza del valor de liquidación del proyecto. Por lo general, este valor se encuentra relacionado con el presente de la corriente de flujos y suele compartir con aquél su carácter aleatorio. En el citado trabajo, Myers y Majd extienden el modelo inicialmente propuesto con el objeto relajar el supuesto sobre la certeza del futuro valor de liquidación del proyecto. El nuevo sistema resultante, al igual que ocurría con la opción de inversión, guarda la misma estructura y su derivación es inmediata a partir de las mismas transformaciones empleadas en aquel caso (ibid, pág. 15). Además, el valor de la opción se manifiesta positivamente relacionado con la volatilidad del valor liquidación y del valor actual de los flujos futuros y negativamente relacionado con la correlación mantenida entre estos últimos.

Cuando el proyecto evaluado tenga una duración ilimitada y, por tanto, también la opción de abandono, el sistema integrado por la ecuación diferencial, deducida de los argumentos de réplica y arbitraje, y por las condiciones de contorno, derivadas de la naturaleza del derecho, presentan solución analítica exacta. Como ya anticipábamos al referirnos a la opción de inversión con precio de ejercicio aleatorio, este derecho puede interpretarse indistintamente como una opción de compra o como una opción de venta según consideremos el activo que es entregado o recibido en su ejercicio. En consecuencia, el modelo propuesto en McDonald y Siegel (1986), y discutido en el epígrafe *II.1.1.3*, es igualmente apropiado para la valoración de la opción de abandono americana, perpetua y con precio de ejercicio aleatorio.[118]

---

[118] Esta equivalencia es ya señalada por McDonald y Siegel (1986, pág. 711) en donde las conclusiones del análisis de la opción de inversión son extendidas a la opción de abandono. Este mismo extremo es asimismo apuntado por Margrabe (1978, pág.).

En el citado modelo, se supone que el valor residual sigue un proceso geométrico browniano. Sin embargo, en determinadas situaciones esta hipótesis pudiera no ser adecuada. Este es, por ejemplo, el caso de aquellos proyectos cuyo abandono permita su empleo en nuevos usos en los que se cuenta con una nueva opción de abandono (Myers y Majd, 1990, pág. 19, n.13). El modelo

Similar equivalencia permite aplicar la aproximación analítica descrita por Carr (1995), y también comentada en el mismo epígrafe, para la determinación del valor de la opción americana de intercambio con fecha de vencimiento finito.

II.2.2 LA OPCIÓN DE INVERSIÓN, LA OPCIÓN DE ABANDONO E HISTÉRESIS

El fenómeno histéresis es definido en física como el retraso del efecto sobre la causa que lo precede. En la actividad normal de las organizaciones económicas resulta común el hecho de que un determinado comportamiento se prolongue durante un tiempo tras desaparecer la causa que lo originó. Dixit (1989a, pág. 622) califica a este incidente como uno de los elementos característicos de las decisiones empresariales de inversión y de abandono. Normalmente, la caída del valor de mercado de una inversión por debajo del valor crítico que en su día estimulara el compromiso no va acompañada del inmediato abandono. Análogamente, el incremento del valor de mercado de un negocio por encima del valor crítico que previamente motivara su abandono no suele conducir a la automática reinversión.

Dixit (1989b) y Baldwin y Krugman (1989) observan la significación de tal desincronización entre causas y efectos en la entrada y salida de las empresas japonesas en el mercado norteamericano durante los años ochenta. Análogo fenómeno es destacado por Dixit (1992, pág. 107 y 123) en las industrias norteamericanas agrícola y manufacturera de televisores, vídeos y semiconductores a mediados de los ochenta.

A primera vista pudiera parecer que semejante inercia es causa de la lentitud o ineficiencia de la respuesta de la empresa frente a cambios en el entorno. Un análisis más preciso ofrece sin embargo una explicación bien distinta. El desfase temporal entre las causas y sus efectos resulta lógico y óptimo cuando en las decisiones empresariales concurren las tres circunstancias siguientes (Dixit, 1992, pág. 108): a) que la entrada o la salida de la empresa en el negocio puedan ser

---

apropiado para valorar este tiempo de opciones es entonces el presentado en Kulatilaka (1995) cuya resolución exige la utilización de métodos de aproximación analítica o numérica.

aplazadas; b) que la inversión o el abandono conlleven costes no recuperables; y c) que la incertidumbre que rodea la evolución de los acontecimientos relevantes para la empresa no termine de resolverse nunca.[119]

Los modelos neoclásicos de inversión ya proponen una primera justificación basada en la irreversibilidad de tales decisiones. Denotando por I y por R los costes irrecuperables asociados a la inversión y abandono respectivamente, por C el coste variable unitario y por r el coste de capital de la empresa en certeza, esta teoría establece que los precios críticos que respectivamente determinan la entrada y la salida, P_1* y P_2*, vienen definidos por los valores:[120]

$$P_1^* = C + rI \qquad (2.20)$$
$$P_2^* = C - rR$$

Es decir, la empresa no invierte hasta que el precio del producto final alcanza el coste total medio a largo plazo, P_1*, y no desinvierte hasta que aquél cae por debajo de la parte del coste variable que excede el coste anualizado de abandono, P_2*. Si después de invertir, el precio del producto final cae por debajo del valor que motivó la entrada, la empresa mantendrá su compromiso en tanto en cuanto aquél supere P_2*. Abandonado el proyecto, la firma no volverá a invertir, aún cuando desaparezcan las causas que motivaron su salida, hasta que el precio rebase P_1*. De aquí que la separación entre los precios críticos, y por tanto también la histéresis, se prevé mayor cuanto mayores son los costes irreversibles.

Por su parte, los modelos de opciones reales propugnan valores críticos aún más distanciados. La razón estriba en la consideración conjunta de la incertidumbre y en la posibilidad de aplazar la decisión. Si la opción de inversión puede ejercitarse en un momento posterior en el tiempo, la asimetría de sus futuros resultados lleva a que

[119] En esta misma línea se manifiestan Myers y Majd (1984) quienes además incluyen las futuras oportunidades de crecimiento como posible explicación de los comportamientos discordes con los criterios "miopes" de abandono de proyectos.

[120] Se está suponiendo la inversión de una empresa tomadora de precios en un proyecto perpetuo.

el compromiso sólo resulte óptimo cuando el precio del producto final supere a P_1* en una cantidad suficiente como para compensar el valor de la opción que es sacrificada. De manera equivalente, si la opción de abandono no expira automáticamente, su carácter optativo implica que la desinversión está justificada únicamente cuando el precio del producto final caiga suficientemente por debajo de P_2* como para renunciar a su posible ejercicio futuro.

En consecuencia, el enfoque de opciones permite explicar no sólo el fenómeno de histéresis sino también el hecho de que la iniciativa privada se mantenga momentáneamente alejada de negocios cuya rentabilidad puntual se encuentra por encima de su coste de capital, así como el hecho de que las empresas permanezcan temporalmente en sectores aparentemente ruinosos soportando perdidas sustanciales. Sin embargo, un análisis separado de ambas opciones, como el presentado en los epígrafes anteriores no reconoce convenientemente la interdependencia entre los costes irreversibles de la decisión de inversión y la decisión de abandono Dixit (1989c, pág. 310). De un lado, el ejercicio de la opción de inversión supone la adquisición de la opción de abandono. De otro, el ejercicio de la opción de abandono implica la adquisición de una nueva opción de inversión.

Por una parte, para que la empresa invierta en un determinado proyecto, los cobros esperados deben superar a los pagos previstos en cantidad suficiente, no sólo para compensar el correspondiente riesgo soportado, sino también para resarcir la suma del valor actual de la opción de aplazamiento que es sacrificada por el compromiso inmediato, más el correspondiente coste a soportar en el futuro como consecuencia del abandono. Por otro, el abandono de un negocio no puede ser únicamente justificado por el beneficio inmediato, sino que además debe recoger el esfuerzo conjunto del derecho a abandonar el proyecto en cualquier otro momento posterior al que se renuncia y del nuevo coste requerido en caso de decidir su ulterior rehabilitación.

La interdependencia entre ambas decisiones obliga a diferenciar las reglas de ejercicio de las opciones de inversión y de abandono de las que se desprenden del análisis de sus parientes financieras y, por tanto, a redefinir el marco de análisis hasta aquí desarrollado. Con este propósito Dixit (1989a) considera el caso de una empresa

que se plantea la entrada en un determinado sector cuando el precio del producto final P sigue un proceso geométrico browniano. Tanto la oportunidad de inversión como la opción de abandono son consideradas del tipo americano y perpetuo y definidas sobre un proyecto que genera una unidad de producto por unidad de tiempo a un coste constante igual a C. Empleando los argumentos de réplica y arbitraje quedan determinadas las ecuaciones en diferencias parciales que rigen los valores de equilibrio de la oportunidad de inversión, que denotamos por V_0, y del proyecto en funcionamiento, valor que representamos por V_1. Esto es,

$$\frac{1}{2}\sigma^2 P^2 \frac{\partial^2 V_0}{\partial P^2} + (r-\delta)P\frac{\partial V_0}{\partial P} - rV_0 = 0$$
$$\frac{1}{2}\sigma^2 P^2 \frac{\partial^2 V_1}{\partial P^2} + (r-\delta)P\frac{\partial V_1}{\partial P} - rV_1 + (P-C) = 0 \tag{2.21}$$

Puede comprobarse que las soluciones generales de sendas ecuaciones son:

$$V_0 = a_1 P^{b_1} + a_2 P^{b_2}$$
$$V_1 = a_3 P^{b_1} + a_4 P^{b_2} + \frac{P}{\delta} - \frac{C}{r} \tag{2.22}$$

donde b_1 y b_2 son las raíces ya conocidas:

$$b_1 = \frac{1}{2} - \frac{(r-\delta)}{\sigma^2} + \sqrt{\left(\frac{(r-\delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}}$$
$$b_2 = \frac{1}{2} - \frac{(r-\delta)}{\sigma^2} - \sqrt{\left(\frac{(r-\delta)}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} \tag{2.23}$$

Considerando el signo de cada una de las raíces y la definición de V_0 y V_1 se obtiene:

$$V_0 = a_1 P^{b_1}$$
$$V_1 = a_4 P^{b_2} + \frac{P}{\delta} - \frac{C}{r} \tag{2.24}$$

donde los parámetros a_1 y a_4, junto con los precios críticos de inversión P_1* y de abandono P_2*, han de ser obtenidas a partir de las condiciones de contorno que determinan el ejercicio óptimo de cada una de las opciones, estas son:

$$
(2.25) \qquad \begin{aligned}
&V_0(P_1^*) = V_1(P_1^*) - I \\
&\frac{\partial V_0}{\partial P}(P_1^*) = \frac{\partial V_1}{\partial P}(P_1^*) \\
&V_1(P_2^*) = V_0(P_2^*) - R \\
&\frac{\partial V_1}{\partial P}(P_2^*) = \frac{\partial V_0}{\partial P}(P_2^*)
\end{aligned}
$$

Las igualdades (*2.24*) y las condiciones (*2.25*) dan lugar a un sistema no lineal de cuatro ecuaciones con cuatro incógnitas cuya resolución requiere de procedimientos numéricos[121]. De este modelo, Dixit (1989a, pág. 628) extrae las siguientes conclusiones. En primer lugar, los precios que marcan el ejercicio óptimo de las opciones de inversión y de abandono son siempre superiores e inferiores, respectivamente, a los valores críticos sugeridos por el modelo neoclásico, esto es:

$$
\begin{aligned}
&P_1^* > C + rI \\
&P_2^* < C - rR
\end{aligned}
$$

Desigualdades éstas que sólo se convierten en igualdad cuando la volatilidad del precio es nula, es decir,

$$
si\ \sigma = 0 \Rightarrow \begin{cases} P_1^* = C + rI \\ P_2^* = C - rR \end{cases}
$$

En segundo lugar, cuando los costes no reversibles de inversión y abandono tienden simultáneamente a cero entonces ambos precios críticos convergen hacia el coste variable *C*. Dicha tendencia no se verifica cuando únicamente uno de los costes se aproxima cero, en cuyo caso ambas desigualdades siguen cumpliéndose en sentido estricto. Es decir, basta con que una de las dos decisiones, la inversión o el abandono, sea irreversible para hacer que los precios óptimos de ejercicio disten de los valores del modelo neoclásico. Se comprueba además (Dixit, *op.cit.*, pág.632;

[121] Véase Dixit y Pindyck (1994, pág. 218). Dixit (1991, pág. 146) proporciona aproximaciones analíticas para el caso en que los costes de cambio, o alternativamente, el tanto de descuento, sean pequeños, mientras que, en Dixit (1989 a, pág. 630) se ofrece la solución analítica exacta correspondiente a la opción de inversión cuando no existe la opción de abandono y viceversa.

Dixit y Pindyck, 1994, pág. 223) que una insignificante magnitud de uno de los costes irreversibles de inversión o de abandono es suficiente para provocar una notable separación entre los precios críticos de entrada y salida óptimas. Es más, el fenómeno histéresis es más sensible a los cambios de los valores de *I* y *R* cuando los costes son pequeños que cuando son mayores.[122]

Por último, Dixit (1989a, pág. 631) demuestra *ceteris paribus*, a partir de los resultados de un ejercicio de simulación, que el incremento del riesgo tiene un potente efecto sobre la histéresis, aunque de nuevo se trata de un fenómeno de incrementos decrecientes. Retomando la analogía con las opciones financieras, puede entenderse fácilmente que cuanto mayor sea la volatilidad de la variable de estado, mayor debe ser el valor de la opción de compra, es decir el valor de la oportunidad poseída por la firma antes del compromiso, y también el precio de ejercicio crítico. Además, el incremento de la incertidumbre afecta también positivamente a la parte del valor de la inversión que corresponde a la opción de venta, cuyo precio crítico responde a la baja.[123]

En esta misma línea, Bell (1995, pág. 164) y Kogut y Kulatilaka (1994) analizan los efectos de la volatilidad de los tipos de cambio, respectivamente, en las decisiones de entrada, de salida y de capacidad óptima de una empresa exportadora y en las inversiones directas en el exterior; mientras que Kogut y Kulatilaka (1998)

---

[122] Dixit y Pindyck (*op.cit.*) concluyen también que cuando los costes no recuperables son escasos su incremento aumenta de manera simétrica ambos precios críticos, el de la opción de inversión y el de la opción de abandono; mientras que cuando son mayores el mismo incremento afecta más al precio de ejercicio óptimo de la decisión a la que se refiere que al de la contraria.

[123] En este análisis Dixit emplea el modelo derivado en un contexto de indiferencia ante el riesgo. La misma conclusión puede derivarse cuando el precio del activo se encuentre perfectamente incorrelacionado con la rentabilidad del mercado, sin embargo, en otras circunstancias el efecto pudiera ser menor.

Por su parte, mientras que el coste variable de producción se muestra negativamente relacionado con ambos precios críticos; la rentabilidad libre de riesgo mantiene, también con ambos valores, una dependencia de signo positivo.

estudian el efecto histéresis en relación con la elección del binomio tecnología-sistema organizativo más adecuado para una empresa que desarrolla sus actividades en un contexto de incertidumbre.

Los resultados de los citados trabajos corroboran los obtenidos por Dixit. El incremento de la incertidumbre incrementa el valor crítico que justifica la inversión y disminuyen el correspondiente de abandono, incrementando por tanto la histéresis. Sin embargo, en proyectos de capacidad variable, los efectos de la volatilidad de los tipos de cambio sobre la histéresis del proyecto se muestran ambiguos, puesto que, tanto el valor crítico de entrada como el de salida disminuyen con la mayor incertidumbre.[124]

BIBLIOTECA VIRTUAL

II.2.3 LA INVERSIÓN SECUENCIAL Y LA OPCIÓN DE ABANDONO EN LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

En un principio pudiera parecer que la opción de abandono es propia de las etapas de madurez y declive. Sin embargo, la realidad empresarial revela que el mayor número de desinversiones se produce en los primeros compases del ciclo de vida de los negocios. La explicación resulta obvia. Por una parte, las etapas de lanzamiento se caracterizan por la elevada incertidumbre sobre la futura respuesta del mercado, de la competencia y de los propios partícipes de la empresa. Por otro lado, el intervalo precedente a la madurez suele ser el que presenta un balance más deficitario en términos de fondos requeridos–generados.[125]

---

[124] A diferencia de Dixit (1989a), en donde se supone que el total de la inversión inicial es irrecuperable y que el abandono exige además un desembolso adicional, en Bell (1995) se considera que parte de la inversión inicial del proyecto es recuperable mediante el abandono.

[125] Myers y Majd (1990, pág. 11) evalúan el efecto de varios proyectos de inversión que se diferencian en la distribución de sus flujos netos de tesorería positivos entre las tres etapas en las que divide su duración. Los resultados del análisis muestran que el valor de la opción de abandono es mayor en aquellos proyectos que en las etapas iniciales proporcionan una rentabilidad mayor. Esta conclusión es, no obstante, obtenida suponiendo la totalidad de los desembolsos exigidos por el proyecto son efectuados en el momento de aceptación del mismo.

En ocasiones, las posibilidades de abandono surgen incluso antes de que el proyecto empiece a generar flujos. Se trata de inversiones que requieren de un período de construcción previo al inicio de las operaciones y cuyos desembolsos suelen estar distribuidos a lo largo de este intervalo temporal y, por tanto, también las decisiones de continuar la construcción o abandonar el compromiso inicial. Las opciones de abandono o paralización de los procesos de inversión se manifiestan especialmente valiosas en la industria farmacéutica (Pindyck, 1991, pág. 1135) y aeronáutica (*ibid* y Myers y Majd, 1987, pág. 6), en la construcción de grandes proyectos (Trigeorgis, 1996, pág. 2), en la explotación de reservas minerales (Myers y Majd, *op. cit.* y Paddock, Siegel y Smith, 1988, pág. 483; Smit, 1997, pág. 5) y, en general, en las inversiones de mayor riesgo y especificidad (McGrath, 1997, pág. 990) cuyos desembolsos pueden extenderse a lo largo de fases sucesivas.

En estos casos, cuando la construcción del proyecto requiera una sucesión de inversiones concatenadas, el primer compromiso concede a su titular la posibilidad, que no la obligación, de decidir sobre la continuación o paralización del proceso mediante la ejecución o el incumplimiento del pago siguiente. El proceso se repite tantas veces como desembolsos parciales existan hasta la obtención del proyecto completo, momento en el cual, éste comienza a generar flujos de tesorería. El carácter optativo de los sucesivos compromisos aconseja plantear el primer desembolso como el coste de adquisición de una opción de compra compuesta cuyo ejercicio exige la ejecución del subsiguiente pago que proporciona a su titular una nueva opción de inversión compuesta, y así sucesivamente, hasta justo el último compromiso que, finalmente, proporciona la propiedad del proyecto completado.

Este planteamiento, aunque omnicomprensivo y sugerente, presenta problemas operativos importantes. El valor del proceso de inversión, que incluye la cadena de derechos de inversión y obtención final de un activo productivo, es igual al valor de la primera opción. Sin embargo, la determinación del valor de esta primera opción requiere el conocimiento del valor y posible evolución de su activo subyacente, que en este caso es una nueva opción. A su vez, los valores actuales y futuros de cada derecho dependen de los correspondientes de la siguiente opción. En consecuencia, el proceso de valoración exige determinar en primer lugar el valor de la última opción, cuyo ejercicio proporciona el valor estocástico del activo

productivo. El valor de este último derecho y la estructura de su comportamiento aleatorio en el tiempo, que viene determinado por el correspondiente de su activo subyacente, sirve para determinar el precio de equilibrio de la penúltima opción. Repitiendo el proceso anterior, es posible llegar a una expresión del valor del proceso de inversión que va a depender de una distribución de probabilidad multidimensional de complicado manejo.[126]

En esta línea, Paddock, Siegel y Smith (1988) interpretan la inversión en la adquisición de los derechos de explotación de una reserva petrolífera como una opción compuesta que resume las distintas fases en las que se divide el proceso de inversión, desde el compromiso inicial hasta la venta del recurso. En concreto, la inversión inicial proporciona una opción a explorar el yacimiento; el ejercicio de esta opción suministra una nueva opción a construir la planta de extracción; y, finalmente, el ejercicio de esta última permite a la empresa iniciar la extracción y venta del mineral. Para simplificar la valoración del proceso de inversión secuencial, Paddock, Siegel y Smith suponen que una vez preparada la extracción, la empresa comienza inmediatamente las actividades productivas y que, además, el ejercicio de la primera y segunda opción se solapan, es decir, la decisión de exploración de la reserva va acompañada del ejercicio del derecho de desarrollo.[127]

También en un contexto de inversiones secuenciales, Majd y Pindyck (1987) platean la valoración de un proceso de inversión cuya conclusión requiere un período temporal mínimo durante el cual es posible decidir sobre su continuidad, paralización o abandono. A partir de las hipótesis usuales y suponiendo además que existe un ritmo máximo de construcción y que el proceso puede ser paralizado o reiniciado sin coste alguno, Majd y Pindyck plantean, a partir de argumentos de

---

[126] Véanse Geske (1977 y 1978) como ejemplos de éste procedimiento de valoración de opciones compuestas.

[127] Véase, así mismo, Baldwin (1982) en donde se evalúa la inversión secuencial de una empresa a la que se presentan de manera sucesiva nuevas oportunidades y Turki (1994) en donde se valora una cadena de opciones compuestas de inversión cuyos valores dependen todos de la evolución de una misma variable de estado.

réplica y arbitraje, un nuevo sistema de programación estocástica, cuya resolución requiere de métodos numéricos y que permite considerar los efectos del período mínimo de construcción y del derecho a decidir sobre la conveniencia de su continuidad durante dicho intervalo temporal, sobre el valor del conjunto de la inversión.[128]

Mediante el análisis de distintos ejemplos numéricos, Majd y Pindyck (op.cit., pág. 21) muestran la significación del error que se comete mediante el empleo de las técnicas tradicionales en la valoración de este tipo de inversiones, sesgo que incrementa con la flexibilidad del proceso.[129] Del estudio destaca la relación entre el coste de oportunidad del aplazamiento y el valor crítico determinante de la inversión. Mientras que en el análisis de McDonald y Siegel (1986) un mayor coste de oportunidad estimulaba el ejercicio inmediato de la opción de inversión, cuando la construcción del proyecto exige de un tiempo mínimo de construcción, el efecto del coste de oportunidad depende de su propio nivel y del citado plazo mínimo. La razón radica en el doble efecto del incremento del coste oportunidad, que directamente estimula la inversión inmediata, pero que indirectamente reduce el valor esperado del proyecto finalizado. Se verifica además que la volatilidad del valor del proyecto finalizado incentiva el aplazamiento de los compromisos pendientes, mientras que la duración mínima de construcción provoca el efecto contrario.

---

[128] Se supone además que el proyecto no genera flujos de tesorería durante el período de construcción.

La omisión de los costes de ajustes en el modelo propuesto por Majd y Pindyck, implica que las únicas políticas racionales son la elaboración del proyecto al máximo ritmo posible, su paralización o su abandono, no siendo nunca óptima la construcción a un ritmo inferior a aquél.

[129] En *ibid* (pág. 24) se muestra como los incrementos del valor del programa de inversión debidos al incremento de la flexibilidad tienden a ser decrecientes.

II.3 LA FLEXIBILIDAD TECNOLÓGICA Y LAS OPCIONES OPERATIVAS

Las opciones de ampliación y de reducción del volumen de recursos comprometidos en un determinado negocio no son los únicos derechos de decisión inherentes a su propiedad. En muchas ocasiones, los titulares del proyecto también gozan de cierta capacidad, limitada por restricciones de tipo técnico, para decidir acerca del propio funcionamiento de su explotación. Se trata de opciones de paralización del ritmo de las operaciones de los proyectos de inversión, de opciones de aceleración y ralentización de la actividad de los mismos, de opciones de intercambio de los productos finales a producir o distribuir y de opciones de intercambio de los factores empleados en el proceso productivo, que inciden sobre la flexibilidad de las inversiones empresariales y, por tanto, sobre su valor y que –al igual que las opciones hasta aquí consideradas– pueden ser analizadas a partir de los modelos de valoración de opciones.

En los últimos años, la flexibilidad se ha convertido en el caballo de batalla de un gran número de industrias que, empujadas por la globalización, los avances tecnológicos de la microinformática, las comunicaciones y la automática y la diversidad de gustos y necesidades de los consumidores, apuestan por la inversión en complejos sistemas productivos sobre los que descansan sus ventajas competitivas (Aggarwal, 1993b, pág. 274). Flexibilidad significa capacidad de cambio rápido y económico. El cambio puede referirse a las materias primas utilizadas en el proceso productivo, a los productos finales elaborados o a las características de éstos, al ritmo de fabricación, o incluso a la localización de las actividades productivas.

No obstante, la adquisición del nivel eficiente de flexibilidad constituye una de las más complejas decisiones de inversión. A parte de la rápida evolución y difusión de las innovaciones tecnológicas, la empresa inversora ha de analizar el tamaño óptimo del proyecto así como el nivel de eficacia que le permite satisfacer las necesidades identificadas al tiempo que minimiza el coste de obsolescencia.

Frente a la tecnología de fabricación en masa, los sistemas flexibles de producción permiten a la empresa adaptar –con menores costes y mayor rapidez y precisión– un único producto a la diversidad de necesidades de sus clientes, además

de facilitar y economizar el remplazo o la transición de los bienes y servicios ofrecidos por la firma. Los sistemas de producción flexible proporcionan a la empresa la posibilidad –la opción– de elaborar simultáneamente un amplio abanico de modelos derivados de un mismo producto (flexibilidad horizontal) y reemplazar sucesivamente la oferta de la empresa por la de futuras generaciones sustitutivas (flexibilidad vertical) de manera más económica que las tradicionales estructuras de producción en masa. La flexibilidad de la tecnología depende del alcance y coste del cambio. Cuanto mayor sea el abanico de productos susceptibles de fabricación y menor sea el coste de sustitución mayor será la flexibilidad del sistema y viceversa.

Entre las ventajas de la flexibilidad tecnológica y de la organización de la producción a ella asociada, y aparte del menor coste de sustitución del *output*, Aggarwal (1993b, pág. 280) destaca la rapidez de adaptación de la empresa a cambios en la demanda objetivo; la reducción de los niveles, y por tanto también de los costes, de inventario y mano de obra directa; el incremento de los estándares de calidad y consiguiente ahorro en el control, garantía y reparación de defectos; y la mayor satisfacción de la demanda que dispone de una oferta más variada de productos cualitativamente mejores. Adicionalmente, todos estos factores favorecen la fidelidad de la clientela, reduciendo así la variabilidad de la renta generada por estas inversiones y como consecuencia también su correspondiente coste de financiación. Entre las desventajas, el elevado desembolso requerido por la instalación de este tipo de tecnología y sus mayores costes unitarios de producción en relación con sistemas menos flexibles, se manifiestan como las más relevantes.

Entre todas las alternativas de inversión disponibles para la empresa, e identificado el conjunto de derechos que cada una de ellas proporciona, el nivel óptimo de flexibilidad será el que corresponda al proyecto asociado a la cartera de derechos de mayor valor, el cual vendrá además influido por la por la diversidad y evolución de las necesidades del mercado, por la magnitud de los distintos segmentos y por el contexto competitivo en el que la empresa desarrolla su actividad (Aggarwal, 1993b, pág. 283).

II.3.1 VALOR DE LA OPCIÓN DE PARALIZACIÓN Y REACTIVACIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO

En el análisis hasta aquí presentado se suponía que, ejercitada la opción de inversión, el proyecto generaba la corriente de flujos de tesorería que se desprende del completo aprovechamiento de su capacidad. Este supuesto desentona sin embargo con algunas prácticas empresariales –especialmente en sectores como el constructor, en la industria minera o en las explotaciones agrícolas, entre otros– que delatan la frecuente modificación del estado operativo de los proyectos de inversión. Contrasta así mismo con uno de los postulados elementales de la teoría microeconómica, según el cual, las unidades productivas desarrollan la actividad transformadora de *inputs* en *outputs* que las caracteriza, mientras los ingresos operativos superan los gastos variables derivados de su funcionamiento, paralizando la producción en caso contrario, es decir, cuando los ingresos no lleguen a cubrir los gastos variables (McDonald y Siegel, 1985, pág. 331). Este enunciado, en principio tan básico y racional, junto con la evidencia empírica referida, son suficientes para invalidar los modelos clásicos de valoración de inversiones. La posibilidad de alterar el ritmo de producción para reducir las perdidas eventuales e incrementar los beneficios potenciales constituye un nuevo derecho, que como los contemplados en los anteriores epígrafes, distorsiona la simetría de los resultados en la que aquellos se basan.

A lo largo de la vida útil de las inversiones empresariales, los flujos de tesorería generados, y por tanto también su valor, dependen de la evolución de una serie de variables exógenas, tales como el precio del producto o servicio ofertado, los costes y productividades de los factores o la demanda del mercado, que escapan al control de la dirección de la firma. Sin embargo, en cada momento y en función del estado de éstas, la dirección de la empresa puede modificar el ritmo de sus actividades con el fin de limitar los efectos negativos derivados de aquellos valores y amplificar los efectos positivos que pudieran ser aprovechados.

Esta capacidad directiva se manifiesta en un conjunto de valiosos derechos, conocidos como opciones operativas, que facultan a los gestores de la empresa a intensificar, atenuar o paralizar las actividades del negocio según crean conveniente. Si los responsables de la gestión de la firma responden de forma eficiente a la

evolución de las variables determinantes de los flujos financieros generados por los distintos proyectos, entonces el valor de las inversiones puede ser estimado a partir del futuro comportamiento del estado de las variables clave y del conjunto de derechos asociados a la propiedad de los activos.

En McDonald y Siegel (1985) se deduce el valor de un proyecto empresarial que permite a sus propietarios decidir en cada instante temporal sobre la conveniencia de su explotación. La inversión es interpretada como una cartera de opciones de fabricación que vencen de forma sucesiva y continua durante la vida del proyecto, y el valor de la cartera es obtenido como la suma de cada uno de los valores actuales de las opciones secuenciales:[130]

$$V_t = \int_0^T c_t(u)du \qquad (2.26)$$

donde $t \equiv$ momento actual

$c_t(u) \equiv$ valor en t de la opcion de producir en u

$T \equiv$ final de la vida economica del proyecto

Suponiendo que la inversión permite producir una unidad de *output* por unidad de tiempo u, y que el precio del producto final, S_u, sigue un proceso geométrico browniano de parámetros α_S y σ_S; la opción de producción es definida de forma análoga a una opción europea de compra cuyo resultado en el momento de vencimiento u viene expresado por la siguiente igualdad:

[130] Este mismo planteamiento, aunque en tiempo discreto, es adoptado en McLaughlin y Taggart (1995, pág. 181) para describir el funcionamiento de un proyecto que ofrece la posibilidad de ser paralizado al principio de cada uno de los subperíodos en los que se divide su vida útil.

$$c_u = max(S_u - I_u) = \begin{cases} 0 & \text{si no produce} \\ S_u - I_u & \text{si decide producir} \end{cases}$$

(*2.27*) siendo $S_u \equiv$ precio del output en u

$I_u \equiv$ coste variable que incorpora una unidad de output

Empleando el teorema de Itô y el ICAPM de Merton (1973b), McDonald y Siegel deducen la expresión del valor de equilibrio de cada una de las opciones europeas de producción, y por agregación el valor de la inversión: [131]

(*2.28*)
$$V(S_t, X_t, t) = \int_0^T \left[S_0 e^{-\delta_S u} N(d_1) - I e^{-ru} N(d_2) \right] du$$

La consideración de la opción de paralización, aparte de mejorar la estimación del valor del proyecto de inversión con respecto al obtenido a partir de los cálculos convencionales, permite avanzar en la comprensión de la relaciones entre aquél y las variables exógenas determinantes. Los principales resultados que McDonald y Siegel deducen del estudio de la opción de paralización son los siguientes: a) el valor de una inversión que, de forma continuada, permite decidir sobre la conveniencia de su explotación es superior, *ceteris paribus*, al de otra idéntica que carezca de la ventaja de eludir las posibles pérdidas futuras no produciendo; b) en general, a medida que aumenta el plazo temporal hasta la fecha de ejercicio de la opción de producción disminuye su valor actual, aunque en los primeros compases de dicho crecimiento la relación puede ser inversa[132]; c) el efecto

[131] Ecuación que coincide con la deducida por Merton (1973a) para la opción financiera de compra europea definida sobre una acción que reparte dividendos a un tanto constante y proporcional al valor de ésta. McDonald y Siegel (*op. cit.,* pág. 344 y ss.) deducen también el valor del derecho de producción cuando el coste variable unitario de producción resulta estocástico, llegando a la expresión *(2.13).*

[132] Sobre todo cuando, bien la volatilidad o bien el coste de producción relativo sean elevados, o cuando el exceso de la rentabilidad del activo financiero con riesgo sistemático equivalente al del precio del producto sobre el tanto de crecimiento esperado de este último resulte mínimo.

del incremento de la volatilidad del precio del *output* es mayor cuando este último se encuentre escasamente o negativamente correlacionado con el mercado y nulo, o incluso negativo, en caso contrario; d) por último, cuando tanto el precio del producto como su coste operativo unitario evolucionan de forma estocástica en el tiempo, el incremento de la correlación entre ambos disminuye el valor actual de la correspondiente opción de producción.

En lugar de formular el funcionamiento de la firma como una sucesión continua de decisiones sobre el ejercicio o no ejercicio de las opciones de producción, Pindyck (1991, pág. 1125 y ss.) interpreta el resultado de los proyectos de inversión como una corriente continua de flujos de tesorería a la que da lugar la elección del estado operativo óptimo en cada momento y en función del precio del producto final.

Siguiendo a Pindyck (*op.cit.*) presentamos a continuación la expresión analítica que rige el valor de equilibrio de un proyecto en el que es posible decidir sobre la conveniencia o no de la fabricación y venta instantánea de un determinado producto o servicio. Consideremos para ello, que el proyecto evaluado puede funcionar a un ritmo conocido y constante o permanecer inactivo sin acarrear coste alguno.

Supongamos además que la variable determinante del estado operativo del proyecto es el beneficio unitario. De manera que, en el instante t, si los costes de explotación son superiores a los ingresos, la planta permanecerá inactiva si en el instante anterior se encontrase ociosa, o dejará de operar si previamente estuviese funcionando. Por el contrario, si en el instante t la actividad de la instalación reporta beneficios, el proyecto continuará aprovechando la totalidad de su capacidad si previamente se encontrase en funcionamiento, o reanudará la explotación de su máximo potencial de producción si en el instante precedente se hallase ociosa. Es

decir, en el intervalo infinitesimal (*t, t+dt*) el flujo de tesorería generado por el proyecto, F_t, viene expresado por:[133]

$$F_t = \begin{cases} 0 & si\ P_t \leq C \\ (P_t - C)Qdt & si\ P_t > C \end{cases} \tag{2.29}$$

donde C simboliza el coste variable, conocido y permanente, de fabricación por unidad de producto, que además coincide con el coste medio y el marginal; y P_t representa el precio del producto final que evoluciona de manera estocástica según un proceso geométrico browniano de parámetros α y σ^2.

El valor actual de equilibrio de la renta generada por el proyecto considerado cuando no exista la opción de paralización de las operaciones resulta fácilmente estimable a partir de la actualización de los flujos futuros esperados al tanto de descuento ajustado, es decir,

$$V_t = \frac{PQ}{\mu - \alpha} - \frac{CQ}{r} = \frac{PQ}{\delta} - \frac{CQ}{r} \tag{2.30}$$

siendo μ la rentabilidad de equilibrio de un activo financiero de precio perfectamente correlacionado con el del producto final considerado.

Considerando ahora la posibilidad de paralizar la producción, el valor de la inversión se desprende de la relación de equilibrio que, en el intervalo infinitesimal (*t, t+dt*), ha de verificar la cartera libre de riesgo resultante de combinar el proyecto objeto de análisis con la venta a corto de $\frac{\partial V}{\partial P}$ unidades de su producto final, esto es:

$$\frac{1}{2}\sigma^2 P^2 \frac{\partial^2 V}{\partial P^2} + (r - \delta)P\frac{\partial V}{\partial P} - rV + F = 0 \tag{2.31}$$

[133] Estamos suponiendo que la venta de las unidades fabricadas es simultáneamente cobrada y que no existe ningún tipo de coste que penalice la inactividad de la inversión o reanudación de las actividades. Suponemos además que el proyecto genera flujos de tesorería de manera perpetua.

donde el último sumando del primer término difiere según el proyecto se encuentre en funcionamiento o no en el momento en el que es estimado su valor, es decir:

$$(2.32)\qquad \begin{cases} \frac{1}{2}\sigma^2 P^2 \frac{\partial^2 V}{\partial P^2} + (r-\delta)P\frac{\partial V}{\partial P} - rV = 0 & si \quad P < C \\ \frac{1}{2}\sigma^2 P^2 \frac{\partial^2 V}{\partial P^2} + (r-\delta)P\frac{\partial V}{\partial P} - rV + (P-C)Q = 0 & si \quad P \geq C \end{cases}$$

Puede demostrarse fácilmente que las siguientes expresiones constituyen sendas soluciones de las anteriores ecuaciones,

$$(2.33)\qquad \begin{cases} V = a_1 P^{b_1} + a_2 P^{b_2} \\ V = a_3 P^{b_1} + a_4 P^{b_2} + \frac{PQ}{\delta} - \frac{CQ}{r} \end{cases}$$

BIBLIOTECA VIRTUAL

siendo a_1, a_2, a_3, a_4 constantes a determinar y b_1, b_2 las raíces ya conocidas.

La primera ecuación del sistema (*2.33*) proporciona el valor del proyecto ocioso cuando los ingresos de la venta del producto final no cubren sus costes de elaboración. Esta expresión representa el valor de la opción a reiniciar las operaciones cuando el precio del bien vuelva a superar su coste variable. Por su parte, la segunda igualdad recoge el precio de la inversión que fabrica y vende *Qdt* unidades de producto en cada intervalo temporal de amplitud *dt* de forma perpetua, $\frac{PQ}{\delta} - \frac{CQ}{r}$, más el valor del derecho a congelar el proyecto en una fecha futura cuando de su actividad resulten flujos de tesorería negativos (Dixit, 1989a, pág. 621; Dixit y Pindyck, 1994, pág. 187).

Las condiciones de contorno que determinan los valores de a_1, a_2, a_3 y a_4 son deducidas de la naturaleza del proceso estocástico seguido por el precio del producto final, P_t, y de las propiedades del valor del proyecto cuando precio y coste del *output* coinciden:

$$(2.31a)\qquad \lim_{P\to 0}(V) = \lim_{P\to 0}\left(a_1 P^{b_1} + a_2 P^{b_2}\right) = 0$$

$$(2.31b)\qquad \lim_{P\to \infty}(V) = \lim_{P\to \infty}\left(a_3 P^{b_1} + a_4 P^{b_2}\right) = 0$$

$$(2.31c) \qquad \left(a_1 C^{b_1} + a_2 C^{b_2}\right) = \left(a_3 C^{b_1} + a_4 C^{b_2} + \frac{CQ}{\delta} - \frac{CQ}{r}\right) \quad P = C$$

$$(2.31d) \qquad \left(a_1 b_1 C^{b_1 - 1} + a_2 b_2 C^{b_2 - 1}\right) = \left(a_3 b_1 C^{b_1 - 1} + a_4 b_2 C^{b_2 - 1} + \frac{Q}{\delta}\right) \quad P = C$$

con lo que el valor de equilibrio del proyecto queda expresado por la función:

$$(2.34) \qquad V = \begin{cases} \dfrac{(CQ)^{1-b_1}}{b_1 - b_2}\left(\dfrac{b_2}{r} - \dfrac{b_2 - 1}{\delta}\right)(PQ)^{b_1} & P < C \\ \dfrac{(CQ)^{1-b_2}}{b_1 - b_2}\left(\dfrac{b_1}{r} - \dfrac{b_1 - 1}{\delta}\right)(PQ)^{b_2} + \dfrac{PQ}{\delta} - \dfrac{CQ}{r} & P \geq C \end{cases}$$

De la fórmula anterior puede observarse lo siguiente. El valor del proyecto va a ser positivo siempre y cuando el precio del activo subyacente sea mayor que cero y su varianza sea positiva, debido a que, aún cuando se encuentre paralizado, siempre existe la posibilidad de que el precio aumente por encima del coste variable y se reinicien las operaciones. Además, debido a que los futuros resultados de la inversión se hallan inferiormente acotados por cero, la volatilidad del precio del producto final afecta, *ceteris paribus*, de manera positiva al valor del proyecto. Como en ocasiones anteriores, los límites de esta relación se encuentran definidos por el riesgo sistemático de la variable de estado.

De manera similar, aunque desde un contexto de indiferencia ante el riesgo, Episcopos (1992, pág. 52) determina el valor del proyecto de duración ilimitada cuya propiedad incorpora el derecho a paralizar su explotación sin ningún tipo de costes adicionales y suponiendo que el precio del producto final sigue un proceso estocástico de reversión a la media.

II.3.1.1 Los costes de reinicio y de mantenimiento asociados a la opción de paralización

El modelo arriba presentado suponía que los procesos productivos podían ser paralizados y reiniciados sin ningún tipo de coste o restricción. Normalmente sin embargo, este tipo de decisiones conlleva esfuerzos adicionales nada desdeñables cuya consideración mejora susceptiblemente la explicación del comportamiento

empresarial. Entre los costes asociados con la paralización de las actividades Dixit (1989a, pág. 621) señala los de desgaste de las instalaciones y maquinaria, las indemnizaciones laborales o las pérdidas de liquidación. Por su parte, los gastos de formación y entrenamiento del personal, de puesta a punto de maquinaria e instalaciones y la inversión necesaria en el restablecimiento de las relaciones comerciales, forman parte de los gastos exigidos por el reinicio de las operaciones. Obviamente, los costes de paralización y reinicio suelen ser menores que los de primer establecimiento y desinversión, y su tamaño varía sustancialmente de unos sectores a otros.

En este contexto, Brennan y Schwartz (1985) analizan los derechos de decisión asociados a la explotación de una mina de cobre cuando los cambios en la política operativa no pueden efectuarse sin incurrir en una serie de costes. Los gestores de la instalación cuentan con la posibilidad de paralizar las operaciones, de reiniciarlas en el futuro o incluso de abandonar la inversión sin llegar a agotar la totalidad de las reservas. A partir de técnicas de control estocástico y de argumentos de arbitraje, Brennan y Schwartz plantean un modelo general de valoración del conjunto de derechos que se hace depender del precio del cobre, del ritmo de extracción, del mineral remanente, del tiempo y del estado operativo de la mina. La maximización del valor de mercado del proyecto y las relaciones de equilibrio entre este último y el precio del mineral determinan la ritmo operativo óptimo que en cada momento ha de seguir la dirección de la empresa.

Suponiendo que el ritmo de extracción es constante, Brennan y Schwartz demuestran que la serie temporal de precios críticos,[134] que marcan el funcionamiento de la planta, dependen del coste de inicio de las operaciones, del coste de paralización, de los costes fijos de mantenimiento, del volumen de reservas remanente y de la evolución estocástica del propio precio del recurso. La naturaleza estocástica del precio al contado del cobre hace que también lo sea el riesgo del

[134] Supuesto un determinado ritmo de extracción Brennan y Schwartz identifican tres niveles críticos decrecientes del precio del recurso objeto de explotación que establecen el comienzo o reinicio de las operaciones, su paralización y por último su abandono.

proyecto y la rentabilidad exigida por los propietarios de la inversión. El estudio establece que cuanto mayor sea el volumen de las reservas susceptibles de extracción, menores resultan los precios críticos que determinan el funcionamiento de la planta mientras que cuanto mayor sea el precio al contado del recurso, menor es el riesgo del proyecto y también el valor de las opciones operativas a él asociadas. El valor de los derechos de control de las operaciones responde a la capacidad que otorgan a la dirección del proyecto para adaptar las actividades productivas a los futuros acontecimientos, valor que incrementa a medida que éstos se vuelven más impredecibles.

Con un ejemplo numérico Brennan y Schwartz (*op. cit.*; pág.148) advierten del alcance del derecho a paralizar el funcionamiento del proyecto. Los datos resultantes de la simulación presentada por los citados autores revelan que el valor de esta opción puede alcanzar más del 15 por ciento del valor del proyecto. Además, el valor de la flexibilidad operativa y, por tanto, también del proyecto incrementan a medida que los costes de ajuste disminuyen (*ibidem*, pág. 148; Mauer y Triantis, 1994, pág. 1262).

Los costes de ajuste también influyen sobre los valores críticos de ejercicio. Cuanto mayor es la importancia de los primeros, más costoso es el ejercicio de las opciones y, por tanto, mayor la separación entre el valor crítico de paralización y de reinicio de las operaciones (Brennan y Schwartz, *op. cit.*, pág. 148; Mauer y Triantis, *op. cit.*, pág. 1267). Los costes asociados al ejercicio de las opciones operativas permiten explicar los procesos de histéresis observados en la realidad empresarial. Según Pindyck (1991, pág. 1134) el modelo de Brennan y Schwartz esclarece el hecho de que las minas de cobre que fueron abiertas en los años 70 permaneciesen activas en la década siguiente aún cuando los precios del metal rozaban niveles desconocidos desde la gran depresión. Esta explicación puede extenderse a la mayor parte de las industrias y a un buen número de compromisos y decisiones.

II.3.2 OTRAS OPCIONES OPERATIVAS: LA MODIFICACIÓN DEL RITMO DE LAS OPERACIONES, INTERCAMBIO DE FACTORES E INTERCAMBIO DE PRODUCTOS

Las opciones de paralización y de reactivación de la actividad del proyecto representan tan sólo dos manifestaciones específicas de la flexibilidad asociada a las inversiones empresariales. Otros ejemplos de flexibilidad vienen definidos por la posibilidad de incrementar y ralentizar el ritmo de las operaciones, la de modificar la combinación de factores empleados en la elaboración de un determinado producto ó la de intercambiar la combinación de productos finales objeto de elaboración o distribución del proyecto.

En Kulatilaka (1988, pág. 252 y 1995a, pág. 92) se plantea un modelo general de programación dinámica que permite el análisis de cualquier tipo de flexibilidad asociada a las oportunidades empresariales de inversión. La base del modelo viene definida por la propia caracterización de la inversión que es identificada con la corriente de beneficios que genera durante su vida económica y que depende de manera simultánea de la evolución de una serie de factores exógenos, cuyo comportamiento escapa al ámbito de control de la dirección de la empresa, y de las decisiones que con respecto al estado del proyecto adopte aquella.

La evolución de los factores exógenos de influencia es asociado con la correspondiente de una variable de estado, θ, de comportamiento estocástico[135]; mientras que los resultados derivados del ejercicio de los derechos de decisión vinculados a la inversión son identificados con los "modos operativos" del proyecto, que van desde el aplazamiento hasta el abandono, pasando por la inversión en curso, la paralización de las actividades, su reanudación, el funcionamiento a partir de un conjunto específico u otro de factores o la fabricación de diferentes combinaciones de productos finales.

[135] En Kulatilaka (1988, 252) el proceso estocástico aplicado en la experimentación numérica del modelo es del tipo de reversión a la media; mientras que en Kulatilaka (1995, pág. 92) el modelo es planteado a partir del proceso geométrico browniano.

Previa discretización de la evolución de la variable de estado y denotando con $\pi^m(\theta_t)$ el valor en t del flujo de beneficio generado por el proyecto durante el intervalo (t, $t+\Delta t$), dado el valor θ_t de la variable de estado y el modo operativo m, con $m \in (1,..., M)$, entonces el valor en t del proyecto que viene operando en el modo l es determinado por Kulatilaka a partir de la ecuación de Bellman, es decir,

$$F(\theta_t, l) = \max_m \left\{ \left[\pi^m(\theta_t) - c_{lm} \right] + \rho E_t \left[F(\theta_{t+\Delta t}, m) \right] \right\} \tag{2.35}$$

siendo *max* la función de maximización, c_{lm} el coste de cambio del modo operativo l al modo m, ρ el factor de actualización y $E_t[.]$ la esperanza matemática en t de los valores en $t+\Delta$t.

El valor del proyecto en el momento inicial, $t=0$, puede entonces ser obtenido a partir del proceso recursivo con inicio en el final de la vida del proyecto, $t=T$, mediante el empleo de la ecuación (*2.35*) y las probabilidades de transición asociadas al proceso estocástico que rige el comportamiento de la variable de estado.[136]

Kulatilaka (1993) y Kugut y Kulatilaka (1994) aplican el anterior modelo teórico en la valoración de la flexibilidad operativa derivada de dos opciones de intercambio de factores de orígenes diferentes. En el primero de los citados trabajos se analiza la flexibilidad asociada a una tecnología de producción que indistintamente puede alimentarse de petróleo o de gas natural; mientras que en el segundo, se evalúa la flexibilidad asociada a una red multinacional cuya simultánea localización de sus instalaciones en dos países diferentes posibilita la coordinación de sus actividades productivas. Se constata, tanto en un caso como en el otro, la significación del valor del derecho de elección. Además, y como era de esperar, la asimetría provocada por la capacidad del intercambio de factores hace que el incremento de la volatilidad asociada a los costes de los factores eleve el valor medio de los resultados positivos mientras que permanecen constantes los negativos; y, en

[136] Kogut y Kulatilka (1994, apéndice B) ofrece la formulación equivalente en tiempo continuo del modelo de valoración de intercambio de dos modos operativos con costes de ajuste cuya resolución final requiere, no obstante, la utilización de técnicas numéricas.

consecuencia, que el valor de la opción y el nivel de incertidumbre se manifiesten positivamente relacionados. El caso evaluado en Kulatilaka (1993, pág. 279) evidencia también que el valor de la flexibilidad disminuye con el aumento de los costes de ajuste así como que la banda de histéresis incrementa tanto con la volatilidad como con los costes de ajuste.

Los precitados trabajos ponen de manifiesto que la opción de intercambio de factores permite, no sólo elegir entre los precios de los distintos factores el de menor cuantía, sino también –y fundamentalmente– limitar la volatilidad de los costes productivos. Sendas aplicaciones representan además ejemplos paradigmáticos de diferentes opciones de intercambio de factores: la una relativa al empleo de factores sustitutivos y que suele proceder de características técnicas del sistema productivo; y la otra relacionada con la utilización de distintas fuentes de suministro y que tiene su origen en la amplitud del abanico de proveedores de un mismo factor disponibles en el mercado.[137]

La utilidad final de las opciones de intercambio –cualquiera que sea su origen– dependerá de la magnitud de los costes derivados del ajuste y de la rapidez de la sustitución; de modo que –al igual que lo referido con respecto al resto de opciones reales– existirá un rango de valores de la variable o variables de estado para los que el reemplazo no maximiza el valor total del proyecto aun cuando aquél pudiera parecer beneficioso a corto plazo. Esta banda de inercia o histéresis permite interpretar comportamientos empresariales en otro caso ininteligibles, como la aparentemente ineficiente lentitud de las empresas que intervienen en el comercio internacional en la sustitución de sus proveedores frente a modificaciones en los

[137] La consideración de esta última opción –de intercambio de proveedores o fuentes de suministro– puede ayudar a explicar fenómenos tales como la desafectación de actividades o la propia estrategia de desintegración vertical.

De manera general, en Kogut y Kulatilka (1998) se identifica la inversión en capacidades tecnológicas con la adquisición de una opción de inversión que permite a la empresa decidir en cada momento el tipo de tecnología más adecuado para el funcionamiento de la empresa.

tipos de cambio, que es provocada por los elevados costes que acarrea el cambio o la elevada probabilidad de reversión (Kulatilaka, 1993, pág. 274).

El modelo valoración propuesto por Kulatilaka (1988 y 1995a) y los resultados obtenidos en los precitados trabajos sobre la opción de intercambio de factores pueden extenderse directamente al análisis de la correspondiente opción definida sobre los productos finales de la empresa. La significación del valor de la opción de intercambio de factores viene avalada por el creciente interés empresarial en sistemas de producción flexibles preparados para producir, a partir de mínimas adaptaciones, diferentes productos finales en función de cuál sea la evolución de la demanda y de los precios de los mismos.

Triantis (1988) y Triantis y Hodder (1990) proponen, por su parte, la aplicación de los modelos de valoración de opciones en el análisis de los sistemas de producción flexibles que permiten a la dirección de la firma controlar el tipo y la cantidad del producto elaborado. La definición del programa de funcionamiento de la inversión empresarial como una sucesión independiente de opciones europeas cuyo ejercicio determina la tasa de fabricación de cada uno de los posibles productos a elaborar, constituye la base sobre la que se asienta la valoración de aquella como la suma de los correspondientes valores actuales del conjunto de opciones. La supuesta inexistencia de costes de ajuste y la concreción de la flexibilidad tecnológica en la posibilidad de repartir periódicamente la capacidad productiva total en la fabricación de dos productos finales diferentes de margen variable aleatorio, facilitan la formulación de la solución analítica que gobierna el valor de la citada inversión. La simulación numérica efectuada sobre el citado modelo coincide en sus resultados con los comentados en los precitados trabajos y añade a éstos la evidencia sobre la relación negativa existente entre el valor de la flexibilidad y el grado de correlación de los beneficios asociados a cada uno de los productos finales [138]

[138] También en relación con la opción de la firma de ofertar diferentes productos finales, aunque en el contexto de análisis de la opción de crecimiento, Lint y Pennings (1998) estudian la estrategia de inversión en la investigación y desarrollo de diferentes tecnologías de productos que capacita a la empresa para elegir, en la fecha de lanzamiento final del producto, la tecnología de mayor aceptación en el mercado. La aplicación directa de la formula de valoración de una opción de

II.4 EL VALOR ACTUAL NETO AMPLIADO

La consideración del conjunto de opciones reales analizadas a lo largo del presente capítulo conduce a Trigeorgis (1986) a definir el VAN ampliado (expandido o estratégico) de los proyectos de inversión empresarial como la suma del valor actual neto de los flujos de tesorería directamente generados por el proyecto más la suma del valor actual del conjunto de opciones reales asociadas a la propiedad de aquella.

$$(2.36)\quad VAN\ AMPLIADO = VAN\,(flujos\ futuros\ de\ caja) + VA\,(opciones\ reales)$$

Dejando a un lado los problemas de interdependencia del valor de las opciones reales,[139] la expresión (*2.36*) proporciona, más que una fórmula de valoración, un nuevo marco conceptual en el que el valor de la inversión viene determinado no sólo por los flujos de tesorería que se derivan de la decisión inicial de aceptación de la misma, sino también –y, en muchos casos, principalmente– de los derechos de decisión futura que proporciona a la firma.

El primero de los sumandos de la ecuación (*2.36*) coincide con el VAN convencional, también llamado VAN estático, del proyecto que representa el valor incremental que la incorporación de éste en el seno de la empresa provoca sobre el valor total de sus inversiones, siempre y cuando, el proyecto sea mantenido en estado idéntico al inicial hasta el momento de finalización de su duración esperada. El VAN convencional o estático asume, por tanto, que los directivos y propietarios de la firma, una vez adoptada la decisión de inversión, se conforman pasivamente con cualquier resultado, limitándose a observar las desviaciones con respecto a las previsiones iniciales. Obviamente, este supuesto resulta del todo irreal en lo que se

---

compra sobre el máximo de dos activos arriesgados de Stulz (1982) confirma la general significación de la mencionada opción de inversión en contextos de incertidumbre acerca del éxito final de tecnologías de producto alternativas y, en especial, cuando la correlación entre el valor de los diferentes estándares presenta valores negativos (Lint y Pennings, 1998, pág. 11).

[139] Los problemas de valoración relacionados con las interdependencias de las opciones reales asociadas a un mismo proyecto de inversión son abordados en el siguiente capítulo.

refiere a la gestión de las inversiones empresariales. A medida que nueva información va llegando a la empresa, y aunque ésta nunca llegue a ser suficiente para resolver la continua incertidumbre que caracteriza cualquier actividad económica, los administradores de la firma actuarán –en la medida de sus posibilidades– intentando potenciar los resultados positivos y atenuar los negativos de forma que el valor del proyecto en cada momento sea máximo.

El VAN ampliado se diferencia, por tanto, del VAN estático en la consideración de las posibilidades de actuación de la firma sobre el estado inicial del proyecto a lo largo de su duración efectiva, que son concretadas en opciones reales y valoradas a partir de su aludido parentesco con los derivados financieros. El valor actual de las opciones reales, segundo sumando de la ecuación (*2.36*), recoge el valor adicional que las oportunidades de crecimiento y la flexibilidad del proyecto aportan a la firma. Cuando la inversión carezca de toda flexibilidad e implicaciones estratégicas, es decir, cuando consista en una serie secuencial de flujos insensible a las decisiones adoptadas en la empresa, el valor de las opciones reales será nulo y el VAN ampliado y estático coincidirán. Por el contrario, cuando la flexibilidad u opciones de inversión destaquen por su relevancia, el valor positivo de las opciones reales puede justificar la aceptación de proyectos con VAN estático negativo, que serían no obstante rechazadas por el análisis financiero tradicional.

El cálculo del VAN ampliado permite conocer –como se muestra a lo largo del presente capítulo–, no sólo el valor de mercado de las inversiones a partir del conjunto de derechos a ellas asociados, sino también y al mismo tiempo el momento óptimo de ejercicio de estos últimos. Esta fecha viene determinada por el valor crítico del activo subyacente que maximiza el valor incremental aportado por la inversión al precio de mercado de la empresa, es decir, el que maximiza el valor conjunto de la renta futura propiedad de la empresa y del resto de derechos a ella inherentes.

Adicionalmente, el contexto dinámico de análisis que se deriva de la consideración de las opciones reales ofrece una explicación lógica a varios de los aspectos relacionados con el comportamiento inversor de las empresas en la práctica, incomprensibles desde una perspectiva estática. El hecho de que las empresas no

inviertan inmediatamente en aquellas oportunidades con valor actual neto positivo, y tampoco abandonen otras inversiones ruinosas, parecía responder a conductas ineficientes que la economía industrial justificaba en base a la estructura del sector: las barreras a la movilidad que rodean a los distintos negocios empresariales dificultan la entrada y salida fluida de empresas y son la causa de los patentes retrasos en la adopción de tales decisiones. El enfoque de opciones interpreta dicho fenómeno como la respuesta racional de aquellas empresas que reconocen la vigencia de los derechos de inversión y abandono que poseen y la volatilidad e impredecibilidad de los acontecimientos futuros.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

III LAS OPCIONES REALES EN LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL Y EL MODELO DE CARTERA DE OPCIONES

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Como ya apuntábamos en el capítulo primero, de entre las numerosas críticas volcadas sobre los métodos financieros de selección de proyectos, destacan aquellas que esgrimen la incapacidad de estos modelos para evaluar consideraciones estratégicas de la inversión empresarial de vital importancia para la firma. En no pocas ocasiones, se ha acusado a las técnicas financieras de influir en la dirección de las inversiones empresariales, forzando comportamientos ineficientes que sacrifican el futuro de la firma por la consecución de rentabilidades a corto plazo. Se ha argumentado que la utilización de estos modelos constituye una de las causas fundamentales de la pérdida de competitividad de las empresas y en última instancia de su fracaso, por cuanto que conduce a una perspectiva miope que premia la inmediata realización de beneficios frente al posicionamiento estratégico o a la construcción de futuras oportunidades.

En verdad, las técnicas financieras tradicionales padecen de importantes limitaciones. Permiten jerarquizar las distintas oportunidades que en un momento determinado posee la empresa y que difieren en la distribución temporal, magnitud y riesgo de sus flujos de caja. Además recogen la puntual situación del mercado, del entorno competitivo y de la propia empresa a través de las estimaciones de los flujos de caja presentes y futuros. Incluso evalúan el riesgo de que las futuras circunstancias varíen con determinada probabilidad con respecto a las inicialmente previstas. Sin embargo, por sí mismos, los métodos cuantitativos convencionales no permite evaluar las posibles sinergias resultantes de la simultánea complementariedad de las inversiones, tampoco consideran las posibles interdependencias temporales de los sucesivos compromisos empresariales o la posibilidad de que la dirección modifique su primera decisión sobre los proyectos inicialmente aceptados cuando los acontecimientos surgen de forma diferente a la esperada, ni sirven para valorar la afinidad de cada uno de las oportunidades a la estrategia empresarial (Aggarwal, 1980, pág. 33; Lai & Trigeorgis, 1995, pág. 70; Phelan, 1997, pág. 3).

Como consecuencia de estas limitaciones, las técnicas financieras clásicas han visto relegado su ámbito de aplicación al análisis de proyectos menores, de mantenimiento o de renovación, o en el mejor de los casos, a formar parte de una batería de indicadores de importancia secundaria en el análisis de compromisos

mayores cuya estimación representa un mero "ritual corporativo" (Bettis y Hitt, 1995, pág.12). Por su parte, las inversiones estratégicas, aquellas que afectan al posicionamiento competitivo de la empresa, son sometidas a técnicas cualitativas y cuantitativas heterogéneas y, en última instancia, a la experiencia e intuición de la alta dirección. En este contexto, no resulta nada extraño escuchar que una inversión con VAN negativo sea emprendida por su carácter estratégico o simplemente por ser necesaria, o el hecho de que otros proyectos con VAN positivo sean ignorados por no ajustarse a la estrategia de la empresa.

Con todo, académicos y directivos coinciden al reconocer que el alcance de los compromisos estratégicos es suficiente como para requerir mayores argumentos que la simple intuición. Reflejo de esta necesidad son los esfuerzos que en los últimos años viene realizándose en la generalización de técnicas financieras de valoración y en el desarrollo de nuevos modelos cuantitativos que permitan incorporar consideraciones estratégicas adicionales al clásico binomio rentabilidad-riesgo.

Entre los modelos cuantitativos propuestos, el VAN ampliado presenta –como ya hemos anticipado– importantes ventajas. Al considerar la inversión empresarial como un proceso continuo de decisiones de inversión y de abandono, el enfoque de opciones reales sustituye la tradicional visión estática del compromiso de recursos en la firma por otra dinámica en la que la potencia y la flexibilidad de las inversiones juegan un papel fundamental.

Adicionalmente, el enfoque de opciones reales es identificado como marco idóneo para la deseada y necesaria integración de las finanzas empresariales y la dirección estratégica. Al reconocer la interdepencia temporal de las sucesivas asignaciones de recursos, el análisis de inversiones amplia su horizonte de análisis, que de esta forma es aproximado al análisis estratégico. Las sucesivas decisiones de inversión y de abandono vendrán condicionadas por anteriores compromisos y desinversiones y, tanto unas como otras, guiadas por la propia estrategia de la firma.

Además, si la razón de ser de la estrategia es la de ofrecer unas guías generales de actuación para la consecución de los objetivos empresariales, un elemento fundamental de ésta lo constituirá el conjunto de opciones reales cuya

identificación, adquisición y ejercicio conducen al citado resultado; al tiempo que las citadas decisiones de inversión y de abandono representarán el instrumento principal de implementación de aquella. En este contexto, la formulación de la estrategia como sucesión de opciones proporciona nuevas lentes para el análisis y la compresión tanto de la inversión como de la estrategia empresarial, al tiempo que invita a profundizar en el conocimiento del proceso mismo de generación de opciones reales en el seno de la firma.

El análisis de la relación entre inversión, estrategia y opciones reales y el estudio del origen de las opciones reales son abordados respectivamente en los apartados primero y segundo de este tercer capítulo, que derivan en una propuesta de redefinición del activo de la empresa en términos de la cartera de derechos de propiedad y de decisión. Esta nueva interpretación de la cartera de activos empresariales permite sustituir la tradicional visión fotográfica de la firma por otra dinámica en la que la estrategia de la empresa juega un papel fundamental. Si el activo de la empresa viene determinado por el conjunto de derechos de propiedad y de decisión que a lo largo de su historia reciente –y como resultado de su propia estrategia– ha conseguido reunir; parece lógico que el valor de mercado de la empresa sea fiel reflejo de las expectativas de los inversores sobre la estrategia futura de la firma dado el abanico de posibilidades del que parte –cartera de derechos– y los condicionantes de implementación que acusa.

El problema de la valoración de la cartera de derechos es abordado en el tercer y último apartado del presente capítulo. Más en concreto, se estudia la repercusión que los factores competitivos, la interdepencia de los derechos que componen la cartera y la divergencia de intereses y asimétrico reparto de la información entre los partícipes de la firma, puede provocar sobre la estrategia de identificación, adquisición y ejercicio de las opciones reales propiedad de la empresa y, por ende, sobre su valor de mercado.

III.1 LA INVERSIÓN EN LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL

Aunque el VAN ampliado constituye un importante progreso en el análisis de los proyectos de inversión empresarial, las técnicas de valoración seguirán siendo

inútiles mientras los proyectos de inversión permanezcan siendo considerados de forma individual y aislada y la selección de inversiones sea sometida al resultado de un proceso desvinculado de la planificación estratégica.

En las grandes firmas occidentales, el proceso de selección de inversiones suele estar supeditado a la previa formulación de la estrategia empresarial. Por su tamaño y naturaleza, los proyectos de inversión suelen ser clasificados en tres grandes categorías. Inversiones operativas que comprenden el conjunto de elementos exigidos por el normal funcionamiento de la actividad y entre las que se incluyen las de mobiliario o de mantenimiento. Inversiones de mejora y de renovación, que suponen la adquisición de conjuntos o equipos productivos destinados tanto a la realización de nuevas actividades como a la modernización de las existentes. Y las inversiones estratégicas, que suelen ser las que exigen mayor volumen de recursos y cuya realización altera –amplia o reduce– el mapa de negocios de la firma (Lai y Trigeorgis, 1995, pág. 72).

Tabla 3.1
Caracterización de la inversión empresarial por tipos

	Volumen	**Horizonte**	**Frecuencia**	**Alcance**
Mantenimiento	Pequeño	Corto	Alta	Funcional
Renovación–Mejora	Medio	Medio	Media	Divisional
Estratégica	Grande	Largo	Baja	Corporativo

Fuente: Lai y Trigeorgis (1995) modificado.[140]

Mientras que las decisiones de inversión de menor entidad son promovidas, evaluadas y aceptadas por los niveles inferiores de la dirección, aquellas otras de mayor volumen o que afectan a la cartera de productos y mercados de la empresa son normalmente sometidas a un proceso decisional en el que intervienen distintos niveles gerenciales, funcionales y divisionales. En este último caso, aún cuando la obtención de información y la propia evaluación es realizada en los niveles

[140] De manera similar, Trigeorgis y Kasanen (1991, pág. 17) distinguen entre reducción de costes, mantenimiento, expansión de la capacidad, investigación y desarrollo e introducción de nuevos productos.

inferiores, corresponde a la alta dirección la responsabilidad del dictamen último sobre su realización.[141]

El alcance de este tipo de inversiones estratégicas normalmente conlleva esfuerzos especiales en al recogida de información, que es posteriormente analiza sobre la base de múltiples técnicas. La complejidad del análisis y las deficiencias apuntadas de las técnicas convencionales de valoración provoca que, en última instancia, la aceptación o rechazo de la inversión dependa de la apreciación subjetiva de la cúspide directiva acerca de su repercusión sobre el valor de la empresa y sobre su afinidad con la estrategia empresarial.

Fruto de este planteamiento, el análisis de inversiones termina siendo una suma de evaluaciones aisladas de proyectos individuales cuya relación queda limitada a la simple y común compatibilidad con la estrategia empresarial. El tratamiento independiente de los proyectos choca con la real interdependencia entre las inversiones de la empresa y entre éstas y la estrategia. Aun en los casos en los que la inversión es reconocida como una decisión estratégica, la exigencia de generalidad impuesta por el proceso de planificación, las limitaciones de las herramientas de análisis y el empleo de técnicas diferentes en la valoración de proyectos y en la evaluación de estrategias, provocan la separación formal de fenómenos de hecho interdependientes.

III.1.1 LA INTERACCIÓN DE LA INVERSIÓN Y DE LA ESTRATEGIA

La relación de dependencia entre inversión y estrategia es recíproca. Por un lado, la estrategia empresarial ha de orientar el proceso de creación y dirección de las inversiones mediante el establecimiento de objetivos, sistemas de incentivos y mecanismos de control. Por otro lado, las inversiones constituyen el mecanismo a partir del cual la estrategia va materializándose en la empresa a lo largo del tiempo (Trigeorgis y Kasanen, 1991, pág. 17; Hurry, Miller y Bowman, 1992, pág. 98). En

[141] En relación con el proceso de selección de inversiones en las grandes empresas occidentales véanse Ackerman (1970); Fremgen, J.M. (1973); Rosenblatt, M. (1980); Donaldson (1980); Pike (1996); ó Zanibbi y Pike (1996).

suma, la estrategia empresarial se concreta en un conjunto de asignaciones de recursos secuenciales cuyos resultados conforman el basamento de sucesivas estrategias e inversiones.

Porter (1987, pág. 43) señala como cuestión primordial de la estrategia corporativa la definición del conjunto de unidades de negocio de la empresa. Parafraseando a Thomas[142], Andrés y Azofra (1992, pág.: 1) definen la estrategia como el plan que la empresa sigue para la colocación de recursos dado su entorno competitivo. En función de la estructura de recursos de la empresa y de las necesidades y oportunidades presentes y futuras del mercado, la estrategia de la empresa, en todos sus niveles, ha de orientar el proceso de inversión de la empresa de forma que se maximice su valor de mercado.[143]

En consecuencia, la estrategia de la firma se concreta a lo largo del tiempo mediante sucesivos compromisos de recursos que son promovidos por la dirección de firma (Bowman y Hurry, 1993, pág.: 760). Mediante la secuencia de inversiones los gerentes dibujan el camino estratégico recorrido por la empresa. En este sentido, la inversión empresarial constituye un elemento esencial de la estrategia a través del cuál ésta se materializa. Además, las inversiones empresariales o, en términos más generales las asignaciones de recursos, son las que configuran la plataforma sobre la que se erige la estrategia de la firma. Los activos, conocimientos y capacidades propiedad de la empresa son el resultado de anteriores compromisos, con lo que la inversión empresa de algún modo también condiciona la futura estrategia de la empresa.

La relación entre estrategia e inversión se manifiesta particularmente intensa en las inversiones estratégicas.[144] Haciendo honor a su denominación, las inversiones

---

[142] Thomas (1986).

[143] Una delimitación rigurosa de la estrategia de la empresa puede encontrare en Fuente, Azofra y Hernangómez (1995, pág. 28).

[144] Aggarwal (1993b, pág. 273) y Kulatilaka (1993, pág. 271) entre otros, entienden por inversiones estratégicas aquellas cuyos resultados directos son diferentes de los flujos de tesorería y consisten en otros recursos, activos y capacidades de valor estratégico para la empresa. En otras

estratégicas suelen tener un especial impacto sobre la estrategia de la empresa. Inversiones tales como el lanzamiento de un nuevo producto, la entrada en un nuevo mercado, la inversión en investigación y desarrollo, o el establecimiento de una *joint–venture* afectan directamente a la posición competitiva, al conjunto de sus oportunidades o al propio planteamiento estratégico de la empresa; efectos que son suficientemente importantes como para exigir que su análisis se aborde conjuntamente con el de la estrategia corporativa.

III.1.2 LA INTERDEPENDENCIA DE PROYECTOS DE INVERSIÓN

Son muchas las ocasiones en las que la inversión empresarial repercute sobre diferentes niveles de la organización. En unos casos esta relación se produce de forma inmediata, afectando simultáneamente a los flujos generados por diferentes negocios o diferentes divisiones, en otros la influencia se manifiesta de forma secuencial, cuando los compromisos iniciales proporcionan nuevas opciones de crecimiento. En cualquier caso, la interdependencia entre los proyectos empresariales distorsiona el clásico principio de aditividad del valor y obliga a reformular la valoración de inversiones en un contexto más amplio en el que tenga entrada la influencia recíproca entre diferentes compromisos (Mclaughlin y Taggart, 1995, pág. 179; Phelan, 1997, pág. 9).

Las relaciones simultáneas han sido ampliamente analizadas y consideradas por académicos y directivos de la empresa. Frecuentemente estas sinergias son empleadas para explicar la diversificación de la firma o para justificar concretas actuaciones empresariales. La posibilidad de compartir capacidades o actividades entre diferentes negocios de la empresa puede proporcionar a la empresa importantes

---

ocasiones, el mismo término es utilizado para designar aquellas inversiones que afectan al valor de los actuales o futuros proyectos de inversión (Kasanen y Trigeorgis, 1993, pág. 209). En la mayoría de los casos, ambas definiciones coinciden. Por asociación, el término estratégico es también utilizado como sinónimo de inversiones que exigen desembolsos de volumen elevado. Véase también al respecto Baldwin y Clark (1992, pág. 68) y Phelan (1997, pág. 3).

ventajas en costes o en diferenciación frente a competidores. Su identificación no es sin embargo sencilla y exige minuciosidad y objetividad (Porter, 1985 y 1987).

Las relaciones secuenciales son el reflejo del dinamismo de la empresa. Las inversiones que a lo largo del tiempo realiza la firma conforman la plataforma de lanzamiento de sucesivos proyectos. El conocimiento, la experiencia o la imagen, entre otros muchos elementos, que la empresa va adquiriendo a lo largo del tiempo la capacitan para responder y anticiparse ante los sucesivos cambios de un entorno siempre cambiante. De nuevo, las primeras inversiones pueden suministrar importantes ventajas competitivas para la ejecución de sucesivos proyectos.

Simultáneas y secuenciales –u horizontales y verticales–, las relaciones entre inversiones pueden presentarse dentro de un único negocio o a través de varios de los negocios en los que la empresa participe. La estrategia de negocio ha de reconocer y valorar las relaciones entre inversiones de un mismo negocio. Por su parte, la estrategia corporativa ha de identificar, organizar y dirigir convenientemente las dependencias entre los diferentes negocios.

III.1.3 LA CARTERA ESTRATÉGICA DE PROYECTOS

El interés por integrar las interdependencias entre proyectos de inversiones y entre éstos y la estrategia de la empresa, junto con la incapacidad de las técnicas financieras convencionales para considerar el amplio contexto estratégico en el que las decisiones sobre la cartera de proyectos son adoptadas, ha motivado el diseño de técnicas diversas que han sido bien acogidas por un buen número de empresas que las han incorporado a sus procesos de planificación estratégica.

En este contexto se ubican las matrices de negocio del tipo BCG, General Electric ó Arthur D. Little. El atractivo de estas herramientas de planificación estratégica es innegable. De forma gráfica y sencilla, las matrices de negocio permiten relacionar los distintos elementos que componen la cartera de negocios o productos de la empresa y dibujar su futuro comportamiento lógico. Sobre esta base, el decisor puede plantear diferentes estrategias de inversión y evaluar el grado de complementariedad, en términos de rentabilidad y crecimiento, entre los distintos elementos que configuran cada una de las opciones.

Sin embargo, estos modelos no ofrecen ninguna medida del valor aportado por las alternativas evaluadas. A partir de las necesidades de recursos presentes y futuras de los negocios que conforman cada una de las alternativas y de la posible evolución de sus correspondientes fondos generados, determinan el comportamiento del saldo neto de fondos requeridos–generados por cada uno de los proyectos, y por agregación, también el saldo neto conjunto de cada estrategia. De entre todas las posibles alternativas, aquella más deseable es la que presenta un saldo neto nulo, que es la que consigue un mejor ajuste entre las distintas inversiones de la empresa en términos de complementariedad de fondos.

Se trata de aprovechar el superávit de fondos generados por los negocios más rentables de la empresa para alimentar nuevos proyectos que, en su día, también se convertirán en generadores de fondos. Claramente, el objetivo último de este tipo de análisis es la supervivencia a largo plazo de la firma y el instrumento básico empleado en la construcción de los modelos es el concepto del ciclo de vida de los negocios. Sin embargo, las exigencias del equilibrio a corto plazo y la ausencia de indicadores sobre la repercusión de cada una de las estrategias sobre el valor de la empresa, puede conducir a rechazar posibles proyectos de elevado valor añadido o a aceptar otros para nada rentables.

En realidad, debajo de estos modelos subyace un principio de maximización pero no del valor de la empresa, sino de la utilidad de los directivos. Siguiendo los preceptos de las matrices de negocios y mediante la continua atención a futuras oportunidades de crecimiento y la diversificación de las actividades, la dirección de la empresa consigue disminuir el riesgo de estancamiento y de quiebra, reduciendo así la vulnerabilidad de su cargo. Adicionalmente, la autosuficiencia financiera que proporciona la creación de un mercado interno de capital permite a los gestores de la firma disfrutar de una independencia de la que carecerían de tener que recurrir a los mercados externos en busca de financiación adicional. El crecimiento no maximizador de valor, sólo puede beneficiar a los directivos de la empresa, que

atienden así a su satisfacción personal, labor que los gestores no podrían emprender si tuviesen que recurrir a los mercados de capital.[145]

El interés por vincular inversiones y estrategia empresarial promueve no sólo el interés por las matrices de negocio sino también: a) la extensión de la teoría financiera de carteras a la valoración de la cartera de productos o negocios de la empresa, que se beneficia así de la luz aportada por las finanzas en relación con el concepto de riesgo y del sentido de la diversificación;[146] b) el desarrollo de modelos pseudo cuantitativos de análisis de inversiones en los que las medidas de rentabilidad son completadas con ponderaciones cualitativas sobre los efectos sinérgicos del proyecto, sobre su afinidad con la estrategia o en función de su capacidad para mejorar las ventajas competitivas de la empresa;[147] c) y la formulación de modelos financieros de valoración de estrategias, en los que se intenta suplir las lagunas y superar los defectos de los planteamientos cuantitativos precedentes que ignoraban las consecuencias que sobre el valor ocasiona la selección y la implementación de las estrategias.[148]

---

[145] La diversificación empresarial es calificada por Donaldson (1980) como una operación insignificante para los inversores, pero valiosa para los directivos. Con ella, la dirección de la firma, aparte de diversificar su riesgo personal, consigue acumular mayor poder con respecto al resto de partícipes, cuya colaboración y participación individual es menos imprescindible cuanto mayor es el número de negocios y tamaño de la empresa. El particular interés de los directivos a reducir el riesgo de la cartera de proyectos de la empresa por motivos diferentes a la maximización de la riqueza de los accionistas es el argumento principal de los trabajos de Amihud y Levy (1981) y Shleifer y Vishny (1989). En el campo empírico, trabajos como el de May (1995), entre otros, apuntan a la confirmación de esta proposición.

[146] Pueden consultarse al respecto: Cardozo y Smith (1983); Devinney, Stewart y Shocker (1985); Hyafil (1991); Leong y Lim (1991) ó la revisión que sobre este último trabajo ofrece Alvarez Gil (1192).

[147] Por ejemplo, Donaldson (1980); Wissema (1984) ó Baldwin y Clark (1992).

[148] Véanse, entre otros, Branch y Bradley (1984); Thomas (1986) ó Rappaport(1986).

III.1.4 LA CARTERA ESTRATÉGICA DE OPCIONES REALES

En el capítulo segundo de este trabajo se muestra como la flexibilidad de los proyectos de inversión puede formularse y valorarse en términos de opciones. La posibilidad de aplazamiento, la de ampliación y reducción de los recursos inicialmente asignados, la posibilidad de decidir sobre el ritmo de las operaciones o la de abandonar la inversión; constituyen opciones de valor nada desdeñable en el análisis de proyectos. En este sentido, el modelo de opciones es más general que el modelo financiero neoclásico, ofreciendo una nueva perspectiva de la inversión empresarial de horizontes mucho más amplios, que permite captar el valor, no sólo de la actual situación del proyecto, sino también el de su posible evolución futura que se deriva de acontecimientos en el entorno competitivo de la empresa diferentes a los inicialmente esperados.

Además, la consideración de la gestión continuada de los proyectos permite entender mejor las inversiones estratégicas y el concepto de estrategia de inversión. Desde la perspectiva de opciones, la inversión deja de ser considerada como un hecho puntual. En su lugar, el compromiso empresarial es percibido como una cadena de sucesivas decisiones relativas al volumen y al estado de los recursos a ella asignados. Dentro de este esquema, la resolución del problema de selección de inversiones es más consistente que nunca con la eficiencia a largo plazo, permitiendo justificar la aceptación de proyectos, que siendo menos rentables que otros, sin embargo maximizan el valor de la firma cuando son consideradas las posibles actuaciones futuras con ellos relacionadas.

Al mismo tiempo, el modelo de opciones reales permite captar la interdependencia secuencial entre distintas inversiones. El compromiso en la investigación de nuevos productos o tecnologías, el lanzamiento o adopción de tales productos y tecnologías, o la entrada en nuevos mercados, entre otras inversiones, crean la posibilidad de realizar futuras inversiones, proporcionando a la empresa la capacidad de acometer nuevos proyectos en un futuro más o menos cercano. A este respecto, la formulación de estas posibilidades o derechos futuros de inversión en términos de opciones vincula automáticamente los actuales compromisos estratégicos de la empresa con posteriores asignaciones de recursos, de manera que

las inversiones presentes de la firma son evaluadas en función de las nuevas oportunidades futuras que proporcionan (Kester, 1984).

Así el enfoque de opciones reales de opciones reales no sólo reconoce el valor estratégico de muchas de las inversiones empresariales sino que permite comprender por qué el proyecto crea valor en la empresa: porque proporciona nuevos derechos, no sólo de propiedad sobre corrientes de renta, sino también de decisión futura.

La consideración de las interdependencias mencionadas entre los proyectos de inversión y entre estos últimos y la estrategia queda perfectamente recogida en el concepto de estrategia como sucesión de opciones (Bowman y Hurry, 1987; Camino y Pradas, 1997; Hurry, 1994; Kester, 1984, 1986 y 1991; Kogut, 1991; Kogut y Kulatilaka, 1994; McGrath, 1997 b; McGrath y MacMillan, 1998; Myers, 1984 y 1987; Sharp, 1991). En este sentido, Bowman y Hurry (1993; 760), por ejemplo, interpretan la estrategia como una secuencia de sucesivos ejercicios de opciones que de forma continua brotan de anteriores asignaciones de recursos; Hurry (1994, pág. 231) identifica la cartera de opciones de la empresa con una meta-estrategia que posibilita la adopción a lo largo del tiempo de múltiples estrategias individuales; Trigeorgis y Kasanen (1991, pág. 17) definen la planificación estratégica como un proceso de reconocimiento, creación y dirección de la cartera de opciones reales de la empresa y Sanchez (1993, pág. 251 y 1994, pág. 303) establece como la tarea central de la administración estratégica la dirección del proceso de identificación, creación y ejercicio de las opciones estratégicas "esenciales" de la firma.

Desde esta perspectiva, el activo de la firma –entendido en sentido amplio como conjunto de activos y capacidades– configura el conjunto de opciones reales, tanto de crecimiento como de abandono, que son propiedad de empresa (Bowman y Hurry, 1993, pág. 762) y las sucesivas decisiones estratégicas adoptadas por la dirección en relación con los productos y con los mercados que definen su negocio, y que a su vez implican continuas asignaciones y reasignaciones de sus recursos organizacionales, representan simplemente bien el ejercicio de estas opciones o bien la adquisición de nuevos derechos.

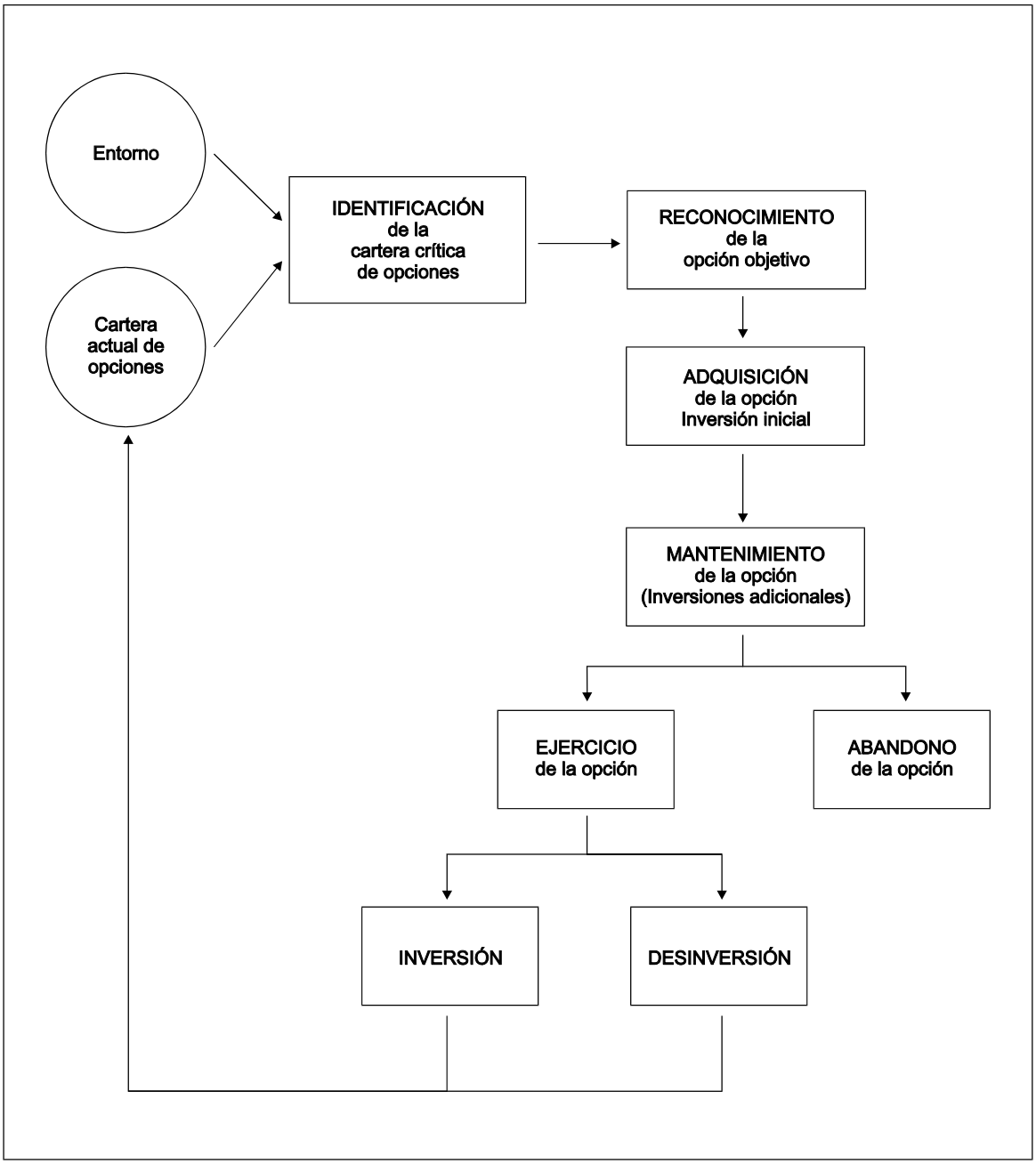
En consecuencia, la formulación de la estrategia de la empresa consiste en la identificación del conjunto de decisiones adecuadas para la obtención, mantenimiento y ejercicio de las opciones que maximiza el valor de la empresa. Lógicamente, dicho proceso requiere el previo reconocimiento de las opciones reales críticas cuya posesión y posterior ejercicio permitirá la implementación de dicha estrategia (ver figura 3.1). Estas opciones reales críticas vienen determinadas tanto por la evolución de la tecnología de procesos y productos como por las preferencias del mercado y posiciones de la competencia. En consecuencia, la eficiencia de la estrategia de la empresa queda condicionada por su capacidad para prever el referido futuro desarrollo de los negocios en los que actúa y para identificar consecuentemente la cartera objetivo de opciones, al tiempo que diferentes estrategias reflejan a posteriori también diferentes percepciones del conjunto de oportunidades disponibles (Hurry, Miller y Bowman, 1992, pág. 87).

En dicha fase de reconocimiento, la identificación del conjunto de derechos de decisión que en cada instante posee la empresa es también esencial para su éxito y supervivencia. El reconocimiento del conjunto de opciones permite evitar que determinadas acciones empresariales destruyan valiosas "opciones ocultas" (Bowman y Hurry, 1993, pág. 763; Sharp, 1991), que sean costosamente duplicadas o que se desperdicie su aprovechamiento óptimo. A cambio, dicha tarea de exploración requiere la asignación de parte de los recursos organizativos de la empresa en la adquisición de sistemas eficientes de obtención de información sobre el mercado que permitan la identificación rápida y precisa de las opciones más valiosas (Sanchez, 1995, pág. 151) y que, por tanto, son detraídos de la explotación de los actuales negocios de la firma.

Reconocidas las opciones críticas para la consecución de los objetivos de la firma, la estrategia ha de disponer de los medios adecuados para la obtención de las nuevas opciones así como de las acciones oportunas para el mantenimiento de las opciones actuales que se desean conservar. Esta decisión requiere el análisis comparativo entre el coste y el valor de cada una de las opciones, que dependerán tanto de su actual estructura de recursos como de la capacidad de la firma para ejercitar de modo eficiente dichas opciones en el futuro. La estrategia de la empresa quedará finalmente definida por la identificación de los factores críticos

determinantes del ejercicio de las diversas opciones el cual modificará, a su vez, la correspondiente cartera de derechos mediante la extinción de unas y la obtención de otras nuevas.

Figura 3.1
Estrategia como sucesión de opciones



Fuente: Elaboración propia a partir de Bowman y Hurry (1993, pág. 764) y Hurry, Miller y Bowman (1992, pág. 97).

De entre el conjunto de factores que determinan la cartera de opciones reales objetivo de la empresa, la incertidumbre del contexto en el que opera se manifiesta

como especialmente relevante. Puesto que el abanico de posibilidades de actuación y respuesta de la firma viene determinado por el conjunto de opciones reales que ésta posea, mayores niveles de incertidumbre llevarán a la empresa a disponer de un numero también mayor de opciones reales. Cuanto más volátiles e impredecibles sean los cambios tecnológicos, las modificaciones en las preferencias del mercado ó las actuaciones de la competencia; mayor será el valor de las opciones reales y, por tanto, también el número y variedad de las mismas incluidas en la cartera estratégica. Así, por ejemplo, en un negocio caracterizado por la rápida y continua aparición y adopción de innovaciones tecnológicas, la necesidad de obtener un abanico relativamente amplio de opciones de crecimiento mediante la inversión en proyectos de investigación y desarrollo de nuevos productos es siempre mayor que la correspondiente en un sector menos turbulento en cambios tecnológicos (McGrath, 1997b).

La adopción del concepto de estrategia como sucesión de opciones alimenta un número creciente de desarrollos que no hacen sino confirmar el potencial de las opciones reales en el estudio y comprensión de la dirección estratégica de la empresa. Esta formulación de la estrategia proporciona una descripción concisa de la misma en la que, mediante un reducido número de opciones, se consigue explicar un amplio rango de –algunas veces contradictorias– decisiones estratégicas (Hurry, 1994, pág. 244). Buena prueba de ello son los estudios de Mitchell y Hamilton (1987); Kogut y Kim (1991); Hurry, Miller y Bowman (1992); Willner (1995); McGrath y MacMillan (1997), McGrath (1997 a y b) Greandier y Weiss (1997) ó Kogut y Kulatilaka (1998), en donde la identificación de las inversiones en investigación y desarrollo –ó en términos más generales, de las actividades de exploración– como opciones de compra permite formular otros tantos modelos sobre la estrategia tecnológica de la empresa; ó los trabajos de Kogut (1983 y 1991); Hurry (1993 y 1994); Bell (1995); Camino y Pradas (1997) ó Buckley (1998), en los cuales el estudio teórico de la expansión internacional de la empresa se efectúa igualmente a partir del concepto de estrategia como sucesión de opciones.

Los recientes desarrollos del enfoque de opciones reales confirman además el augurio emitido por Myers en 1984 sobre la capacidad del mismo para integrar los procesos de selección de inversiones y de dirección estratégica. En este sentido, las

opciones han motivado la recíproca transferencia de técnicas y conceptos, permitiendo que ambas perspectivas avancen en el conocimiento y comprensión de la inversión y de la estrategia empresarial, "dos componentes relacionados de un mismo fenómeno" (Bowman y Hurry, 1993, pág. 760). La formulación de la estrategia empresarial en términos de opciones permite no sólo comprender y explicar las relaciones entre el entorno, la estructura de la empresa y sus estrategias, sino lo que es más importante, vincular el valor de mercado de la firma con sus estrategias.

III.2 ORIGEN Y ADQUISICIÓN DE LAS OPCIONES REALES

El análisis de las opciones reales exige comprender cuál es su origen y su naturaleza específica. Anteriores trabajos se han ocupado fundamentalmente de esta última cuestión y han prestado menor atención al proceso de generación de los derechos de decisión que conforman el activo de la empresa. En este sentido, y desde la publicación del artículo seminal de Myers (1977, pág. 164) todavía no parece estar claro si las opciones reales son adquiridas por medio de la compra de activos reales, si surgen del aprendizaje, si son el fruto de la inversión directa en investigación, adiestramiento o si por el contrario brotan de la simple evolución de los mercados. En el citado trabajo, Myers reconocía que su objetivo era otro distinto a la determinación del origen de tales derechos, abogaba por el desarrollo de una teoría de la empresa que tratase a las opciones reales de manera endógena y enmarcaba el estudio del origen y adquisición de las opciones reales dentro del conjunto de las líneas de ineludible futura investigación. En el presente apartado se pretende avanzar en la resolución de este último problema, asunto que es abordado a partir de la identificación de las principales fuentes de las opciones reales.

III.2.1 SEPARACIÓN ENTRE OPORTUNIDADES Y OPCIONES REALES

En la literatura dedicada al estudio de las opciones reales resulta bastante frecuente la distinción entre opciones compartidas y opciones exclusivas.[149] Las opciones compartidas se definen como aquellas que son simultáneamente poseídas por todas las empresas de una región o industria, mientras que las opciones exclusivas son aquellas otras cuya propiedad corresponde solamente a una o a unas pocas empresas. La aparición de una nueva necesidad en los consumidores de una región, la desregularización de un determinado sector o la liberalización del mercado de trabajo, por ejemplo, generan opciones de inversión y de abandono, en principio, compartidas por muchas o todas las empresas de una determinada región o industria. Las patentes, la imagen de marca o los sistemas flexibles de producción proporcionan sin embargo opciones de crecimiento y de abandono únicamente a sus empresas propietarias. Las primeras corresponden al grupo de las opciones compartidas y de ellas se dice que emanan de forma natural y espontánea, mientras que las segundas son identificadas con opciones exclusivas que son creadas o adquiridas de forma más o menos intencionada por la propia empresa.

De la anterior clasificación parece desprenderse la existencia de al menos dos orígenes distintos de las opciones reales: uno ubicado en el interior de la empresa, que da lugar a la aparición de las opciones exclusivas; y otro localizado fuera de los límites de la firma, del que surgen las opciones compartidas. Dicha separación dificulta no obstante la comprensión del concepto puro de opción real, o al menos del concepto de opción más extendido en la literatura especializada. Una opción real representa el derecho o la capacidad de la empresa para emprender una determinada acción y que, como tal, tiene su origen en el conjunto de recursos, activos y capacidades, que posee y que a su vez surgen de inversiones previas. Por su parte, los citados cambios en los gustos de los consumidores o en la regulación de los mercados constituyen en sentido estricto oportunidades del entorno que tienen su origen fuera del seno de la empresa y que en consecuencia son independientes de los

[149] Véase, por ejemplo, Kester (1984), Trigeorgis (1986), Gil García (1991), Dixit y Pindyck (1994) y Rahnema y Nousan (1996).

citados derechos de las empresas. Una compañía puede poseer la capacidad para desarrollar un novedoso producto y, por tanto, disfrutar de la opción de inversión correspondiente aunque no exista la necesidad de dicha innovación entre los consumidores y, por tanto, tampoco la correspondiente oportunidad en el entorno. De manera similar, puede ocurrir que el entorno presente una oportunidad para cuya explotación ninguna empresa disponga de la capacidad u opciones adecuadas.

La separación entre oportunidad y opción es destacada en Bell (1995, pág. 163).[150] Las oportunidades –se refiere a las existentes en los mercados emergentes– "brotan del desarrollo de productos, del desmantelamiento de las barreras comerciales o de cambios en los gustos" y, por tanto, tienen su origen fuera de los límites de la firma. Por su parte, cada empresa es propietaria de un conjunto particular de derechos de inversión y de abandono que dotan a la empresa de la capacidad para apropiarse de los beneficios derivados del aprovechamiento de dichas oportunidades.

La distinción entre oportunidades y opciones reales resulta de vital importancia para la empresa, puesto que de su consideración u inadvertencia se deriva la propia naturaleza de su estrategia de adquisición de opciones: activa y planificada, en el primer caso, ó involuntaria y anárquica, en el segundo; que a su vez permite distinguir entre empresas que preparan su futuro y empresas centradas por completo en el corriente desarrollo de su actividad. Clasificación esta última con frecuencia asociada a la correspondiente entre empresas que sobreviven a largo plazo y empresas que fracasan.

Los límites de la separación entre oportunidades y opciones reales, aunque conceptualmente claros, pueden resultar difíciles de apreciar en la práctica. La razón se encuentra en la continua interacción entre la empresa y el entorno. Las opciones reales son adquiridas por la firma con el fin de estar preparada para explotar las futuras oportunidades que ofrezca el entorno mediante el correspondiente ejercicio de aquellas. Con lo cual, aun cuando se trate de conceptos separados, la utilidad de

[150] Véase también al respecto Hurry (1994).

las opciones reales depende de la correspondiente probabilidad de su ejercicio y esta última a su vez de la presencia en el entorno de las oportunas condiciones.

III.2.1.1 Origen de las oportunidades del entorno

En cada momento, la particular estructura de los mercados de bienes y servicios, de factores productivos y de capitales configura el conjunto de oportunidades de inversión y de abandono de la economía. Factores tales como la legislación, la cultura, la tecnología o la relación entre la oferta y la demanda definen las oportunidades de inversión y de abandono presentes en cada región y en cada industria, con independencia de cuáles sean sus empresas propietarias. Además, la continua evolución de estos factores constituye al mismo tiempo principio de nuevas oportunidades y final de otras preexistentes.

Suárez (1995, pág. 28) establece como condición previa necesaria que justifica toda inversión empresarial, la existencia de una demanda insatisfecha. Esta necesidad insatisfecha o ineficientemente atendida representa el origen de una oportunidad de inversión que es compartida por un conjunto más o menos amplio de empresas. Obviamente, las posibilidades que posee cada empresa para explotar esta oportunidad son muy diferentes entre sí, pero la oportunidad existe con independencia de cuáles sean las condiciones de los particulares derechos de cada agente económico.

De forma similar, el crecimiento de la población, el incremento de su poder adquisitivo o los cambios en los gustos, motivan variaciones en la demanda del mercado, y son fuente de oportunidades de inversión. La aparición de nuevas necesidades o el incremento de las existentes explica que las oportunidades de crecimiento sean mayores en aquellos mercados en los que los productos se encuentran en fases de lanzamiento o desarrollo.

Otros factores tales como la legislación, el sistema político o las infraestructuras contribuyen a definir las características de tales oportunidades y, por ende, las posibilidades de su explotación. Cambios en estas dimensiones, tales como la desregularización de la industria, la supresión de las barreras arancelarias o la

integración de los mercados, provocan la regeneración de anteriores oportunidades o su sustitución por otras nuevas.

La estructura y evolución de los mercados de factores productivos son también fuente de oportunidades. Así, la flexibilidad del mercado laboral condiciona la existencia de oportunidades de paralización, intensificación y ralentización de las actividades empresariales, mientras que la sustitutibilidad de los factores productivos determina las posibilidades de intercambio y, por tanto, la flexibilidad del negocio. Estas mismas oportunidades vienen determinadas por el desarrollo tecnológico de los sistemas productivos cuya evolución propicia también el nacimiento de nuevas oportunidades de inversión. Por su parte, la existencia de oportunidades de abandono total o parcial de un determinado negocio depende de la existencia de mercados en los que sean negociados los activos empresariales así como de su grado de eficiencia.

Por último, el mercado de capitales juega también un papel esencial en la generación de las oportunidades del entorno. Además de ofrecer a las empresas un mecanismo a través del cual obtener nuevas opciones reales procedentes de la adquisición de otras sociedades, la existencia de mercados de capital eficientes condiciona en última instancia el acceso a las oportunidades de crecimiento que brindan el resto de mercados, así como la posibilidad de abandonar efectivamente los negocios en los que vienen participando.

III.2.1.2 Origen de las opciones de la empresa

Frente al origen externo de las oportunidades del entorno, el concepto de opciones reales en sentido estricto, como derechos de compra y de venta de los que se sirve la empresa para la explotación de las oportunidades de los mercados, apunta por el contrario a la generación de las mismas en seno de la firma.

A este respecto –y bastante antes de la constitución del enfoque de opciones reales– Miller y Modigliani (1961, pág. 416) establecen como origen de las oportunidades futuras de la empresa –se refieren a opciones de crecimiento– aquellos factores que confieren a ésta algún tipo de ventaja monopolística, como es el caso de una apropiada localización o de las patentes. Posteriormente, y ya entre los trabajos que conforman la literatura de opciones reales, resulta frecuente la identificación de

opción de inversión con algún tipo de ventaja competitiva o con el acceso preferencial a determinadas oportunidades del mercado, que emanan de anteriores inversiones, tanto en activos tangibles –por ejemplo, las instalaciones productivas que facilitan las ventajas de localización– como en activos intangibles –por ejemplo, los proyectos de investigación y desarrollo que permiten el posterior establecimiento de patentes–.

La inversión, o en términos más generales, la sucesiva asignación, organización y gestión de sus recursos conformarían por tanto el origen de este tipo particular de opción que brotaría de la transformación de los anteriores recursos en derechos privilegiados de decisión. Sucesivos estudios teóricos de las opciones reales de la empresa afinan aún más en la identificación de los activos cuya adquisición explica la obtención de las opciones reales por parte de las empresas; y entre los cuales destacan aquellos de naturaleza intangible y, en especial, el conocimiento organizativo, productivo y del mercado (Myers, 1977, pág. 163; Sharp, 1991, pág. 72; Bowman y Hurry, 1993, pág. 774; Hurry, 1994, pág. 232; Kogut, 1991, pág. 20; McGrath, 1997a, pág. 974), aunque también son citados como fuente de opciones: la experiencia (Kim y Kogut, 1996, pág. 283; Grenadier y Weiss, 1997, pág. 399); los acuerdos contractuales (Kogut, 1991, pág. 23), la confianza en las relaciones con proveedores y clientes (Hurry, Miller y Bowman, 1992, pág. 96; Hurry, 1993, pág. ; Sanchez, 1994, pág. 300), la imagen de marca (Kogut, 1991, pág. 20; Kulatilaka y Perotti, 1998, pág. 1022), la propia organización de las actividades de la empresa (Sanchez, 1995, pág. 135; Kogut y Kulatilaka, 1994, pág. 124); o también activos tangibles como: los recursos naturales (Brennan y Schwartz, 1985; McDonald y Siegel, 1986; Paddock, Siegel y Smith, 1988; Laughton y Jacoby, 1991; Bjerksund y Ekern, 1990, pág. 68) o los sistemas productivos (Kulatilaka, 1988, pág. 250; Aggarwal, 1993b, pág. 281).

Fruto de esta asociación, algunos estudiosos (por ej., Bowman y Hurry, 1993, pág. 775; Hurry, 1994, pág. 231; Bettis, 1994, pág. 251; Sanchez, 1994, pág. 301; McGrath, 1997b, pág. 16 ó Kogut y Kulatilaka, 1998, pág. 2) llegan a plantear la identidad entre los activos y capacidades inimitables a los que se refiere el enfoque de recursos como determinantes del éxito y del posicionamiento futuro de la firma y los derechos de explotación de oportunidades analizados por enfoque de opciones

reales. Esta identificación entre capacidades y opciones, aunque facilita la integración de conceptos y enfoques diversos (Bowman y Hurry, 1993; McGrath, 1997 b; Chi y McGuire, 1996); no contribuye sin embargo a esclarecer el origen de las opciones reales.

Las opciones reales de inversión y de abandono constituyen en esencia derechos de asignación. Al igual que se afirma, con respecto al proceso productivo de la empresa, que los inputs de éste no son los recursos en si mismos sino los servicios por ellos prestados (Sanchez, 1995, pág. 138), puede asegurarse que las opciones reales proceden, no tanto de los recursos a los que se encuentran asociados, como de las posibilidades de uso de éstos últimos. El origen de las opciones reales se encuentra localizado en los derechos de uso que proporciona la posesión de los mismos a sus titulares, siendo la adquisición y creación de los activos, tangibles e intangibles, el mecanismo por el cuál las opciones son internalizadas en la empresa. Los derechos de decisión resultantes constituyen la característica esencial del derecho de propiedad, que permite a la firma elegir sobre el uso y destino de los activos cuya propiedad adquiere. Esta potestad permite a la empresa asignar sus recursos a una determinada actividad y adueñarse de sus frutos, reasignarlos a nuevos usos o incluso abandonarlos.

Así las cosas, la amplitud y diversidad del abanico de opciones reales asociado a un determinado recurso serán mayores cuanto mayor sea el número de usos alternativos a los que puede ser asignado, siendo además el valor de aquel mayor cuanto menor resulte la dificultad y el coste de su reasignación y menor el tiempo requerido por la misma. No es por tanto de extrañar que recursos del tipo del tipo del conocimiento o de la experiencia, por su flexibilidad, sean identificados como fuente principal de las opciones reales de la empresa; si bien ha de entenderse que dichos derechos proceden no tanto del recurso en si mismo como de sus posibilidades de uso.

La identificación de las opciones reales con los usos posibles de los recursos lleva a reconocer, por un lado, que la misma opción real puede ser obtenida de la posesión de diferentes recursos, de la misma manera que un mismo servicio puede ser prestado por múltiples activos y, por otro, que dado que diferentes combinaciones

de recursos derivan a su vez en servicios adicionales a los prestados por los mismos cuando son considerados de manera independiente, las opciones reales asociadas a una cartera de recursos resulta mayor que la suma de opciones reales asociadas a cada uno de sus componentes.

En este contexto, la misión de la dirección de la empresa consiste en determinar el conjunto o conjuntos posibles de recursos presentes y futuros cuya cartera de derechos de asignación asociados faculta la óptima explotación de las oportunidades que brotan de la estructura y evolución de los mercados (Hurry, 1994, pág. 232), teniendo además en consideración las limitaciones físicas de uso simultáneo de los citados recursos. Lógicamente, dicha cartera óptima de derechos de asignación, que configura el conjunto de productos que la firma puede diseñar, desarrollar, fabricar y comercializar en el momento presente y futuro, evolucionará a lo largo del tiempo de manera paralela a la modificación de las condiciones del entorno y de los mercados actuales y potenciales de la firma.

III.2.1.3 La relación entre las oportunidades del entorno y las opciones de la empresa

La distinción entre opciones y oportunidades ofrece nuevas luces en la comprensión tanto del significado como del origen de unas y otras. Sin embargo, la separación entre opciones y oportunidades es sobre todo conceptual. En la práctica, y aún cuando puedan y deban ser considerados entes diferentes, opciones y oportunidades se encuentran íntimamente relacionadas. La propia definición de las opciones como mecanismos a través del cuales la empresa explota las oportunidades del entorno, pone de manifiesto la relación directa que entre unas y otras existe.

De hecho, la utilidad de las opciones reales poseídas por la empresa dependerá de las posibilidades de su ejercicio y éstas, a su vez, de las oportunidades existentes. Además, comoquiera que el abanico de oportunidades que se le presentan a la firma en cada momento depende de variables específicas del negocio en el que opera, tales como la etapa y duración del ciclo de vida del producto, la rivalidad del sector, la evolución y volatilidad de la demanda y de los precios o la velocidad en el desarrollo y adopción de innovaciones relacionadas con la actividad de la empresa;

no parece arriesgado presumir cierta relación entre el sector o sectores en los que opera cada empresa y el tipo de opciones reales más relevantes.

En clara concordancia con este supuesto, Trigeorgis (1996, pág. 374.) identifica como factores determinantes de la relevancia de las distintas opciones de crecimiento y de flexibilidad de la firma, a la estructura y a las características de la industria en que desarrolla su actividad (véase tabla 3.2).

Tabla 3.2
Opciones reales por negocios. Algunos ejemplos

Tipo de Opción	Negocios más fecundos
OPCIÓN DE APLAZAMIENTO	• Extracción de recursos minerales, explotaciones agrícolas, papeleras y en general toda inversión en bienes raíces.
OPCIÓN DE INVERSIÓN Y OPCIÓN DE CRECIMIENTO	• Industrias de tecnología punta y continua innovación de productos (electrónica, telecomunicación, farmacéutica, etc.) • Empresas multinacionales y grandes corporaciones • Inversiones en infraestructuras • Nuevas industrias • Y, en general, toda inversión de posicionamiento
OPCIÓN DE PARALIZACIÓN DE LAS INVERSIONES	• Industria farmacéutica • Empresas energéticas • Empresas constructoras • Y, en general, todas aquellas inversiones que se prolongan a lo largo de sucesivas etapas y compromisos
OPCIÓN DE REDUCCIÓN Y OPCIÓN DE ABANDONO DE LA INVERSIÓN.	• Líneas aéreas o ferroviarias. • Servicios financieros • Nuevos productos en mercados inciertos
OPCIÓN DE PARALIZACIÓN ó MODIFICACIÓN DEL RITMO DE LAS OPERACIONES	• Explotaciones de recursos naturales • Industrias de bienes de consumo • Negocio inmobiliario • Sectores cíclicos como el de confección o el del automóvil.
OPCIÓN DE INTERCAMBIO DE CONSUMOS	• Sector energético • Industria química
OPCIÓN DE INTERCAMBIO DE PRODUCTOS	• Sector del automóvil • Industria microelectrónica • Sector juguetero • Empresas farmacéuticas • Sector agrícola

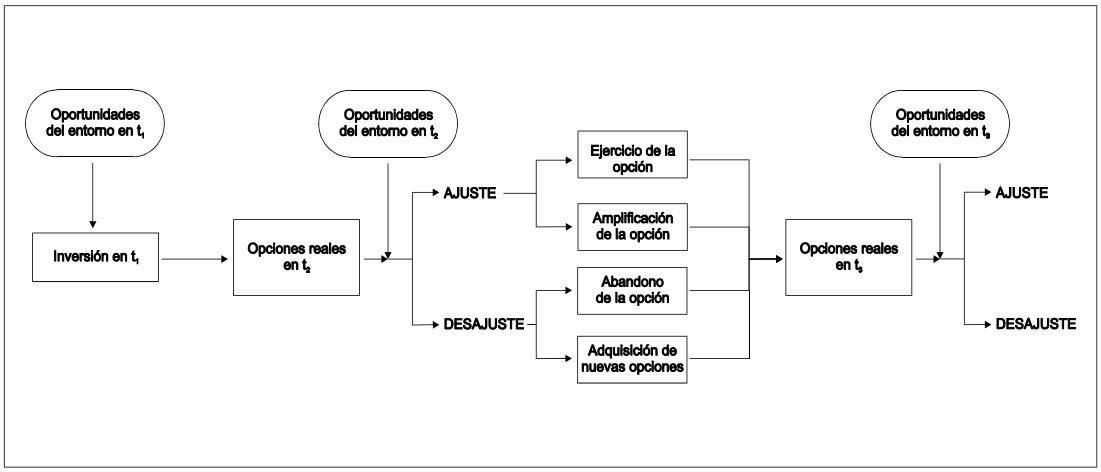
Fuente: Trigeorgis (1993a, pág.: 204) modificado.

Así, por ejemplo, los derechos relacionados con la modificación de los ritmos de actividad y la opción de paralización y reinicio de las operaciones adquieren especial consideración en los sectores con precios y demanda volátiles y cíclicos,

como ocurre en la explotación y comercialización de recursos naturales o también en la industria de bienes de consumo altamente sensibles a las modas. La incertidumbre y volatilidad de los precios de los *inputs* y de los *outputs* potencian también la utilidad de las opciones de permuta de productos inherentes a las tecnologías flexibles de producción y el valor de las asociadas al intercambio de proveedores y clientes. La disponibilidad de consumos y proveedores sustitutivos destaca en las industrias pesadas de transformación (centrales eléctricas, metalúrgicas o químicas) mientras que las opciones de intercambio de productos y clientes predominan en los sectores globalizados que atienden la demanda final (automóvil, informática o farmacéuticas).

Con todo, la particular composición de la cartera de opciones de cada empresa depende en última instancia de la estructura de recursos de la empresa y esta última a su vez de la estrategia desarrollada por la firma a lo largo del tiempo. Aún es más, el éxito o fracaso de la estrategia de la firma vendrá determinado en buena medida por su capacidad para aprovechar las oportunidades y sortear las amenazas que a lo largo del tiempo vayan presentándose en el entorno; o lo que es lo mismo, por la capacidad de la estrategia para ajustar los recursos de la empresa que constituyen el sustento de las ventajas competitivas sostenibles con la continua evolución incierta de las oportunidades y amenazas del entorno (Hurry, 1994, pág. 230).

Figura 3.2
Proceso de ajuste intertemporal de las opciones y oportunidades



Fuente: Elaboración propia a partir de Hurry (1994).

La figura 3.2 representa gráficamente el proceso de ajuste intertemporal de las opciones reales de la firma a las oportunidades del entorno. La inversión efectuada en el instante t_1 es fuente de un conjunto de opciones reales disponibles en el momento t_2 cuya relación de ajuste con las oportunidades que ofrecen los mercados en t_2 determina el grado de éxito de la anterior asignación de recursos así como la conveniencia de nuevas inversiones que pueden consistir en el ejercicio de las citadas opciones reales disponibles, en la amplificación de las mismas o en la adquisición de otras nuevas; que, a su vez, proporcionan un nuevo conjunto de opciones reales en t_3.

El reconocimiento de la continua inestabilidad del entorno en general y del contexto competitivo de la empresa en particular implica la sustitución del concepto estático de estrategia por otro dinámico y, al mismo tiempo, del objetivo de ventaja competitiva sostenible por el de capacidad de adaptación y respuesta. Desde esta perspectiva, los actuales recursos y capacidades posicionan a la empresa para el aprovechamiento –mediante el ejercicio de las correspondientes opciones– de las futuras oportunidades de expansión o desinversión que surgen en los distintos mercados. Sin embargo, el éxito de la empresa no depende tanto de su capacidad para sostener sus actuales ventajas competitivas sino de su capacidad para adaptar estas ventajas competitivas a los continuos cambios del entorno, es decir, de su capacidad para ajustar beneficiosamente estas ventajas competitivas para la explotación de las nuevas oportunidades que surgirán como consecuencia de la evolución incierta de las condiciones del entorno (Kogut, 1991, pág. 20; Bettis y Hitt, 1995, pág. 15). En el largo plazo, la estructura de recursos y capacidades que un día posicionaron exitosamente a la empresa se convertirán en ineficaces para tal objetivo, con lo cual, si la empresa no se ha preparado para ese futuro más o menos próximo se encontrará con graves problemas de supervivencia. Los cambios en la tecnología o en las preferencias del mercado pueden representar tanto nuevas oportunidades como nuevas amenazas para la empresa. La diferencia vendrá determinada por la cartera de opciones reales disponibles en la firma que determinan las posibilidades de adaptación y respuesta de la misma a los cambios del entorno.

Ahora bien, comoquiera que la futura evolución del entorno resulta imprevisible, el ajuste dinámico de las fuerzas internas de la empresa para el mejor

aprovechamiento de las oportunidades externas exige la disposición por parte de aquella de un amplio abanico de opciones, tanto más extenso cuanto más incierto se presente el futuro (Hurry, 1994, pág. 231; McGrath, 1997 b, pág. 31). La inversión en opciones –y, por tanto, en su identificación, adquisición y mantenimiento– implica, en un contexto de recursos limitados, detraer recursos de otras asignaciones alternativas (Kogut, 1991, pág. 20), por ejemplo, de su empleo en la explotación de los negocios corrientes de la firma, de resultados más directos, más a corto plazo y, con frecuencia, menos arriesgados. En consecuencia, la estrategia concreta de inversión en opciones elegida por la empresa será el resultado del análisis comparado de los costes y beneficios asociados a cada una de las alternativas disponibles, los primeros derivados de la inmovilización de recursos organizativos en las actividades de identificación, adquisición y mantenimiento de los citados derechos, y los segundos procedentes del incremento de la capacidad de adaptación y respuesta de la firma y, por tanto, de la mayor flexibilidad de su estrategia.[151]

Además, tanto el coste como el beneficio esperado de las opciones reales de la empresa dependerán de la capacidad de la empresa para gestionar eficientemente su identificación, adquisición, mantenimiento y ejercicio, y ésta, a su vez, de la disponibilidad de una estructura de recursos adecuada (McGrath y MacMillan, 1997, pág. 14). De este modo, una estrategia dirigida a la obtención de un número excesivo de opciones puede derivar en un ejercicio ineficiente de las mismas como resultado de las restricciones en la obtención y en el uso de los recursos necesarios (Sanchez, 1995, pág. 138; McGrath, 1997 b, pág. 17) o incluso en la pérdida de derechos previamente adquiridos como resultado de la insuficiencia de los recursos destinados a su conservación.[152] Por su parte, la distribución de los recursos entre un amplio

---

[151] De algún modo, el análisis aquí planteado de los costes y beneficios del empleo de recursos en la inversión en opciones en relación con su asignación alternativa a los negocios corrientes de la empresa recuerda a la distribución de fondos entre los proyectos estrella y caja de vaca de las matrices de negocio, si bien, en el modelo de opciones el reconocimiento de la vinculación entre los distintos proyectos de la empresa va mucho más allá de la dependencia de financiación.

[152] A este respecto, McGrath (1997b, pág.18) destaca el hecho de que no sólo la adquisición y el ejercicio de las opciones implican un coste, sino que el mismo mantenimiento de una opción tiene

abanico de opciones poco relacionadas entre sí multiplica la flexibilidad de la firma, aunque a costa del pago de un precio de identificación, adquisición, mantenimiento y ejercicio con toda seguridad mayor que el asociado a una asignación de recursos concentrada en un conjunto menos variado de opciones.

A este último respecto, el modelo de opciones reales apunta hacia un tipo de estrategia de expansión "concéntrica"[153] y flexible basada en la obtención de aquellas opciones reales para cuya obtención y posterior ejercicio la empresa se encuentra mejor preparada (Bowman y Hurry, 1992, pág. 162; Sanchez, 1994, pág. 302; McGrath, 1997b, pág. 31; Kogut y Kulatilaka, 1998, pág. 27) y en la implementación secuencial y gradual de las decisiones de inversión en función del desenvolvimiento de los acontecimientos; que difiere así de la estrategia de crecimiento rápido y diversificado de los modelos de carteras de proyectos. Mientras que estos últimos promueven la diversificación instrumentalizada mediante la adquisición de negocios en funcionamiento, el modelo de opciones reales resalta el valor de la creación secuencial e incremental, un modus operandi –incluso, "una forma de pensar" (Amram y Kulatilaka, 1999 a, pág. vii)– que tiene mucho que ver con la forma de hacer negocios de las empresas japonesas y que a la luz de la evidencia empírica parece reportar mayores beneficios (Porter, 1987, pág. 58; Hurry, Miller y Bowman, 1992, pág. 87 y Hurry, 1994, pág. 234)[154]. Mediante esta estrategia de inversión secuencial, el crecimiento es más lento, pero también es menor el riesgo soportado por la empresa y, por lo tanto, también la necesidad de reducirlo a través de la diversificación no relacionada, convirtiéndose así la flexibilidad en la principal arma de la firma frente el riesgo.

---

un precio que es función de los recursos cuya asignación son requeridos para disponer, en un momento posterior, del correspondiente derecho de ejercicio.

[153] El término "estrategia concéntrica" es tomado de McGrath (1997b).

[154] Hurry (*op. cit.*) identifica este tipo particular de estrategia en algunas de las empresas norteamericanas líderes en innovación como 3M, así como en las empresas japonesas de mayor éxito como Sony, Toyota, Cannon o Hitachi.

Resumiendo, se puede por tanto concluir: primero, que el origen de las oportunidades de inversión y de abandono se ubica en la estructura y en la evolución de los mercados; segundo, que la empresa puede influir sobre una y otra, y, por ende, indirectamente sobre la propia generación de tales oportunidades; tercero, que la firma se apropia de estas oportunidades mediante la adquisición y combinación de activos tangibles e intangibles; y por último, que el coste que la empresa está dispuesta a pagar por derechos de decisión adicionales depende de la utilidad que reporten y esta última, a su vez, de las particulares características de los mercados y negocios en los que desarrolla su actividad.

BIBLIOTECA VIRTUAL

III.2.2 EL MODELO DE CARTERA DE DERECHOS

De la disquisición hasta aquí hilvanada cabe derivar una nueva clasificación de las inversiones empresariales, complementaria a la que abría el presente capítulo, a partir de la cual explicitar la relación entre la estrategia, la cartera de opciones y la inversión de la empresa. En función del objeto de la inversión empresarial, es posible distinguir entre inversiones destinadas a la adquisición de opciones, inversiones dirigidas al fortalecimiento o amplificación de opciones previamente adquiridas e inversiones cuyo objeto consiste en el ejercicio de opciones (Hurry, Miller y Bowman, 1992, pág. 98; McGrath, 1997 a, pág. 978 y McGrath y MacMillan, 1997, pág. 15).

Las inversiones en adquisición de opciones implican el empleo de recursos diversos de la organización en la obtención de nuevas opciones reales que permiten incrementar la capacidad de respuesta y adaptación de la firma y, de este modo, también la flexibilidad de su estrategia. Las inversiones de amplificación de opciones, por su parte, suponen el empleo de recursos en la actuación sobre los principales condicionantes de la rentabilidad de los derechos de decisión, incrementado por tanto el valor la flexibilidad de la empresa. Por último, las inversiones en el ejercicio de las opciones de la empresa constituyen la explotación de la utilidad de los derechos que es emprendida mediante la oportuna reasiganción de recursos y que tiene como principal resultado la materialización del beneficio asociado a las opciones que son ejercitadas y la correspondiente pérdida de flexibilidad de la firma.

La anterior clasificación de la inversión en adquisición, amplificación y ejercicio de opciones pone de manifiesto el carácter secuencial de la inversión y, por ende, la dependencia temporal de las asignaciones de recursos. Además permite caracterizar la distribución del volumen total de recursos periódicamente asignados en la empresa que vendrá condicionada por la particular situación de la misma, por el estado actual y futura evolución esperada del entorno y por la aludida relación de ajuste entre opciones y oportunidades. Factores tales como la elevada volatilidad de la demanda, la rapidez en la creación y adopción de innovaciones tecnológicas, la posición competitiva de la empresa ó su capacidad para explotar eficientemente sus opciones actuales determinan el reparto de los recursos entre unos u otros empleos y, por ende, la particular composición del activo de la firma.

A su vez, esta particular composición del activo de la empresa, en conjunción con el sistema de gobierno que se deriva de su estructura de propiedad y control, influye no sólo en el tipo de inversiones efectuadas sino en la propia eficacia de éstas; de modo que idénticas inversiones emprendidas por empresas diferentes no siempre reportarán las mismas opciones. La razón se encuentra en la interdependencia de los recursos que conforman el activo de la firma. Si las opciones reales son incorporadas en el seno de la empresa a través de la adquisición de activos y capacidades, parece lógico admitir que distintas combinaciones de éstos últimos den lugar a carteras de derechos también diferentes. De modo que, aún cuando todas las organizaciones de una determinada industria o región compartan una misma oportunidad y efectúen idénticas asignaciones de recursos para la obtención del correspondiente derecho, las condiciones de ejercicio normalmente diferirán de unas firmas a otras en función de la particular estructura de activos y capacidades que gestionan.[155]

Así, por ejemplo, ante la oportunidad de invertir en una nueva economía emergente para la fabricación y comercialización de un determinado producto – procedente de algún cambio en las necesidades de los consumidores de esa región, de

[155] En este sentido, Kogut y Kulatilaka (1998, pág. 16) afirman que el precio de ejercicio de las opciones de inversión es idiosincrásico a cada empresa.

su poder adquisitivo, de la legislación o cultura–, cada una de las empresas dedicadas a la fabricación y comercialización del mismo producto en otros mercados poseen el derecho a invertir en la región en cuestión y a apropiarse de la ganancia correspondiente. Es más, otras empresas de sectores relacionados, o incluso de sectores distantes, también disfrutan del mismo derecho de inversión, aunque las condiciones del mismo –valor del activo subyacente, precio de ejercicio y plazo hasta la fecha de vencimiento– seguramente disten bastante del derecho de inversión de las anteriores. Incluso entre las organizaciones pertenecientes a una misma industria y región, lo normal es que los términos que definen cada uno de los derechos de inversión diverjan entre sí de forma sustancial según cual sea su experiencia y la habilidad de sus directivos en la entrada en nuevos mercados, su imagen de marca entre los consumidores potenciales, su conocimiento del mercado objetivo o, en términos más generales, la composición de la cartera de activos y capacidades de cada una de las empresas.

Lo mismo ocurre con el resto de opciones. Pensemos, por ejemplo, en dos empresas de sectores diferentes que se plantean la adquisición de una tercera perteneciente a la misma industria que una de las compañías compradoras. La adquisición de la empresa objetivo por parte de la otra compañía perteneciente al mismo sector ofrece a esta última la opción de reorganizar el conjunto de los activos, eliminando aquellos que se encuentren duplicados y no sean necesarios para el desarrollo conjunto de la actividad.[156] Por su parte, la adquisición por parte de la empresa no relacionada también pudiera proporcionar posibilidades de reorganización, pero el número y la naturaleza de las opciones de abandono con toda seguridad serán diferentes.[157]

---

[156] Este sería el caso por ejemplo de la red de distribución de una de las empresas. Además, esta adquisición pudiera proporcionar la opción de intercalar la producción de cada una de las marcas en función de las correspondientes demandas, oportunidad que tendrá más valor cuanto menos correlacionadas se encuentren las ventas de los respectivos productos.

[157] En este sentido, Hurry, Miller y Bowman (1992, pág. 87), por ejemplo, defienden que la utilidad de la inversión en una *capital venture* para la revitalización tecnológica y competitiva depende de la capacidad de absorción de la empresa.

Este tipo de consideraciones aconseja sustituir la tradicional visión del activo de la empresa como un conjunto de recursos cuya organización proporciona el derecho de propiedad de una renta más o menos prolongada, por una nueva perspectiva en la que aquél es reinterpretado como una cartera de derechos de decisión cuyo continuo y sucesivo ejercicio genera una serie de flujos de caja que se extiende en tiempo. En consecuencia, la concepción del activo de la firma como cartera de proyectos es reemplazada por el de cartera de derechos, que viene a su vez definida por el conjunto de activos, conocimientos y capacidades de los que la firma es propietaria y cuya identificación, adquisición y ejercicio son efectuadas en función de las percepciones y expectativas que los directivos poseen sobre la estructura y posible evolución de los distintos mercados con los que se relaciona en el desarrollo de su actividad, así como por el esquema de incentivos y de control definido por la estructura de propiedad de la empresa.

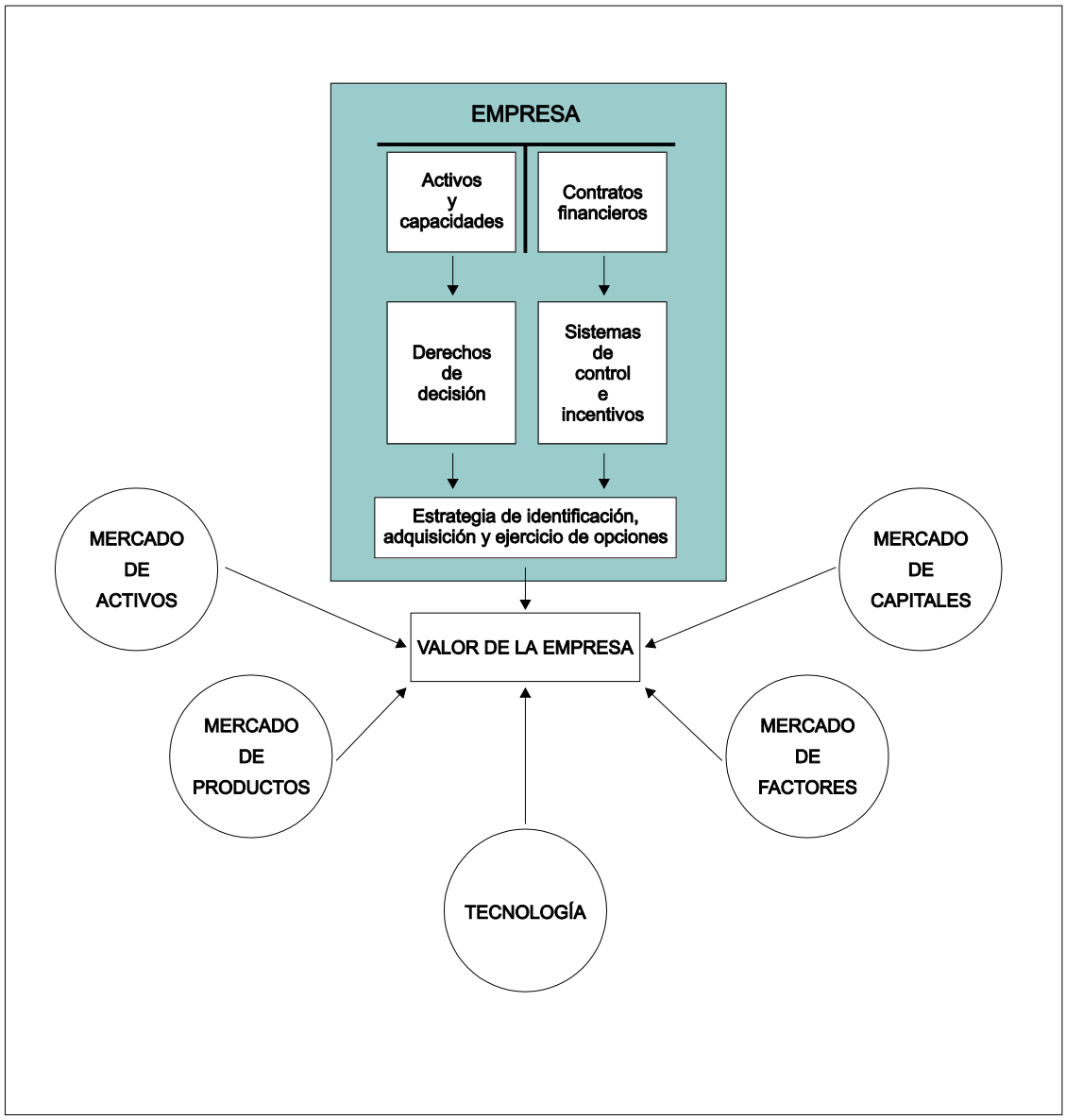
La naturaleza de los activos tangibles, los conocimientos y habilidades, el tamaño, el grado de diversificación y de internacionalización, y los contratos implícitos y explícitos con clientes, proveedores, accionistas, acreedores, competidores, gobiernos y demás organizaciones, configuran en conjunto la cartera de opciones reales que define y diferencia a las distintas empresas entre sí, y cuya continua adecuación a la estructura y evolución de los mercados determina su eficiencia y, por ende, su valor de mercado.

Este planteamiento alberga además una nueva concepción del valor de la empresa según la cual éste viene determinado no tanto por el valor de los recursos que componen su activo ni por el de los proyectos que conforman su cartera de negocios como por el valor de la estrategia adoptada por la dirección de la firma. Lógicamente, recursos y proyectos influyen decisivamente sobre la estrategia de la empresa y, por tanto, sobre su valor de mercado; sin embargo, la rentabilidad que a lo largo del tiempo esperan obtener los propietarios de la firma –que en último término determina el valor de mercado de ésta– depende no tanto de lo que la empresa posee o de los frutos que en el futuro confía obtener de la actual asignación de sus recursos, como de lo que los inversores esperan que la empresa haga a lo largo del tiempo con esos recursos y proyectos.

En este contexto, la cartera de derechos de propiedad y de decisión que la empresa mantiene sobre activos fijos, conocimientos y capacidades como consecuencia de las inversiones efectuadas y de las relaciones contractuales establecidas, constituye la base de la estrategia de la empresa y, por tanto, un ingrediente fundamental del valor de mercado de ésta. Aún es más, a partir de la particular composición de la cartera de derechos y de la modelización probabilística de los futuros acontecimientos del entorno y actuaciones de la competencia podría llegar a obtenerse el valor óptimo teórico de la firma que precisamente coincidiría con el valor actual de la estrategia perfecta. En este caso, bastaría por tanto con determinar la citada cartera de derechos y las probabilidades de ocurrencia de los distintos escenarios posibles para cuantificar exactamente el valor de mercado de la empresa correspondiente.

MIGUEL DE CERVANTES

Figura 3.3.
Cartera de derechos de decisión



No obstante, la existencia de factores tales como las imperfecciones informativas, los problemas de agencia o la dificultad de cuantificar exactamente las probabilidades asociadas a los acontecimientos futuros, convierten en inalcanzable para la empresa la citada estrategia óptima y, por tanto, también su correspondiente valor. En consecuencia, la valoración de la empresa ha de efectuarse, no ya directamente de la cartera de derechos, sino a partir del grado de eficiencia de la estrategia esperada, que a su vez vendrá determinada por su proximidad a la citada estrategia óptima y, por tanto, por el grado de influencia de los factores que provocan la separación entre una y otra.

La estrecha relación que vincula estrategia, inversión y composición de la cartera de derechos lleva a pensar en una dependencia igualmente robusta entre el valor de la empresa y su cartera de derechos. Por un lado, la inversión constituye el mecanismo por el que la firma adquiere los derechos de propiedad y de decisión que configuran el activo empresarial y que condicionan y posibilitan, al mismo tiempo, la continua adaptación de la estrategia a la evolución del entorno. Por otro, la particular estrategia desarrollada por la firma a lo largo del tiempo se materializa, en ultima instancia, en sucesivas asignaciones y reasignaciones de recursos que a su vez determinan la evolución de la composición de su cartera de derechos. Esta vinculación queda patente en la aplicación de la lógica de opciones a la tradicional clasificación de la estrategia empresarial en estrategias de reconversión, de expansión y de consolidación que deriva en la distinción entre otras tantas categorías de la inversión y estructuras de la cartera de derechos, igualmente reveladoras sobre el posible comportamiento futuro de la empresa.

La estrategia de consolidación suele ser emprendida por empresas que gozan de un buen posicionamiento competitivo en industrias que se encuentran a medio camino entre las etapas de crecimiento y de madurez. La consolidación consiste en el reforzamiento de las ventajas competitivas que garantizan la protección y el sostenimiento de la posición alcanzada por la empresa en los negocios en los que opera. Las inversiones predominantes en este tipo de estrategia están relacionadas con el ejercicio de opciones de crecimiento previamente adquiridas, con la amplificación y protección de éstas y con la adquisición de opciones de flexibilidad que puedan ayudar a la empresa a sortear posibles ofensivas por parte de la competencia y a resistir posibles turbulencias temporales de los mercados.

La estrategia de reconversión de la empresa responde normalmente al declive del negocio en el que opera, a su propio fracaso en relación con los resultados de la competencia o a la concurrencia de ambas circunstancias. El objetivo principal consiste, en este caso, en la redefinición de los mercados y productos de la firma de modo que se mejore el posicionamiento competitivo de la empresa y, de esta forma, se maximimice su valor de mercado. Dicha redefinición de productos y mercados supone la simultánea realización de inversiones y desinversiones que configuran sendas estrategias de posicionamiento y de liquidación y que, en consecuencia, exige

la posesión de las correspondientes opciones de crecimiento y de abandono. Las actuaciones de la empresa irán por tanto encaminadas, en primer lugar, a la obtención de las oportunas opciones reales y, en segundo lugar, al ejercicio óptimo de las mismas; con lo que el activo de la firma se hallará compuesto por opciones de inversión y por opciones de abandono en proporciones equilibradas.

La estrategia de expansión de mercados suele ser adoptada por empresas cuyo mercado tradicional ha entrado en período de madurez pero que disponen de recursos financieros y organizativos suficientes como para emprender con éxito la entrada en nuevos mercados. En este caso, los esfuerzos de la empresa se concentran en la adquisición de las correspondientes opciones de inversión u exploración de los nuevos mercados a través de pequeñas inversiones y en el posterior ejercicio de las mismas mediante compromisos mayores de recursos. Además, por sí misma, la estrategia de expansión de mercados proporciona a la firma nuevas opciones de flexibilidad materializadas en las posibilidades adicionales de intercambio de la producción.

Por último, la estrategia de expansión de productos es característica de las empresas que realizan su actividad en las etapas iniciales de lanzamiento del negocio y que compiten por el desarrollo de la tecnología que de modo más eficiente se acople a la necesidad de los consumidores potenciales. Al igual que en el caso de la estrategia de expansión de mercados, la estrategia de expansión de productos comprende dos etapas sucesivas y diferenciadas: una primera de exploración cuyo resultado principal es la obtención de opciones de inversión; y una segunda de expansión propiamente dicha que se materializa en el ejercicio selectivo de las citadas opciones.

Con todo, y a pesar de la manifiesta relación entre la estrategia genérica desarrollada por la firma y la composición de su cartera de derechos, en la práctica resulta tan difícil encontrar dos empresas que definan e implementen de modo idéntico su estrategia, como inverosímil imaginar dos empresas con iguales carteras de derechos. Múltiples factores como la particular percepción de la incertidumbre por parte de los directivos de la firma, la estructura organizativa de la empresa, las expectativas sobre el futuro comportamiento de la competencia o la propia estructura

de propiedad de la organización; influyen de manera decisiva tanto en la particular estructura de la cartera de derechos como en la formulación y desarrollo específico de la estrategia y, por ende, sobre los resultados y el valor de mercado de cada compañía.

El riesgo percibido por los directivos de la empresa, en concreto, afecta de modo decisivo tanto a la relevancia de las opciones de flexibilidad y de abandono en el conjunto de la cartera de derechos como al número y a la variedad de las opciones de inversión mantenidas en la misma. Elevados niveles de inestabilidad e incertidumbre en los negocios y en los mercados en los que compite la empresa exigen igualmente importantes capacidades de respuesta y de adaptación. La capacidad de respuesta de cada organización vendrá determinada por las opciones de inversión que tenga en su haber, cada una de las cuales representa la llave de acceso a nuevos mercados y nuevos productos. Por su parte, la capacidad de adaptación de cada compañía será el reflejo de las opciones de flexibilidad que haya adquirido y que, en su conjunto, establecen el grado de estabilidad de sus resultados en ambientes de gran volatilidad.

En general, cuanto mayor sea el riesgo percibido, mayor será la necesidad estimada de invertir en capacidad de respuesta y de adaptación y, por tanto, la conveniencia de adquirir opciones reales que, a partir de la asunción de un pequeño riesgo adicional, acotado por el volumen limitado de recursos comprometidos en su adquisición, incrementen la flexibilidad de la empresa. No obstante, el tipo de opciones objetivo será diferente según el riesgo provenga de la volatilidad de la demanda de la empresa o de la posible aparición de nuevas tecnologías de eficiencia superior en la satisfacción de la necesidad de los consumidores. En el primero de los casos, la cartera de opciones reales de la firma estará compuesta principalmente por opciones relacionadas con la flexibilidad productiva de la empresa, del tipo de los derechos de regulación del ritmo de la actividad productiva o de los derechos de intercambio de *inputs*. Por el contrario, cuando el riesgo soportado por la empresa proceda de la rápida y continua innovación tecnológica, la dirección de la firma otorgará prioridad a la obtención de opciones de inversión del tipo de los derechos de comercialización de nuevos productos, cuyo volumen y diversidad precisamente dependerán del nivel de aquel (McGrath, 1997 a y b).

Por su parte, otros factores como la estructura organizativa de la empresa influyen de manera no menos contundente sobre la estrategia y composición de la cartera de derechos (Bowman y Hurry, 1992, pág. 770; Hurry, 1993, pág. 71; Sanchez, 1995, pág. 151; Bettis y Hitt, 1995, pág. 14). Puesto que la estructura organizativa de la firma determina la distribución del conjunto de responsabilidades y entre ellas las asociadas con el reconocimiento, adquisición y ejercicio de las opciones reales; diferentes estructuras organizativas provocarán estrategias empresariales y carteras de derechos también diferentes. Por un lado, el reconocimiento tanto de las posibles oportunidades futuras de mercado como de las opciones reales encubiertas de la empresa normalmente tienen su origen en el conocimiento directo y próximo del estado y evolución de los mercados y tecnologías, así como de los recursos y capacidades de la empresa. Por otro, el conocimiento adecuado para decidir sobre la conveniencia de la adquisición y del posterior ejercicio de una opción real normalmente se encuentra disperso entre las funciones y divisiones de la empresa. En ambos casos, la relación de dependencia entre localización de conocimiento y distribución eficiente de los derechos de decisión (Jensen y Meckling, 1995) confirma la influencia de la estructura organizativa sobre la sucesión de opciones que define la estrategia empresarial y a la postre, según cual sea la necesidad de dichas opciones para la firma, de los resultados y del valor de la firma.

Es de esperar, por tanto, que cuanto mayor sea la relevancia de la capacidad de respuesta y de adaptación de la empresa para la consecución de sus objetivos, mayor será también el nivel de descentralización de su estructura organizativa. En este sentido, Bowman y Hurry (1993, 770) equiparan la organización descentralizada de la empresa con la gestión de una cartera de opciones; mientras que la derivada de estructuras centralizadas es asociada a la correspondiente de una opción sobre una cartera de activos. Comoquiera que el valor de una cartera de idénticas opciones definidas sobre otros tantos activos supera el valor de una única opción sobre la cartera de activos (Merton, 1973a, teorema 7), la citada asimilación conduce a Bowman y Hurry a vaticinar el dominio en eficiencia de la estructura descentralizada frente a la centralizada.

En definitiva, la aplicación de la lógica de opciones a la interpretación de la estrategia y a la consecuente valoración de la empresa aporta nuevos fundamentos teóricos a la conocida relación "Estructura-Estrategia-Resultados". De un lado, el éxito o el fracaso de la empresa –y, por tanto, sus resultados– depende en última instancia del grado de ajuste entre el azaroso discurrir de las oportunidades y amenazas del entorno y las opciones diversas que de modo sucesivo y de acuerdo con la propia estrategia de la firma son reconocidas, adquiridas y ejercitadas. De otro, el efectivo y eficiente reconocimiento, adquisición y ejercicio de la sucesión de opciones que definen la estrategia es el resultado de múltiples factores que van desde la estructura organizativa de la empresa a la percepción del riesgo por parte de los directivos pasando por la estructura competitiva de los negocios en los que desarrolla su actividad la empresa, la interdependencia de las distintas opciones reales que componen su cartera de derechos o la estructura de propiedad de la compañía, factores estos tres últimos cuya particular influencia sobre el valor de la empresa es analizada en el epígrafe siguiente.

III.3 FACTORES DETERMINANTES DEL VALOR DE LA CARTERA DE DERECHOS

Los modelos de opciones reales presentados en el capítulo segundo proporcionaban el valor de los derechos de inversión y abandono a partir del proceso estocástico seguido por el valor del activo subyacente –o de la variable de estado de la que éste dependa– del precio de ejercicio, del plazo hasta la fecha de ejercicio y del tipo de interés libre de riesgo. Al mismo tiempo, los valores de estas variables vienen determinados por otros múltiples factores tales como el tamaño y la estructura de la demanda, la velocidad de reacción y capacidad de absorción de nuevos productos por parte de los consumidores, los costes de cambio de los actuales clientes o los objetivos y capacidades de los competidores.

De entre las diversas dimensiones que influyen en el valor de los parámetros determinantes del valor de los derechos, tres de ellas destacan por su relevancia y frecuencia. En primer lugar, la interdependencia de las actuaciones de las distintas empresas que mantienen una misma opción, influye sobre la correspondiente política óptima de cada una de las firmas propietarias y, como consecuencia, también sobre

el valor de sus respectivos derechos. En segundo lugar, la interdependencia de los distintos derechos poseídos por una misma organización condiciona asimismo el valor y el ejercicio de cada uno de ellos. Finalmente, la estructura de propiedad y control de la empresa propietaria de los derechos de decisión determina la estrategia de identificación, de adquisición y de ejercicio de estos y, por ende, el valor de la cartera de opciones reales y el consiguiente valor de la empresa.

La consideración de la influencia ejercida por la competencia, por la interdependencia de los derechos de decisión y por la estructura de propiedad y control sobre la estructura de comportamiento de los parámetros de los que depende el valor de las opciones reales, obliga a replantear la analogía entre estas últimas y los derivados financieros y a identificar las correspondientes consecuencias en la valoración de las opciones reales de la empresa, tarea esta última que abordamos a continuación.

III.3.1 COMPETENCIA Y DERECHOS DE DECISIÓN

La mayoría de los modelos de opciones reales son desarrollados a partir de los dos supuestos de partida siguientes (Kulatilaka y Perotti, 1998, pág. 1021): a) que la empresa ostenta el monopolio sobre la oportunidad de inversión y b) que el mercado de productos o servicios es perfectamente competitivo.[158] El primero de los supuestos permite valorar las opciones reales como una opción de compra de vencimiento conocido e independiente de las actuaciones de la competencia. El segundo de los supuestos implica que el ejercicio de las opciones reales no afecta ni

[158] Aunque la mayor parte de los modelos de valoración de opciones reales consideran los derechos a invertir, a paralizar o modificar la explotación, a ampliar o reducir el proyecto y a abandonarlo, independientes de su entorno inmediato y protegidos de toda perturbación competitiva; son cada vez más frecuentes los trabajos que incorporan la interacción competitiva en el análisis de la inversión empresarial. A parte de los modelos referidos en este texto es obligatorio apuntar el interés creciente de los investigadores del enfoque por las herramientas que proporciona la teoría de juegos para comprender el efecto de la rivalidad del sector sobre el valor de las opciones reales compartidas. Buena muestra de esta nueva línea de investigación lo constituyen, por ejemplo, los trabajos de Smit y Ankum (1993) ó Smit y Trigeorgis (1997a).

a los precios ni a la estructura del mercado y, por tanto, tampoco al valor del proyecto subyacente.

La conjunción de ambos supuestos facilita la asimilación de las opciones reales a sus homólogos financieros y, por ende, la traslación de los modelos de valoración de derivados al análisis de los proyectos de inversión empresarial. El aludido parentesco entre las opciones financieras y las opciones reales, aunque notorio, presenta no obstante ciertas limitaciones. Normalmente, las opciones definidas sobre activos reales carecen de la garantía de las que disfrutan los derechos que emanan de los contratos derivados. Con frecuencia, las opciones reales son simultáneamente compartidas por diversos competidores actuales y potenciales.[159] Además, mientras que el valor de la propiedad de una opción financiera es independiente del ejercicio prematuro efectuado por los titulares de idénticos derivados, el ejercicio de una opción real definida sobre una inversión adscrita a un mercado de competencia imperfecta puede alterar el valor del activo subyacente de las opciones poseídas por el resto de competidores y, en consecuencia, también el valor actual de estas últimas.

Sólo determinadas excepciones confirman la regla: aquellas opciones definidas sobre negocios perfectamente competitivos en los que las actuaciones de cualquier agente producen un efecto nulo sobre las inversiones del resto de competidores, o aquellas otras opciones protegidas mediante patentes, licencias o contratos similares. Comoquiera que el primer tipo de opciones se manifiesta poco frecuente en un contexto empresarial como el actual y que la salvaguarda de la exclusividad de las opciones reales derivadas de derechos de propiedad legalmente protegidos no siempre resulta efectiva (Bettis y Hitt, 1995, pág. 9)[160]; el análisis

---

[159] A este tipo de opciones compartidas u "oportunidades colectivas de la industria" (Kester, 1993, pág. 193) nos hemos referido en el epígrafe III.2.1.

[160] De hecho, la obtención de un producto sustitutivo o de una tecnología alternativa son suficientes para romper la exclusividad de acceso a las oportunidades de inversión. A modo de ejemplo, la validez del precitado modelo de valoración propuesto por Brennan y Schwartz (1985), que analiza los derechos de explotación derivados de la propiedad de una mina de cobre, depende del supuesto comportamiento estocástico del precio del mineral, que a su vez, obedece a la figurada

competitivo se erige en ingrediente clave y determinante en la valoración de las opciones reales (Dixit, 1992, pág. 118).

III.3.1.1 Relajación de los supuestos de exclusividad del derecho y de competencia perfecta

En el capítulo anterior, se distinguía entre opciones que podían ejercitarse en cualquier momento previo a la expiración y opciones tan sólo ejecutables en la fecha de vencimiento. Esta separación entre opciones europeas y opciones americanas, heredada de la teoría de opciones financieras, es fundamental a la hora de determinar el valor de equilibrio del derecho puesto que, bajo la habitual hipótesis de inversores racionales, aquel depende de la fecha óptima de ejercicio y esta última, a su vez, de las alternativas disponibles.

Se suponía además que el vencimiento del derecho, pudiera o no ejercitarse durante la vida de la opción, era fijo y conocido de antemano. Este tipo de opciones, cuya expiración se encuentra perfectamente definida, es corriente en el marco de los derechos financiero, sin embargo, en el contexto de los derechos de decisión empresariales, constituye un caso inusual. Muy al contrario, el plazo de vigencia de las opciones reales viene normalmente marcado por las actuaciones de la competencia que, en mercados de competencia imperfecta, influyen sobre el valor del activo subyacente y, por tanto, sobre la fecha de ejercicio óptima del derecho.

Aún cuando es generalmente aceptada la influencia de la actuación de la competencia sobre el valor de los proyectos de inversiones, los modelos de valoración no suelen recoger de manera explícita los efectos de esta relación. Empero, el reconocimiento de la temporalidad de las ventajas competitivas de la firma, frecuente en el pensamiento de los directivos, refleja una prueba de la consideración, aunque sea de manara implícita, de los efectos de la competencia

---

pertenencia de éste a la familia de aquellos productos cuya esperanza y volatilidad del precio incrementan indefinidamente en el tiempo. Sin embargo, la simple posibilidad de descubrir nuevos materiales sustitutivos del cobre invalidaría la hipótesis de partida y la directa aplicación de la metodología empleada.

sobre la inversión. A este respecto suele admitirse que cuanto mayor es la rivalidad de la industria, mayor es el esfuerzo necesario para crear y mantener las ventajas competitivas de cada una de las empresas competidoras y, por tanto, mayores son los desembolsos que el buen funcionamiento de las inversiones requiere, mayor el riesgo de sus flujos de tesorería y menor y más incierta las correspondientes duraciones.

La consideración de las cuestiones competitivas entraña menores dificultades en el ámbito de la modelización teórica que en la aplicación del correspondiente análisis en la práctica real empresarial. Ang y Dukas (1993), modelizan la entrada de la competencia en un determinado negocio a partir de la utilización del proceso de Poisson, según el cual, los flujos netos de caja del proyecto evaluado varían de manera estocástica llegando incluso a desaparecer como consecuencia de reacción aleatoria de sus competidores. El manejo de la fórmula resultante no es mucho más complejo que el método del descuento tradicional, empero, para su aplicación, se requiere haber estimado previamente el plazo temporal medio de reacción de la competencia. El principal resultado del modelo de Ang y Dukas vincula negativamente al valor actual neto de las inversiones empresariales con la intensidad competitiva y con la duración de los proyectos; de donde cabría colegir una relación igualmente negativa entre las opciones de inversión y la rivalidad del sector, y otra positiva entre esta última y las opciones de abandono.

La influencia negativa de la rivalidad del sector sobre el valor de las opciones de inversión representa asimismo el resultado al que llegan por caminos diferentes Trigeorgis (1986), Dixit (1989c); Episcopos (1992) ó Smit y Ankum (1993), entre otros. La consideración explícita de la presión competitiva del sector como una de las variables determinantes del valor de las opciones reales conduce a Dixit (1989c) a concluir que, cuando estas son compartidas por igual por el conjunto de competidores, el valor de estos derechos termina siendo nulo.

Trigeorgis (1986) y Smit y Ankum (1993), por su parte, introducen la rivalidad del sector en el modelo de valoración de opciones a partir de las variables número de empresas que comparten en cada momento la misma oportunidad y ritmo de crecimiento de aquél; obteniendo un modelo de valoración de la opción de inversión análogo al modelo de Black y Scholes para derivados definidos sobre

acciones que reparten dividendos durante la vida de aquellos, donde el equivalente de la ratio de reparto de dividendos incrementa a medida que aumenta la rivalidad del sector. [161]

Episcopos (1992) profundiza en la relación entre opciones reales y competencia a través de la supuesta aproximación a largo plazo del beneficio del proyecto a cero. Modelizando la continua variación de los beneficios del proyecto como un proceso de reversión a la media cuya velocidad de ajuste viene marcada por la intensidad de la competencia, Episcopos demuestra que a medida que incrementa la rivalidad, el valor de la opción de paralización decae hasta que en equilibrio desaparece.[162] El análisis de la influencia de la competencia sobre las oportunidades de inversión, simulada por la velocidad a la que la demanda atendida por cada empresa se aproxima al nivel mínimo de equilibrio competitivo, revela además una relación negativa entre la presión competitiva y el compromiso de recursos, el valor de la empresa, el de las inversiones previamente realizadas y el de las oportunidades de crecimiento.[163]

Cabe por tanto afirmar que la conveniencia del ejercicio prematuro de las opciones en relación con su aplazamiento depende –junto de los clásicos factores determinantes de la política óptima de las opciones financieras tales como la volatilidad del subyacente, el nivel de los tipos de interés o la relación entre el valor

---

[161] En el caso de Smit y Ankum, el modelo obtenido es equivalente al binomial de Cox, Ross y Rubinstein.

[162] El proceso de reversión a la media supuesto por Episcopos establece que el precio medio tiende hacia su nivel de equilibrio, que no es otro que el coste medio de producción, y que la variabilidad de los precios en torno al coste medio de producción disminuye a medida que se avanza en el tiempo. La velocidad de ajuste a la que el precio del producto final se aproxima al coste medio es función directa y positiva del numero de competidores o, alternativamente, de sus ventajas competitivas.

[163] En el precitado trabajo (cap. 5), Episcopos extiende sus conclusiones al caso en que la continua variación de la demanda atendida por la empresa se encuentra amenazada por un súbito desplome consecuencia de la actuación de la competencia, evolución representada por un proceso mixto difusión–Poisson.

de la opción y los precios de ejercicio y del subyacente– de la magnitud del efecto derivado del ejercicio por parte de uno de los propietarios de los derechos sobre los valores de las oportunidades del resto de titulares y de la presión competitiva del sector Trigeorgis (1988, pág. 163).

Cuando el riesgo e importancia del posible deterioro se manifiestan elevados, el inmediato ejercicio de la opción puede presentarse como la alternativa óptima. Kester (1993, pág. 193) establece el criterio que explica la decisión del ejercicio anticipado de la opción de inversión: "el compromiso prematuro de capital adquirido con el fin de anticiparse a los competidores únicamente se encuentra justificado cuando el coste de ejercicio de la opción es igual o inferior al deterioro que sufriría el valor de la oportunidad de adelantarse la competencia".

Kester ilustra gráficamente esta relación. Considerando una opción de inversión genérica con una relación precio-valor del activo subyacente como el representado en el gráfico 3.1. Denotando por C_1 el valor actual de la oportunidad, V_1 el valor actual de la inversión subyacente y VAN_1 su valor actual neto, el coste que la empresa propietaria de la opción soporta de su ejercicio se corresponde con la diferencia C_1-VAN_1. Por el contrario, si la dirección no ejecutase el derecho y lo hiciese un competidor, usurpando al resto de firmas que comparten la misma oportunidad parte del valor del proyecto subyacente (V_1-V_2), el deterioro de la opción coincidiría con C_1-C_2. En el gráfico 3.1 la diferencia C_1-VAN_1 supera a C_1-C_2 y, por tanto, el ejercicio anticipado es económicamente injustificable. En el gráfico 3.2 se muestra el caso contrario, la pérdida soportada por la ejecución prematura del derecho C_1-VAN_1 es inferior al perjuicio que la anticipación de la competencia ocasionaría sobre el valor de la oportunidad compartida C_1-C_2, y la anticipación se manifiesta razonable.

Gráfico 3.1

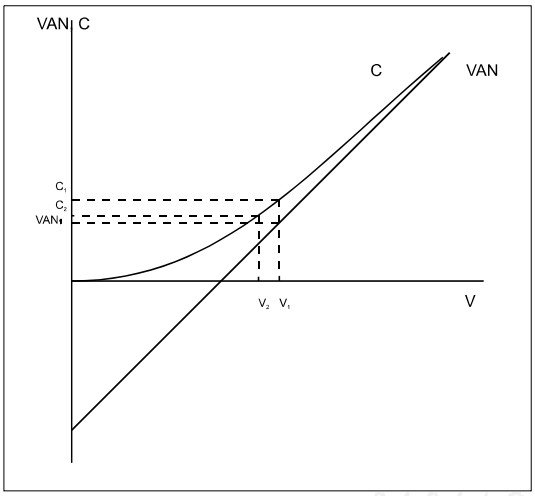
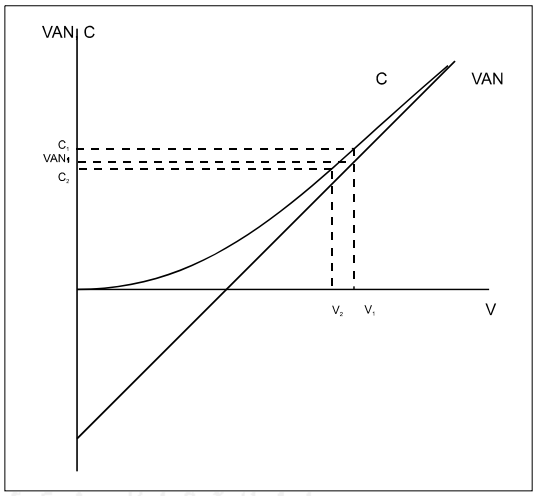


Gráfico 3.2



Fuente: Kester (1993, pág. 194).

Del análisis de estos gráficos se desprende que cuanto mayor sea el valor de la opción –y por tanto, también del proyecto subyacente–, menor resulta el tamaño de la repercusión negativa sobre el valor de la subsiguiente inversión que ocasionaría el ejercicio de la oportunidad por algún rival y que sirve de umbral para la justificación del compromiso inmediato y viceversa[164]. Del mismo modo, cuanto mayor sea la convexidad de la curva que representa el precio del derecho en función del valor del proyecto, menor resulta la penalización por la inversión prematura y mayor la pérdida que la anticipación de los rivales provoca en el valor de la empresa, factores ambos que estimulan el ejercicio adelantado de las oportunidades de la industria.[165]

De todo lo anterior se colige la necesidad de redefinir la fórmula del valor actual neto ampliado con el objeto de introducir el efecto negativo de la anticipación de la competencia sobre el valor actual de las opciones. El nuevo valor actual de las opciones reales coincidirá con el correspondiente de las mismas opciones poseídas

[164] Este resultado es una consecuencia directa del carácter asintótico del valor de la opción respecto al VAN de la inversión subyacente.

[165] Hurry (1994, pág. 239) y Bowman y Hurry (1993, pág. 768) aluden al caso extremo en el que la anticipación de la competencia provoca la completa expiración del resto de opciones compartidas. Este supuesto lleva a los autores de los citados trabajos a identificar como fecha de ejercicio aquella en la que la anticipación por parte de la competencia se convierta en inminente.

en exclusiva menos el valor actual del impacto esperado de la anticipación de la competencia.

$$\begin{aligned} VAN\ AMPLIADO &= VAN\ ESTATICO \\ &+ VA(OPCIONES\ REALES\ EN\ EXCLUSIVA) - \\ &VA\ ESPERADO\ ANTICIPACION\ DE\ LA\ COMPETENCIA \end{aligned} \tag{3.1}$$

La magnitud del último de los elementos que intervienen en la determinación del VAN ampliado de una inversión con opciones compartidas proporciona una medida del valor implícito de la posesión del control sobre el momento de ejercicio de los derechos de decisión y, por tanto, también una medida del sesgo de sobrevaloración en el que incurren los modelos formulados sobre el supuesto de exclusividad de las opciones reales cuando el comportamiento de la competencia pudiera erosionar el valor del subyacente (Episcopos, 1992, pág. 11).

En este contexto, los esfuerzos realizados por las empresas para conseguir una posición competitiva ventajosa adquieren un nuevo significado (Trigeorgis, 1988, pág. 162; Smit y Ankum, 1993, pág. 243; Aggarwal, 1993a, pág. 276). En la medida en que estas ventajas competitivas establezcan barreras que protejan la exclusividad de las opciones reales o al menos dificulten su adquisición por parte de los competidores, aquellas supondrán una fuente de beneficio para la empresa no sólo como consecuencia del incremento del VAN estático de sus proyectos sino también del correspondiente VAN ampliado.

La consideración de los factores competitivos ayuda asimismo a comprender mejor la relevancia que sobre el valor de mercado de la empresa representan determinados activos tangibles e intangibles que, bien sea por su perpetua escasez o por la dificultad que implica su adquisición, garantizan en parte la exclusividad de los derechos de decisión que se derivan de su propiedad y, por tanto, la consecuente independencia del valor de éstos con respecto a la actuación de la competencia; propiedades éstas que aproximan la naturaleza de estos derechos a la de los que incorporan las opciones financieras y la eficiencia en su ejercicio al ofrecido por los mercados de capitales.

III.3.1.2 Otros efectos indirectos derivados del ejercicio del derecho

Los trabajos sobre la relación existente entre valor de las opciones reales y competencia se centra en el estudio del efecto que sobre la demanda objetivo de la empresa causa la anticipación en el ejercicio de aquellas por parte de la competencia, omitiendo el análisis de los efectos indirectos que sobre el valor de la propia cartera de proyectos provocaría el compromiso inmediato de la empresa.

Hasta aquí se ha venido suponiendo que los únicos efectos del ejercicio de las opciones reales previo a su vencimiento eran los derivados de la relación entre la pérdida de flexibilidad que supone la ejecución del derecho y el deterioro del derecho ocasionado por la anticipación de la competencia. Sin embargo, en mercados de competencia imperfecta, del ejercicio de las opciones reales se derivan con frecuencia beneficios indirectos para la empresa que pueden llegar a compensar a las consecuencias negativas del compromiso inmediato. Las ventajas en costes fruto de las economías de aprendizaje (Lieberman y Montgomery, 1988; Diedrickx y Cool, 1989; Bettis y Hitt, 1995, pág. 11), la diferenciación del producto resultado del efecto pionero (Trigeorgis, 1996, pág. 276;) ó el efecto disuasorio que sobre el resto de competidores que comparten la misma oportunidad (Trigeorgis, 1991b, pág. 145; Kulatilaka y Perotti, 1992, pág. 13 y 1998, pág. 1022) son algunos de los posibles resultados derivados del ejercicio inmediato de una opción de inversión por parte de la empresa y que repercuten positivamente sobre el valor del subyacente y, por tanto, sobre el valor intrínseco del derecho.[166] Además, si el compromiso en el proyecto implica la obtención de nuevas opciones reales, a los precitados efectos directos e indirectos sobre el valor de ejercicio de la opción de inversión habría que añadir el valor actual de las subsiguientes opciones, que a su vez será tanto mayor cuanto más

---

[166] McGrath (1997 a) y McGrath y MacMillan (1997) subrayan la relevancia de este tipo de beneficios indirectos asociados al ejercicio prematuro de la opción de inversión en contextos competitivos como el actual caracterizados por el acortamiento de la vida de los productos, la aceleración en el desarrollo y adopción de innovaciones tecnológicas, y la creciente globalización de los mercados.

En estudio del compromiso inmediato de recursos como estrategia de defensa frente a la competencia destacan Spence (1977 y 1979); Dasgupta y Stiglitz (1980) y Reinganum (1983).

importantes sean las ventajas adquiridas sobre las mencionadas oportunidades futuras.

En este contexto, el valor de la opción de aplazamiento disminuye en función de la relevancia del efecto estratégico o competitivo derivado del ejercicio inmediato de la opción de inversión. Kulatilaka y Perotti (1998, pág. 1026) demuestran además que, en mercados competitivos imperfectos, el signo de la influencia ejercida por la volatilidad del proyecto subyacente sobre el valor de la opción de aplazamiento pasa a depender de la propia significación del efecto competitivo: cuando los beneficios indirectos derivados de la anticipación sean elevados, el incremento de la incertidumbre juega a favor del compromiso inmediato; mientras que cuando aquellos resulten insignificantes, mayor volatilidad afecta negativamente a los incentivos asociados a la anticipación de la inversión.

De todo lo anterior cabe concluir que, en general, el ejercicio prematuro de las opciones reales esta justificado cuando el beneficio neto derivado de esperar –en donde se incluye tanto la erosión que la posible anticipación de la competencia pudiera ocasionar sobre el valor del subyacente como el valor de la flexibilidad que es conservada– resulte inferior al beneficio neto de ejercitar inmediatamente la opción –igual este último a la suma del valor de los flujos de tesorería que el proyecto hubiese proporcionado durante el período de aplazamiento más los resultados indirectos que el efecto pionero en el ejercicio del derecho pudiera provocar sobre el valor del subyacente–.

III.3.2 INTERDEPENDENCIA DE LOS DERECHOS DE DECISIÓN

El valor actual neto extendido o ampliado definido en el capítulo anterior reconoce explícitamente la posibilidad de que la dirección actúe de forma continuada y eficiente sobre la renta generada por las distintas asignaciones de capital. El valor del proyecto es obtenido como la suma del valor actual neto (estático) tradicional más el valor de la cartera de opciones reales asociadas a aquel. El concepto del valor actual neto ampliado manifiesta expresamente un principio irrefutable: *ceteris paribus,* el valor de un proyecto será mayor cuanto mayor sea la flexibilidad y las oportunidades de crecimiento que proporciona.

Este valor adicional aportado por la cartera de opciones reales al valor estático del proyecto depende del valor individual de cada uno de sus componentes –cuantificable a partir de las técnicas de valoración de opciones financieras– pero también de la particular estructura de la amalgama de derechos. Si el ejercicio de cada uno de estos derechos fuese independiente de la existencia y el uso del resto de opciones, el valor del conjunto podría obtenerse como la suma del valor de cada uno de los elementos.

Sin embargo, la existencia de ulteriores opciones afecta al precio del subyacente sobre el que se encuentran definidos otros derechos de previa ejecución y por tanto también a su valor. Además, el ejercicio de cualquiera de ellas modifica las características de la renta sobre la que el conjunto de opciones residuales se hayan definidas, condicionando su ejercicio futuro y valor. En general, la existencia simultánea de varias opciones definidas sobre un mismo activo subyacente provoca interdependencias mutuas, positivas y negativas, que invalidan la utilización del principio de aditividad como regla de valoración del conjunto de derechos.

Con frecuencia la propiedad de los proyectos empresariales proporciona a la dirección de la firma derechos de ampliación futura y nuevas oportunidades de inversión (opciones de compra) junto con derechos de abandono parcial o total de la inversión o de reasignación de los recursos hacia proyectos más económicamente eficientes (opciones de venta), aparte de los derechos de decisión sobre el ritmo de actividad del proyecto. En otras ocasiones, los derechos de inversión se encuentran directamente definidos sobre nuevos derechos de inversión o producción (opciones compuestas). Se trata, en cualquier caso, de derechos cuyo valor depende de la existencia previa y posterior del resto de opciones, que influyen en modo desigual según el tipo de las opciones implicadas (de compra o de venta), su orden de prelación, su naturaleza (americanas o europeas), y la separación o intersección de sus plazos y probabilidades de ejercicio. [167]

---

[167] Trigeorgis (1993) formula también como factor determinante de la influencia entre opciones su condición *out* o *in the money*. Cuanto menor sea el valor de las opciones menor es también la influencia recíproca y viceversa.

Aparte de los modelos de valoración de derivados financieros compuestos –entre los que destacan los propuestos en Geske (1979) y Carr (1988)–; el análisis de la interdepencia de los derechos de decisión es efectuado, de manera directa o indirecta, en diversos trabajos de opciones reales. En los precitados estudios de Brennan y Schwartz (1985 a y b) es ya considerada la posible interacción de las opciones de cierre y reapertura de las operaciones de la explotación de la mina y el consecuente efecto sobre el valor del proyecto. De manera similar, en Kulatilaka (1995a) se contempla explícitamente la interdepencia del valor de las opciones que definen el estado del proyecto y su influencia sobre el VAN ampliado; mientras que Ritchen y Rabinowitz (1988) ilustran, mediante un ejemplo sencillo en tiempo discreto de dos períodos, cómo el valor de las opciones inherentes a sistemas productivos flexibles, que en cada momento permiten elegir entre dos máquinas productivas distintas, disminuye cuando el ejercicio de una opción anterior influye en la ejecución de ulteriores derechos.

La valoración de opciones compuestas es también abordado por Paddock, Siegel y Smith (1988, pág. 483) en donde se analiza un proyecto de inversión a partir de las sucesivas fases en las que se divide el compromiso desde la adquisición de los derechos de explotación hasta la venta del producto final. Paddock, Siegel y Smith simplifican no obstante el problema de valoración haciendo coincidir las fechas de ejercicio de las opciones concatenadas, es decir, suponiendo que el ejercicio de la primera opción implica el ejercicio inmediato del siguiente derecho.

Mauer y Triantis (1994) consideran conjuntamente las opciones de paralización y de reinicio de las operaciones productivas con la opción de aplazamiento y observan –a partir de diferentes simulaciones numéricas– que la opción de aplazamiento y la flexibilidad operativa son en cierto modo sustitutivas. Finalmente, en Trigeorgis (1986, 1993b y 1996), en Bjerksund y Ekern (1990) y en Kulatilaka (1995b) se demuestra numéricamente que el valor de una cartera de opciones definidas sobre un mismo proyecto es normalmente inferior a la suma de sus valores individuales y que el valor aportado a la cartera por una opción adicional,

por lo general, es menor que su valor individual y disminuye a medida que aumenta el número de opciones.[168]

La relación que vincula el valor de dos opciones definidas sobre el mismo subyacente es recíproca. [169] Por una parte, la existencia de una opción ulterior incrementa (disminuye) el valor de la opción de compra (de venta) precedente, por encima del que le correspondería de no concurrir la segunda, al aumentar el valor del subyacente sobre el que se encuentra definida. La razón es evidente, mayor flexibilidad o nuevas oportunidades futuras elevan el valor del proyecto, potenciando en consecuencia la anterior opción de inversión o de ampliación y debilitando la previa opción de abandono parcial o completo de la inversión. [170]

Tabla 3.3.
Efecto de la existencia de la opción ulterior sobre el valor de la precedente.

Tipo de la opción ulterior	Efecto sobre el activo subyacente	Efecto sobre la opción precedente (TIPO)
COMPRA	+	+ (COMPRA) – (VENTA)
VENTA	+	+ (COMPRA) – (VENTA)

Por otra parte, el ejercicio de la opción precedente modifica el valor del activo subyacente sobre el que la ulterior opción se encuentra definida y, por tanto, también el valor de ésta. Así el ejercicio de una opción de compra incrementa el valor del activo subyacente, aumentando (reduciendo) la probabilidad de ejercicio y valor de la subsiguiente opción de compra (venta). Por su parte, el ejercicio de una

[168] Aparte de los trabajos arriba citados, la valoración de opciones compuestas es también abordada en Turki (1994); Ekern (1988, pág. 97); Kulatilaka (1988, pág. 252) Willner (1995, pág. 235) ó Grenadier y Weiss (1997, pág. 403).

[169] Siguiendo a Trigeorgis (1993), y con el objeto de simplificar el análisis, consideramos la influencia recíproca entre opciones europeas. Los resultados son además extensibles al caso de la interacción de opciones americanas con plazos de ejercicio disjuntos.

[170] El tamaño del efecto será además más importante cuanto mayor sea el valor de opción posterior.

opción de venta[171] reduce el valor del subyacente, disminuyendo (aumentando) la probabilidad de ejercicio y valor de la subsiguiente opción de compra (venta). [172]

Tabla 3.4
Efecto del ejercicio de la opción precedente sobre el valor de la ulterior.

Tipo de la opción ejercitada	Efecto sobre el activo subyacente	Efecto sobre la opción ulterior (TIPO)
COMPRA	+	+ (COMPRA) – (VENTA)
VENTA	–	– (COMPRA) + ó – (VENTA)

De esta forma, la influencia positiva que mútuamente ejercen entre sí dos opciones de compra sucesivas hace que el valor de la cartera sea superior a la suma del de cada uno de ellas. No ocurre lo mismo con la secuencia de opciones de venta, puesto que aunque el ejercicio de la primera favorezca al valor de la segunda, la existencia de la opción ulterior reduce la probabilidad de ejercicio de la primera.[173] Cuando dos opciones de distinto tipo se suceden, la influencia será doblemente negativa si la opción precedente es de venta –resultando el valor de la cartera inferior a la suma de valores individuales– o de signo opuesto cuando el derecho anterior es de compra.

En última instancia, la magnitud de la influencia viene determinada por el mayor o menor solapamiento de los derechos y la separación entre las fechas de ejercicio, de modo que, cuando dos opciones se sucedan, la influencia quedará condicionada por la complementariedad o sustitutividad de los derechos.

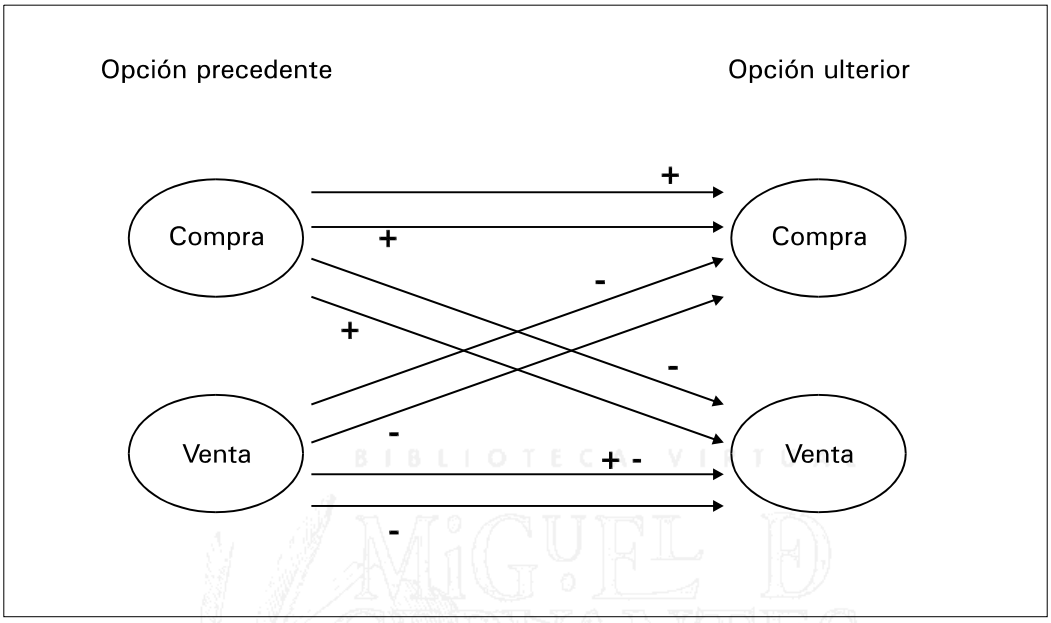
---

[171] Estamos suponiendo que la opción de venta simplemente reduce el valor del subyacente pero no lo elimina, es decir, que la venta consiste en la reasignación parcial de los recursos comprometidos en el proyecto o en la reducción de su escala. Cuando la venta consista en el abandono del proyecto su ejercicio obviamente elimina el resto de opciones subsiguientes.

[172] El ejercicio de la opción de venta precedente reducirá sin embargo el valor de la subsiguiente opción de venta cuando el precio de ejercicio disminuya en la misma proporción que el valor del subyacente (Trigeorgis, 1996, pág. 234) o cuando elimine la utilidad de la segunda.

[173] En general, el efecto global será negativo (Trigeorgis, 1996, pág. 234).

Figura 3.4
Influencia recíproca de las opciones reales según tipo



Fuente: Trigeorgis (1996, págs.: 227-256).

Todo lo anterior favorece además la adopción de los modelos de valoración de opciones reales basados en la evolución de las variables de estado de las cuales depende el valor del activo subyacente. De hecho, los modelos más directos que calculan el valor de la opción a partir del valor del subyacente se apoyan normalmente en el supuesto proceso geométrico Browniano de rentabilidad continua y constante; que a su vez implica aceptar que tanto la progresiva apreciación de la inversión como los flujos de tesorería por ella generados son en todo momento proporcionales al valor, por hipótesis exógeno, del proyecto. Obviamente, esto únicamente se verificará cuando la dirección de la empresa no cuente con ninguna otra opción diferente a la que está siendo analizada; puesto que, cuando coexistan otros derechos de decisión vinculados al subyacente, la evolución de su valor dependería inevitablemente de la flexibilidad y del ejercicio de aquellos. Además, cuando no existan tales opciones adicionales, no hay nada que impida que el valor de la inversión se vuelva negativo, algo que en ningún caso puede recoger, por su propia naturaleza, el modelo de comportamiento geométrico Browniano (Majd y Pindyck, 1987, pág. 12).

III.3.3 OTROS FACTORES DETERMINANTES DEL VALOR DE LAS OPCIONES REALES: EJERCICIO EFICIENTE, SISTEMAS DE INCENTIVOS Y MECANISMOS DE CONTROL

El logro principal de los distintos modelos de valoración hasta aquí discutidos consiste en la obtención de expresiones y métodos cuantitativos teóricamente correctos y de manejo relativamente sencillo. Los argumentos de réplica y arbitraje, junto con las características que definen la particular naturaleza del derecho, son suficientes para interrelacionar el valor de equilibrio de la opción con los valores de un conjunto más o menos amplio de variables. Así, el tipo de interés libre de riesgo, el precio y la volatilidad del activo subyacente o el plazo de vencimiento, se convierten en asiduos partícipes de los citados modelos de valoración, cuyo conocimiento constituye un requisito previo imprescindible para la determinación del valor de las opciones reales.

Existe no obstante otras serie de variables, igualmente relevantes en la determinación del valor de las opciones, pero que, en aras de la simplificación de los modelos, son relegado a un segundo plano mediante la oportuna formulación de los supuestos de partida que sirven de base para la deducción de las correspondientes expresiones de valoración. El caso más significativo es el de la supuesta racionalidad o eficiencia en el ejercicio de las opciones. Normalmente, los modelos de valoración de opciones reales al igual que los de opciones financieras, calculan el precio de equilibrio del derecho que es ejercitado de manera óptima, proporcionando por tanto el valor no tanto de la opción, como de su ejercicio óptimo. Como si del propietario de una opción financiera se tratase, se supone que el directivo de la empresa ejercita todas las opciones reales de manera eficiente, es decir, de modo que el valor procedente del ejercicio resulte máximo, e independientemente de quiénes sean los partícipes más beneficiados o cuáles los más perjudicados de dicha decisión.

El supuesto ejercicio óptimo de las opciones se deriva a su vez de las hipótesis de inversores racionales con información perfecta, no exenta de problemas en el ámbito de los mercados de capital y abiertamente ilusoria y excesivamente simplista en el contexto de las decisiones empresariales. No en vano, una de las cuestiones que en la actualidad ocupa un lugar destacado en la teoría financiera de la empresa consiste precisamente en el análisis de los incentivos y de los mecanismos

correctores de los comportamientos ineficientes que resultan del conflicto de objetivos entre los distintos partícipes de la firma y de la existencia de información incompleta y asimétricamente distribuida. En este sentido, Brennan (1995) subraya como uno de los rasgos distintivos de la evolución experimentada por la teoría financiera durante el último cuarto de siglo, la sustitución de un enfoque centrado en el estudio de la influencia directa de distintos factores sobre el valor de los flujos de caja empresariales, por otro más preocupado por el efecto de estos factores sobre el comportamiento de los directivos, accionistas, acreedores, trabajadores, proveedores o clientes, e indirectamente, y por medio de este último, también sobre los resultados de la empresa.

En este contexto de información asimétrica y de intereses divergentes, la correcta valoración de las inversiones empresariales ha de considerar el comportamiento que se espera que la firma emprenda en el futuro con respecto al ejercicio las distintas opciones reales indisociables de aquellas y que depende a su vez del particular sistema de incentivos y de los mecanismos de control establecidos en cada caso. De resultas de tales relaciones, es fácil que un mismo proyecto de inversión presente distintos valores actuales netos ampliados en función de la empresa en la sean integrados, o incluso, que una misma empresa presente distintos niveles de eficiencia esperada en la gestión de sus oportunidades de inversión según las particulares características de estas últimas.

III.3.3.1 El ejercicio de las opciones reales y el conflicto de intereses entre accionistas y acreedores

Desde que en 1958 Modigliani y Miller publicaran su trabajo sobre la irrelevancia de la decisión de financiación, el pensamiento económico ha buscado insistentemente en las imperfecciones del mercado la explicación a la interrelación de las decisiones de inversión y financiación. Entre las diversas formulaciones del problema destaca la que justifica la interdependencia de la inversión y la financiación en función de las imperfecciones informativas y del conflicto de intereses entre accionistas y acreedores. En este ámbito, el trabajo de Myers (1977)

es frecuentemente señalado como uno de los factores claves en el giro copernicano experimentado por la teoría financiera de la empresa a finales de los años setenta.[174]

Suponiendo que la dirección de la firma antepone la consecución de los objetivos de los accionistas a cualquier otra meta, Myers observa que la existencia de deuda arriesgada de vencimiento posterior al de las oportunidades de inversión condiciona el ejercicio de estas últimas. La decisión de ejercicio deja de ser trivial y automática desde el momento en que repercute de diferente modo sobre la utilidad de los distintos partícipes de intereses divergentes. En concreto, la responsabilidad limitada de la que disfrutan los accionistas de la firma provoca que proyectos de inversión de VAN positivo, que serían aceptados en empresas no endeudadas, sean sin embargo rechazados en empresas apalancadas para evitar así la transferencia de riqueza de accionistas a acreedores.

Myers considera una empresa cuyo activo está constituido exclusivamente por una oportunidad de inversión de valor actual C_t. Si ésta estuviese financiada únicamente por capitales propios, según el enfoque de opciones reales, el valor de la empresa coincidiría con el correspondiente de la opción de compra que conforma su activo. En la fecha de vencimiento, el valor de este derecho es por definición igual al mayor valor entre cero y el resultado de restar al valor del subyacente el precio de ejercicio de la opción,

$$V_T = C_T = max(S_T - I) = \begin{cases} 0 & S_T < I \\ S_T - I & S_T \geq I \end{cases} \tag{3.2}$$

donde I representa el precio de ejercicio de la opción y T su fecha de vencimiento.

[174] Myers, a parte de justificar y explicar la relación entre la política de ejercicio de las opciones reales y la estructura de capital, plantea un marco de análisis idóneo para responder a preguntas tales como por qué las empresas no se endeudan al máximo posible, por qué se formulan los objetivos de endeudamiento en términos de valores contables, por qué se hacen coincidir las duraciones de derechos y de obligaciones; por qué se estipulan en los contratos de endeudamiento cláusulas restrictivas a la discrecionalidad de los gestores ó por qué las empresas más arriesgadas se encuentran más endeudadas que las menos arriesgadas.

Sin embargo, cuando la opción de inversión se encuentre parcialmente financiada por capitales ajenos, el valor que marca su política de ejercicio ya no es el del proyecto sino la parte residual de aquél que corresponde a los accionistas. Denotando por D_T el valor de la deuda empresarial en la fecha de la vencimiento de la opción, el valor de los capitales propios derivado del ejercicio de la oportunidad de inversión es igual a la siguiente expresión:

$$E_T = S_T - I - D_T \tag{3.3}$$

que es positiva cuando el VAN del proyecto sea superior al valor de la deuda e inferior a cero en el resto de los casos. De resultas de lo anterior puede concluirse que, cuando parte de la oportunidad de inversión es financiada por capitales ajenos, ésta sólo será ejercitada si el valor del proyecto supera al precio de ejercicio en una cantidad igual o superior al valor de la deuda. En consecuencia, la expresión que recoge el valor de la opción en la fecha de vencimiento ya no coincide con el de la correspondiente opción financiera, sino que se transforma en el siguiente sistema: [175]

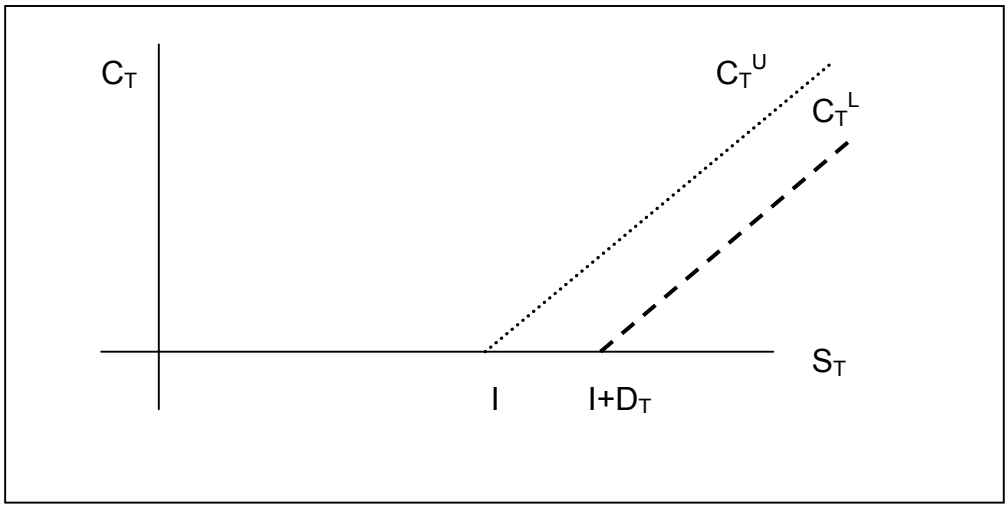
$$C_T = \begin{cases} 0 & S_T - D_T \leq I \\ S_T - I & S_T - D_T > I \end{cases} \tag{3.4}$$

En la figura 3.5 puede observarse cómo en la fecha de vencimiento el valor de la oportunidad de inversión financiada en su totalidad con capitales propios es siempre mayor o igual que el valor de la misma financiada en parte con capitales ajenos. Puesto que la divergencia de valores es únicamente consecuencia de la estructura de financiación, en cualquier fecha anterior se seguirá verificando que el valor de la oportunidad no apalancada es superior al de la opción endeudada.

Figura 3.5
Valor en la fecha de vencimiento de la oportunidad

[175] Se está suponiendo que el nuevo proyecto será financiado por los propios accionistas, bien por medio de la renuncia al cobro de dividendos o bien mediante una nueva aportación.

de inversión apalancada (C_T^L) y no apalancada (C_T^U).



Del anterior razonamiento se desprende que el endeudamiento empresarial modifica el comportamiento inversor de la empresa, motivando la no aceptación de oportunidades rentables de inversión que en otro caso serían emprendidas. Este tipo de comportamientos ineficientes puede preverse, e incluso controlarse, pero no sin soportar una serie de costes. Conscientes de la alteración del sistema de incentivos, los inversores descuentan la futura ineficiencia, o los correspondientes costes de control, en el precio actual de los títulos de la firma, de manera que todo incremento del endeudamiento, no respaldado por un incremento equivalente de activos tangibles,[176] provoca un efecto negativo sobre el valor de mercado de la empresa (Myers, 1977, pág. 161).

---

[176] Puede comprobarse de manera sencilla que el endeudamiento no afecta a la política de inversión siempre y cuando el activo físico de la firma sea suficiente para responder a las deudas contraídas.

Si en el ejemplo anterior, el activo de la empresa estuviese compuesto, junto con la oportunidad de inversión, por activos tangibles de valor A_t, entonces la política de inversión de la empresa pasaría a depender de la relación entre éstos y la deuda pendiente de reembolso.

Así, si en la fecha de vencimiento de la opción, el valor de las inversiones anteriores, A_T, fuese inferior al montante de la deuda pendiente de reembolsar, D_T, entonces el ejercicio de la opción haría que las acciones de la empresa adquiriesen un valor de $A_T+S_T-I-D_T$ unidades monetarias frente al valor cero que tomarían de no emprender el proyecto, con lo que la nueva inversión sólo se llevaría a

Si el endeudamiento tiene además de un efecto positivo sobre el valor de la firma vía ahorro impositivo, entonces existe una estructura de capital óptima que maximiza el valor de mercado de la empresa y que depende del peso relativo de las opciones reales en el valor total del activo, de manera que una vez alcanzado el volumen de deuda óptimo las consecuencias negativas derivadas de la modificación del sistema de incentivos superan a las positivas del ahorro impositivo.[177]

Lógicamente, la estructura de capital de la empresa no sólo afecta a la opción de inversión. En relación con la opción de abandono, Myers (*op.cit.*, pág. 163) muestra como el abandono subóptimo de una determinada inversión –lo que en el argot financiero se denomina "tomar el dinero y correr" (Brealey y Myers, 1991, pág. 442)– en algunas ocasiones puede beneficiar a los accionistas de la empresa endeudada a costa del perjuicio de sus acreedores. Aun cuando la opción de abandono incrementa *per se* el valor de la empresa, por cuanto sirve para acotar el conjunto de posibles pérdidas futuras; sin embargo, si la firma se encuentra endeudada y no existe ningún mecanismo capaz de evitar el ejercicio oportunista de

---

cabo sólo si el nuevo valor del activo de la empresa fuese superior a la suma de la deuda pendiente de reembolsar más el precio de ejercicio, es decir, siempre que:

$$S_T + A_T > I + D_T$$

Si por el contrario el valor de las anteriores inversiones de la empresa superan al valor de la deuda pendiente de reembolso, entonces el valor de las acciones tras el ejercicio de la opción sería igual a A_T+S_T-I-D_T unidades monetarias frente al valor de A_T-D_T que alcanzarían de no emprenderse la inversión , con lo que, en este caso, el nuevo proyecto será aceptado siempre que ésta sea la política óptima, es decir, cuando,

$$S_T > I$$

[177] Aparte de los referidos efectos negativos del endeudamiento sobre el valor de la empresa habría también que considerar las consecuencias positivas de la financiación ajena a través de la alineación de los objetivos particulares de los gerentes de la firma con los de la propiedad (Jensen, 1986).

esta opción, la mera existencia de la posibilidad de semejante comportamiento ineficiente será automáticamente penalizada por el mercado, forzando así a los accionistas a garantizar la renuncia a todo abandono no óptimo.

La legislación ofrece salvaguardas que limitan las posibilidades de la liquidación voluntaria y que, por tanto, reducen también la influencia de la estructura de capital sobre el ejercicio de la opción de abandono. Sin embargo, accionistas y acreedores siguen disfrutando de cierta capacidad para iniciar la liquidación o el abandono de proyectos y negocios. En este sentido, Vila y Schary (1995) subrayan la importancia de las opciones de venta, que junto con sendos derechos a percibir una renta de términos más o menos volátiles, son contenidos en las acciones y en los bonos.[178]

Aunque las opciones de abandono precisamente pretenden ofrecer a sus propietarios un mecanismo de protección frente al comportamiento oportunista del resto de partícipes y a pesar de hallarse su ejercicio limitado a determinadas circunstancias "justas" –que varían de una legislación a otra–; sin embargo el habitual conflicto de objetivos entre accionistas y acreedores lleva a que estos derechos terminen sirviendo a intereses particulares y perjudicando el interés conjunto.

Dentro de los límites legales, los accionistas y obligacionistas ejercitan sus respectivas opciones de abandono siempre que el valor que perciben de la liquidación supera al valor que les corresponde de la continuidad del proyecto o negocio. De esta forma, el abandono deja de ser un suceso exógeno consecuencia de la evolución económica del activo –como es habitualmente considerado en la literatura financiera– y se convierte en una decisión racional que es adoptada para preservar el valor de cada tipo particular de títulos (Vila y Schary, 1995, pág. 306); que inevitablemente provoca la ampliación del abanico de circunstancias en las que el derecho es ejercitado. De todo lo cual se deriva una lógica explicación a la

[178] En Geske (1977) puede contemplarse un tratamiento similar de las acciones.

influencia del apalancamiento financiero sobre el ejercicio de las opciones de abandono y, por ende, sobre el valor de la empresa.

Profundizando aún más, Trigeorgis (1993a) compara la opción de abandono que proporciona la financiación ajena a los accionistas de la empresa con la propia flexibilidad de los proyectos de inversión. A partir de un ejemplo numérico Trigeorgis observa que flexibilidad financiera[179] y operativa son, en cierto modo, intercambiables y que su presencia coetánea multiplica los respectivos efectos positivos sobre el valor final del proyecto, haciendo que el valor de la cartera de opciones financieras y reales supere a la suma de los valores individuales de cada una de ellas.[180] Del mismo modo que la secuencialización de la inversión proporciona el derecho a abandonar el proyecto antes de su finalización, la financiación ajena otorga una nueva posibilidad de abandono que incrementa la flexibilidad del proyecto y, por tanto, también su valor. A pesar del notorio atractivo del trabajo, sin embargo la validez de sus resultados se encuentra supeditada a la eficiencia del mercado.[181] En la medida en que los acreedores reconozcan las opciones de abandono que con su financiación ofrecen a los accionistas de la empresa, incorporarán al precio de sus títulos las consecuencias del esperado comportamiento futuro con lo que anularán todo efecto positivo de la flexibilidad financiera sobre el valor de las acciones.

---

[179] Trigeorgis identifica flexibilidad financiera con la posibilidad de eludir la devolución del capital prestado. Véase *op.cit.* (pág. 217).

[180] Mauer y Triantis (1994, pág. 1263) llegan también a la misma conclusión: Que la flexibilidad operativa y financiera son en cierto modo sustitutivas; si bien –a diferencia de Trigeorgis– Mauer y Triantis suponen el ejercicio siempre óptimo de las opciones reales (Véase n.p.p. *182*). Tampoco los conceptos de flexibilidad financiera y operativa empleados en cada uno de los trabajos coinciden. Mauer y Triantis definen la flexibilidad en términos de los costes de ajustes asociados al ejercicio de los derechos de decisión, mientras que Trigeorgis identifica con este término la mera disponibilidad del derecho.

[181] Circunstancia ésta que, en alguno de los casos, es manifestada por el propio Trigeorgis.

Los resultados que se derivan del análisis de la relación entre el ejercicio de las opciones de inversión y abandono y la financiación empresarial coinciden con la tesis que relaciona positivamente el riesgo económico de la empresa y su nivel de apalancamiento financiero. Debido al mayor riesgo de las oportunidades de inversión con respecto al de los proyectos en curso, una mayor participación de este tipo de opciones en el valor de mercado de la firma implica un mayor riesgo económico y mayores costes de endeudamiento.

Por el contrario, la existencia de opciones de abandono que incrementen la flexibilidad productiva de la empresa reducen el riesgo económico del activo y aumentan la capacidad de endeudamiento de la fima. La función de este tipo de opciones suele ser la de reducir las pérdidas coyunturales de la firma a través de decisiones operativas fácilmente reversibles de las que se benefician tanto accionistas como acreedores. No cabe por tanto en este caso un ejercicio oportunista de los derechos de decisión y sí una reducción de la volatilidad de los flujos netos de caja de la empresa (Mauer y Triantis, 1994, pág. 1262),[182] factores ambos cuya simultánea ocurrencia contribuye a abaratar e incrementar el endeudamiento empresarial.

En definitiva, puede concluirse que si lo que interesa es conocer el valor de mercado de las oportunidades empresariales, entonces los modelos de opciones reales han de incorporar, junto con las variables habituales, la política de ejercicio

[182] Mauer y Triantis asumen que no existen asimetrías informativas y que por tanto la empresa adopta las decisiones operativas y financieras que maximizan el valor de la empresa. En este contexto comprueban que cuanto mayor es la flexibilidad operativa de la empresa, mayor es el valor actual del ahorro impositivo derivado del apalancamiento financiero y menor la volatilidad del valor de la empresa, con lo que el riesgo de quiebra disminuye y la capacidad de endeudamiento incrementa. Asimismo observan que ni el apalancamiento ni la flexibilidad financiera afectan significativamente a la política de ejercicio de las opciones operativas y de inversión, ni tan siquiera cuando son simultáneamente consideradas la imposición societaria y los costes de insolvencia.

que se desprende de la particular situación de endeudamiento de la empresa.[183] A este respecto, Myers demuestra además que el futuro comportamiento de la firma depende no sólo de la relación entre el valor de las opciones y el de la deuda emitida, sino además del poder concedido a los acreedores, del plazo de vencimiento de la deuda, o de la eficacia de los sistemas internos y externos de control.

III.3.3.2 El ejercicio de las opciones reales y el conflicto de intereses entre accionistas y directivos

Como es bien sabido, el conflicto de objetivos entre accionistas y acreedores no es la única fuente posible de ineficiencia en el ejercicio de las opciones reales. Otro de los factores que influye en el proceso de identificación, adquisición y ejercicio de los derechos decisión que resultan de la asignación de recursos empresariales radica en la separación entre propiedad y control. Desde el momento en que exista divergencia entre los intereses de los propietarios y de los directivos, la información se encuentre asimétricamente distribuida entre unos y otros, y resulte imposible observar el comportamiento de los gerentes sin soportar costes elevados; la política de gestión y ejercicio de los derechos de decisión que los propietarios delegan en la dirección de la firma, no tiene porqué parecerse con la que emprendería el único propietario-gerente.

En este contexto de incertidumbre e información costosa e imperfecta, los directivos disponen de incentivos suficientes para anteponer sus propios intereses al objetivo de maximización del valor de la empresa. Así, por ejemplo, el interés de los gerentes por la posesión de mayor discrecionalidad o por el consumo de extras no pecuniarios pudiera provocar el desaprovechamiento de oportunidades de inversión rentables o el abandono ineficiente de proyectos; la mayor aversión al riesgo de la dirección de la firma y su interés por incrementar la seguridad de su empleo pudiera sesgar la evaluación de inversiones hacia aquellas de menor riesgo; los menores horizontes temporales de planificación de los directivos frente a los de los

[183] Nótese que en este último caso, una misma opción poseída por dos empresas diferentes presentará un valor de mercado también distinto, no sólo por la interacción con el resto de activos y derechos, sino también como consecuencia de la forma en que se encuentre financiada.

propietarios pudieran motivar la predilección por los proyectos de rentabilidades más inmediatas; o la preocupación de los gerentes por su prestigio personal pudiera condicionar la aceptación de inversiones ambiciosas pero estériles.

En última instancia, la confirmación de tales comportamientos oportunistas depende de la eficiencia de los mecanismos externos de control o, en su defecto, de los sistemas internos de compensación, en la alineación de los intereses de la dirección con los de los aportantes de fondos.

Entre los mecanismos externos de control destacan el mercado de bienes y servicios, el de capital, el de trabajo directivo y el de control corporativo. A través de la demanda de los productos de la empresa, el mercado de bienes y servicios controla la capacidad de la dirección para ofertar productos que satisfagan las necesidades de los consumidores a un precio competitivo. Lógicamente, cuanto mayor es la intensidad competitiva más eficiente resulta el mercado de bienes y servicios como mecanismo disciplinario; pero aún en los casos de mayor exigencia, la dilación habitual de este tipo de control reclama la existencia de otros complementarios de mayor eficiencia. En este sentido, el mercado de capital destaca entre todos los demás, al menos en el marco teórico. Cuando el mercado de capital funciona correctamente todo comportamiento ineficiente es inmediatamente penalizado a través del control de precios, de manera que el valor de la empresa refleja el consenso de los inversores no sólo con respecto a la renta que se espera que la empresa genere a lo largo del tiempo, sino también, en relación a la eficiencia de la labor directiva.

El mercado de capital habilita además el funcionamiento de un tercer mecanismo de control externo: el mercado de control corporativo. Cuando la negociación de los títulos societarios resulte fluida, el comportamiento ineficiente de la gerencia queda expuesta no solo a la disciplina del precio, sino también y en consecuencia, a la amenaza de posibles tomas de control por parte de los inversores externos a la dirección y a la propia empresa. Por último, el mercado de capital directivo complementa a los anteriores mediante el enfrentamiento competitivo de

los gerentes y el establecimiento de remuneraciones adecuadas al comportamiento y capacidad de cada uno de ellos.[184]

Cuando los mecanismos externos son insuficientes, gerentes y propietarios incurren en una serie de costes de supervisión y de garantía para así incrementar la adhesión del comportamiento directivo al objetivo de maximización del valor de la empresa. Entre estas acciones se encuadra el establecimiento de sistemas de incentivos dirigidos a alinear los intereses de gerentes e inversores o la implantación de sistemas internos de control orientados a detectar y a corregir actuaciones subóptimas.[185] En relación a estos últimos, el derecho de voto de los accionistas y el consejo de administración constituyen la principal herramienta con la que cuenta la propiedad para garantizar la eficiencia de las decisiones adoptadas por los gerentes de la empresa. En este sentido, Jensen (1993) destaca el papel de los inversores institucionales en la supervisión y control de la labor directiva, debido, entre otros factores, a sus incentivos financieros y su especial capacitación para el eficaz desempeño de esta tarea.

En esta última línea apuntan también Hurry (1993, pág. 71) e Hiraki (1995), en donde se sugiere que es el particular sistema de gobierno de las empresas japonesas –orientado hacia la banca– el principal impulsor de su especial preocupación por la adquisición de opciones reales, así como el factor determinante de la eficiencia en su gestión (Hiraki, *op. cit.*, pág. 152). En este particular sistema organizativo, la función supervisora adjudicada al "banco de la firma" permite, por un lado, reducir las políticas subóptimas de inversión a las que se refiere Myers (1977) y, por otro, incrementar la adhesión de los intereses de la dirección a la

[184] Véanse, por ejemplo, Jensen (1986) y Stulz (1990).

[185] Entre las actuaciones emprendidas por los directivos para alinear sus intereses a los de los inversiones y conseguir así la maximización del valor de la empresa, la teoría financiera de la agencia destaca las decisiones de financiación y de dividendos. Véase Jensen y Meckling (1976), Grosman y Hart (1982) y Jensen (1986).

maximización del valor de la empresa.[186] Con respecto a las primeras, el control asumido por la institución financiera tiene el mismo efecto que la renovación continuada de la deuda a corto plazo, al tiempo que permite eludir los elevados costes de la renegociación que serían necesarios en los sistemas orientados al mercado para que esta política tuviera efecto.[187] En relación con el control del ejercicio oportunista de las opciones reales por parte de los gerentes, la estrecha y constante relación que vincula a las empresas japonesas con la institución financiera del grupo –que además de poseer incentivos suficientes para desempeñar las tareas de supervisión y control disfruta de un elevado nivel de especialización en estas funciones– contribuye a armonizar los objetivos de la dirección con los de la propiedad –según Hiraki (1995, pág. 156) ó Bowman y Hurry (1993, pág. 771), de manera más eficiente que los mencionados sistemas externos de control–.[188]

De todo lo dicho se desprende que, sin menosprecio de la importancia de los modelos de evaluación y selección de proyectos, los sistemas de incentivos y mecanismos de control son los que en último lugar determinan el comportamiento inversor de la empresa (Hyafil, 1991, pág. 46), la composición de su cartera de derechos y el valor de mercado de ésta última.

A este último respecto, conviene destacar la importancia de las variables seleccionadas para medir el éxito o el fracaso de las decisiones de los directivos en el

---

[186] Al particular papel desempeñado por el banco supervisor habría que añadir la singular relación de los distintos partícipes de la empresa japonesa, abiertamente involucrados en el proceso decisional y en el reparto de los correspondientes costes y beneficios.

[187] Lógicamente, si en los sistemas orientados al mercado la renovación de la deuda fuese automática, las consecuencias de dicho mecanismo de financiación volverían a ser las mismos que los del endeudamiento a largo plazo.

[188] Entre las facultades asignadas a la institución financiera encargada del control en la empresas japonesas Hiraki (op.cit., pág. 159) señala la sustitución de directivos, la promoción de acuerdos de fusiones o la iniciación de la liquidación voluntaria. Por otro lado, y aparte de las funciones supervisoras, el banco del *keritsu* respalda la solvencia de los compromisos emprendidos por las empresas controladas.

establecimiento de los mencionados sistemas de incentivo y de control. Aún cuando los criterios de valoración de inversiones adoptados en la empresa sean los correctos, una elección equivocada de las variables de control puede maniatar las resoluciones de los directivos y conducir a resultados diametralmente opuestos a los inicialmente perseguidos. En la medida en que el valor de los proyectos no puede ser empleado como un instrumento de evaluación a corto plazo de la gestión efectuada por sus directivos, muchas empresas optan por el establecimiento de objetivos intermedios, tales como la rentabilidad o el crecimiento, de fácil formulación y de observación directa. Sin embargo, puesto que el cumplimiento aislado de este tipo de metas no tiene por qué implicar la maximización del valor de la empresa, su formulación debe realizarse, no tanto en términos de los máximos niveles posibles, como en función de los mínimos cuya superación conjunta garantice la consecución del objetivo principal (Trigeorgis y Kasanen, 1991, pág. 22).

Resulta también obligado recordar la importancia de los sistemas de incentivos cuando los problemas de riesgo moral inutilizan los mecanismos de control. Estos últimos serán totalmente estériles si –como normalmente ocurre– analizan los proyectos que son aceptados y olvidan aquellos otros que son rechazados (Sharp, 1991, pág. 69). El completo descuido, por parte de los mecanismos de control, de las inversiones que son desestimadas por la dirección de la empresa, empuja a aquella a posiciones paradójicas en las que la precaución directiva domina al espíritu empresarial, por definición aventurero. Si se pretende que los mecanismos de control aproximen las actuaciones de los gestores a las teóricamente eficientes, aquellos han de premiar no sólo la continuación de inversiones valiosas sino también el abandono de las ruinosas y han de penalizar tanto la aceptación de proyectos ruinosos como el rechazo de otros valiosos.

En última instancia, cuando los sistemas de incentivos y mecanismos de control –ó en términos más amplios, la estructura de propiedad y control– impidan la gestión eficiente de la cartera de opciones, los directivos podrían llegar a plantearse la adquisición de la propiedad y del consiguiente poder de decisión o, si esto fuese imposible, la destrucción de las opciones de la empresa que pudieran atraer ofertas hostiles que, con el objetivo de apropiarse del valor de las opciones deficientemente

gestionadas, pongan en peligro sus puestos de trabajo (Bowman y Hurry, 1993, pág. 771).

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

PARTE II

LAS OPCIONES REALES EN LA INVERSIÓN DIRECTA EXTERIOR DE LOS PROVEEDORES DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL. UNA APROXIMACIÓN A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN DEL CASO

IV DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN EVALUADO: CARACTERÍSTICAS Y VAN ESTÁTICO

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

El objetivo básico de esta segunda parte del trabajo radica en el estudio empírico detallado de las fuentes de valor de la inversión empresarial. Deducida correctamente una proposición teórica cualquiera, es obligación de la comunidad científica su adecuada contrastación empírica. Planteada, en esta ocasión, la existencia de ingredientes de valor diferentes a la inmediata generación de fondos de caja y argumentada su lógica influencia en la decisión de inversión empresarial, brota espontáneamente en el pensamiento de todo estudioso contemporáneo la necesidad de verificar su validez en la arena de lo empírico.

Como es habitual, una de las primeras etapas de la presente investigación consistió en la revisión de la literatura teórica y empírica precedente. El estudio de estos trabajos, facilitó tanto la identificación del estado actual del arte como la anticipación de los posibles problemas relativos al estudio empírico de las cuestiones relacionadas con el enfoque de opciones reales. El análisis de estas experiencias influyó además, de manera importante, en la selección del método finalmente empleado en la investigación empírica.

La contrastación empírica de la hipótesis de significación de las opciones reales en el valor de la inversión empresarial, constituye el objetivo común de los capítulos cuarto y quinto. En el capítulo cuarto, se procede a la justificación del método de investigación elegido, a la descripción de la evidencia empírica analizada y a la exposición de los resultados iniciales del trabajo. Por su parte, el capítulo quinto profundiza en el estudio y valoración de las opciones reales y concluye con la discusión de los resultados finales de la investigación.

Los beneficios y costes asociados a las distintas alternativas metodológicas, fundamentalmente el análisis empírico de una muestra estadísticamente representativa y la investigación en profundidad del caso, son evaluados en el epígrafe primero del capítulo cuarto. Expuestos los argumentos que llevan a elegir la investigación del caso como estrategia más adecuada para abordar el objeto de estudio planteado, se justifica la selección del caso particular estudiado y se resumen las distintas etapas del análisis.

Con el objetivo de describir el contexto general en el cual se enmarca la inversión analizada, en el epígrafe segundo se identifica las características

principales de la reciente evolución de la industria automotriz mundial. Sin llegar a realizar un estudio exhaustivo, la información analizada al respecto permite, no obstante, comprender la situación actual del subsector de equipos y componentes del automóvil como resultado de un proceso en el que las estrategias implementadas por las empresas ensambladoras se manifiestan determinantes.

En el apartado tercero se estudia la situación actual del sector de equipos y componentes del automóvil. La descripción de la empresa inversora se desarrolla en el apartado cuarto. Entre las características de la firma promotora –y principal accionista– del proyecto evaluado son destacados el proceso secuencial de su reciente estrategia de expansión y las principales propiedades de su proceso de evaluación y selección de inversiones.

En el epígrafe quinto se define el proyecto de inversión evaluado, haciendo especial referencia a la evolución y situación actual del mercado brasileño de automóviles, a la estructura competitiva de la industria de componentes en Brasil y a las características económicas y financieras del propio proyecto. La determinación del VAN estático del proyecto se efectúa en el último apartado de éste capítulo cuarto, en donde se discute además los resultados derivados de la adopción de diferentes estimaciones del valor residual y del tanto de descuento adecuado para actualizar los flujos de tesorería futuros de la inversión.

IV.1 PRESENTACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN: OBJETO Y MÉTODO

En la base de los trabajos que conforman el enfoque de opciones reales subyace la convicción de que uno de los principales inductores de valor de la inversión empresarial corresponde a los derechos de decisión. Frente a la teoría financiera tradicional, que defendía que el valor actual neto de un proyecto de inversión era igual a la diferencia entre el valor actual de la corriente de desembolsos requeridos por el proyecto y el valor actual de los flujos netos de tesorería generados a lo largo de la vida del proyecto; el enfoque de opciones reales postula que el valor actual neto –ampliado– de la inversión empresarial es función del valor del conjunto de derechos de decisión que la propiedad del proyecto proporciona a la dirección de la firma. Desde esta última perspectiva, el valor creado en la empresa mediante la

aceptación de una nueva inversión depende no sólo de la ocurrencia o no ocurrencia de un conjunto de acontecimientos, sino también, y de manera especial, de las posibilidades de respuesta de la empresa frente a dichas eventualidades. De modo que cuanto mayor sea el valor de las opciones reales del proyecto, que son a su vez función de los valores de una serie de variables exógenas, mayor será el valor actual neto de la inversión empresarial, y viceversa.

Que el valor actual neto de los proyectos de inversión es función del valor de sus opciones reales puede deducirse directamente de los modelos matemáticos desarrollados en sucesivos trabajos teóricos, cuyo estudio se efectuaba en el capítulo segundo. Que, además, el valor procedente de las opciones reales es importante en determinados proyectos "tipo" ó ficticios es igualmente ilustrado en otros tantos trabajos como McDonald y Siegel (1985 y 1986); Brennan y Schwartz (1985); Titman (1985); Trigeorgis y Mason (1987); Majd y Pindyck (1987); Kulatilaka (1988); Ekern (1988); Triantis y Hodder (1990); Myers y Majd (1990); Marzoukos y Templitz-Sembitzky (1992); Laughton y Jacoby (1993 y 1995); Kogut y Kulatilaka (1994); Ross (1995); Dixit y Pindyck (1995); McGrath y MacMillan (1997) ó Lee (1997), entre otros. Finalmente, que las opciones reales representen en la práctica un componente significativo del VAN de la inversión empresarial y, por tanto, de las decisiones de aceptación–rechazo de las oportunidades de inversión, constituye el objeto de análisis de un número, aunque creciente, todavía insuficiente de investigaciones (tabla 4.1).

Los citados desarrollos matemáticos y ejemplos numéricos cumplieron más que satisfactoriamente sus objetivos, contribuyendo al desarrollo de una nueva perspectiva sobre la inversión empresarial. No obstante, dejan pendiente la contrastación empírica de la hipótesis principal que sustenta la razón de ser del enfoque de opciones reales: que, en la arena de la evidencia empírica, buena parte del valor de las inversiones empresariales procede de las opciones reales a ellas asociadas.

Tabla 4.1
La investigación del caso en la contrastación
de la significación de las opciones reales

Trabajo	Sector	Opciones	Variable de estado	Proceso de la V.E.	Variables de decisión
Bjerksund y Ekern (1990)	Petrolífero	Opción de inversión y abandono	Precio del petróleo	Geométrico Browniano	Inversión, abandono y paralización
Bowman y Moskowitz (1997)	Farmaceútico (MERCK)	Opción de inversión	Valor actual de los flujos futuros	Geometrico Browniano	Inversión y aplazamiento
Edleson y Reinhardt (1995)	Energía (Georgia Power)	Opcion de inversión	Precio de la producción	Binomial	Inversión y aplazamiento
Kemna (1993)	Petrolífero (SHELL)	Opción de aplazamiento, inversión y abandono	Precio del petróleo	Geometrico Browniano	Aplazamiento, inversión y abandono
Kulatilaka (1993)	Inversión en caldera de vapor	Opción de intercambio de factores	Cociente precio del petroleo / precio del gas	Reversión a la media	Factor productivo a utilizar (petroleo o gas)
Laughton y Jacoby (1991)	Petrolífero	Opción de inversión	Precio del producto final	Geometrico Browniano	Momento de inversión
Lint y Pennings (1998)	Electrónico (Philips Electronics)	Opción de inversión	Valor de los proyectos	Geometrico Browniano	Tecnología de producto a desarrollar
Siegel, Smith y Paddock (1987)	Petrolífero	Opción de inversión	Valor del subyacente	Geometrico Browniano	Aplazamiento e inversión
Smit (1997)	Petrolífero	Dos de inversión y una de abandono	Precio del petróleo y dimensión de la reserva.	Geometrico Browniano	Inversión y abandono
Trigeorgis (1990)	Petrolífero	Opciones de inversión, abandono y expansión	Valor del proyecto	Geométrico Browniano	Construcción, aplazamiento, inversión, ampliación y abandono
Willner (1995)	Sector ingeniería genética	Oportunidad de crecimiento	Valor actual de los flujos futuros	Poisson	Inversión

Esta hipótesis, al igual que otras muchas planteadas sobre la inversión empresarial, relaciona entre sí dos variables no observables. De un lado, el valor de la inversión constituye en sí mismo un concepto abstracto, teórico, en esencia no observable, que se diferencia de las diversas variables observables con las que se le relaciona –por ejemplo, precio de adquisición o coste de reposición– y de los diferentes criterios de medida con los que se le identifica –por ejemplo, el valor contable o el valor descontado de sus flujos futuros de tesorería– precisamente por su particular condición ideal y genérica (Ryan, Scapens y Theobald, 1992, pág.10).

Aunque, a efectos operativos, el concepto de valor de la asignación empresarial de recursos suele ser identificado por la teoría financiera moderna con su correspondiente precio de mercado, que, en presencia de mercados de capitales perfectos, podría ser medido a través del impacto de su incorporación en la cartera de

proyectos de la empresa sobre el precio de las títulos de la misma, sin embargo, la realidad de mercados imperfectos, con información incompleta, costosa y asimétricamente distribuida, convierte incluso esta última variable –variación del precio de mercado de la empresa asociada a la decisión de invertir– en otra magnitud de difícil observación. Aparte, las conocidas interrelaciones de las decisiones financieras de la empresa en general y de los proyectos de inversión que componen el activo de la firma en particular, complican más aún la tarea de cuantificar la repercusión de la inversión sobre el correspondiente precio de los títulos societarios.

De otro lado, si las opciones reales constituyen derechos de decisión implícitos que la empresa adquiere como resultado de la interacción de las características del proyecto con el conjunto de recursos de la firma y, en tanto en cuanto, las unas y los otros formen parte de la información privilegiada no revelada al mercado, la existencia y el valor de aquellas representarán igualmente variables no observables.[189]

Una posible solución a los problemas de medición consiste en la aproximación de las variables no observables a través de otros factores mesurables relacionados con las primeras. Así, por ejemplo, podría plantearse la relación de la obtención de rentabilidades anormales de los títulos de la empresa con incrementos en el valor de un conjunto de variables que guarden relación positiva con el valor actual de las opciones reales y negativa con el VAN estático de las inversiones de la firma. En este caso, una vez identificados estos factores, la elección de una muestra estadísticamente significativa permitiría colegir sobre la relevancia general de las

[189] Si, como afirman Bowman y Hurry (1993), las opciones reales forman parte de los activos inimitables que constituyen la base del enfoque de recursos, dichos derechos serían entonces variables no observables por definición. Sobre el problema de observación que plantean los activos inimitables a los que se refiere el enfoque de recursos de la empresa véase Godfrey y Hill (1995, pág. 529 y ss.)

mismas, así como, sobre las características de las empresas en las que dicha relación es especialmente paradójica.[190]

Una segunda alternativa, relacionada con la anterior, consiste en plantear hipótesis contrastables sobre el comportamiento de las empresas en materia de inversiones de acuerdo con los postulados básicos del enfoque de opciones y cuya verificación puede ser considerada como un indicio de la relevancia de las mismas. Esta es la estrategia adoptada en Kogut (1991) donde se contrasta empíricamente que las inversiones en joint ventures constituyen un mecanismo de adquisición de opciones de inversión[191] ó en Ravara (1994) donde es contrastada la consideración de las opciones reales en el modo de inversión de una muestra de multinacionales del sector de alimentación y bebidas.[192] [193]

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

[190] Una variante de esta última estrategia de contrastación, no exenta de problemas, consiste en obtener la información sobre la significación de las opciones reales directamente de los directivos, bien sea a partir de entrevistas en las que se requiera su opinión al respecto o bien mediante pruebas de laboratorio. Este último es el procedimiento empleado en Howell y Jägle (1997) y en Busby y Pitts (1997).

[191] La prueba empleada por Kogut consiste en demostrar que el incremento del valor subyacente implica el aumento de la probabilidad de adquisición de la joint venture, mientras que la disminución del mismo no tiene influencia sobre el abandono de esta hipotética opción de compra. Los resultados obtenidos de una muestra de 92 joint ventures manufactureras corroboran la analogía entre este tipo de inversiones y las opciones de inversión y, a la postre, la relevancia de la mismas en el valor ampliado de las joint ventures.

[192] En este caso, los datos sobre las 100 mayores multinacionales del sector obtenidos de la base Agrodata (1987-91) permiten contrastar las hipótesis planteadas sobre el comportamiento inversor y los determinantes del éxito de éste a partir de la técnica logit multinomial y el análisis de la varianza (ANOVA). Los resultados obtenidos por Ravara corroboran el poder explicativo del modelo de opciones reales.

[193] Otros trabajos en los que las hipótesis de comportamiento son simplemente planteadas pero no contrastadas son, por ejemplo, Bowman y Hurry (1993); McGrath (1997b) y McGrath y MacMillan (1997). En Hurry (1993) y Hurry, Miller y Bowman (1993) se comprueba empíricamente la mayor adherencia de las empresas japonesas, con respecto a las norteamericanas, al modelo de comportamiento estratégico derivado de la consideración de las opciones reales de sus inversiones.

Otro camino adecuado para resolver los problemas de medición del valor de la inversión –y que coincide con la adoptada por la mayoría de las investigaciones empíricas de opciones reales– consiste en aproximar el valor actual neto (ampliado) de la inversión empresarial a través de la variable "aceptación del proyecto", o más precisamente, el valor actual neto (ampliado) positivo de los proyectos de inversión con su efectiva ejecución. Comoquiera que la realización de las inversiones empresariales es más sencilla de observar que sus correspondientes valores y supuesto que la dirección de la firma emprendiera únicamente aquellos proyectos que contribuyan a la maximización de la riqueza de los accionistas; la decisión de invertir implicaría lógicamente la creación de valor en la empresa y, por tanto, un VAN del proyecto aceptado positivo.

Sin embargo, la utilización del hecho de realización de la inversión como presunción de su VAN positivo, no es suficiente para constatar la importancia de las opciones reales como fuentes inductoras de valor, ni siquiera en el caso en que estas últimas fuesen identificables; puesto que la razón última de la decisión de inversión bien podría proceder, como defiende el planteamiento tradicional, del valor de los flujos esperados del compromiso inicial.

No obstante, si se dispusiese de información suficiente para determinar la parte del VAN correspondiente a la renta no dirigible, es decir, si fuese posible estimar el VAN estático del proyecto, entonces el VAN asociado a las opciones reales podría ser calculado por diferencia. O más directamente, bastaría con constatar la negatividad del VAN estático de un número suficiente de inversiones ejecutadas por diferentes empresas, para plantear la contrastación de la siguiente hipótesis explicativa: cuando un proyecto de inversión con VAN estático negativo es aceptado por la empresa es porque lleva asociado algún tipo de opciones reales; cuya verificación empírica confirmaría que el valor de las opciones reales de los proyectos de inversión es suficientemente relevante como para determinar su aceptación.

La validez de este método de contrastación se encuentra sin embargo supeditada a la previa verificación de la conveniente alineación de los intereses de directivos y de propietarios de la empresa y de la no existencia de otras fuentes de valor diferentes de las opciones reales. En primer lugar, la divergencia de intereses

entre directivos y accionistas y entre accionistas y acreedores podría conducir, en un contexto de información imperfecta, a los problemas de sobreinversión ampliamente descritos por la teoría financiera de la agencia y, por tanto, podría provocar la aceptación de proyectos con VAN negativo por motivos bien diferentes a los propuestos por el enfoque de opciones reales. En segundo lugar, la asignación del papel determinante de las opciones reales en la ejecución de proyectos de VAN estático negativo, sólo será válida mientras no se plantee la existencia de otros inductores de valor, diferentes de los flujos de tesorería inmediatos y de los derivados del ejercicio óptimo de las opciones reales asociadas al proyecto, cuya consideración obligaría a replantear el citado procedimiento de contrastación.

En relación con los problemas de medición de la existencia de opciones reales asociadas a las inversiones de VAN negativo ejecutadas, cabe otras dos posibles soluciones. La primera se basa en limitar la validación empírica para las denominadas opciones compartidas que, por pertenecer simultáneamente al conjunto de firmas que participan en un mismo negocio o zona geográfica, representan una variable más fácil de identificar que las correspondientes de propiedad exclusiva. En este marco se encuadran, por ejemplo, los trabajos de Gil (1991) en donde se discuten las razones estratégicas impulsoras de la creación de sociedades de valores en el mercado español que, en la mayoría de los casos, son insuficientemente justificadas por los modelos financieros tradicionales; de Paddock, Siegel y Smith (1988) en donde la valoración que proporciona el enfoque de opciones se aproxima más a los precios de mercado de las concesiones de explotación de reservas petrolíferas que la proporcionada por el método de descuento de flujos; ó de Quigg (1993) donde los precios de una amplia muestra de transacciones de terrenos en Seattle sirven de prueba empírica para la aceptación de la hipótesis sobre el poder explicativo de la opción de aplazamiento.

La segunda alternativa, que es la elegida en el presente trabajo, consiste en la investigación del caso. El análisis en profundidad de una inversión empresarial de VAN negativo determinada posibilita la identificación de las opciones reales que, implícita o explícitamente, intervienen en la decisión de invertir adoptada por la dirección, al tiempo que permite controlar la influencia de otras variables explicativas de dicho compromiso, como es el caso de la existencia de sistemas

ineficientes de control, del grado de rivalidad competitiva en el sector, del reparto de poder en la cadena de valor añadido o de las consecuencias del grado de apalancamiento financiero del proyecto.

Nuestro estudio se suma así al grupo de investigaciones cuyo objeto principal consiste en aportar pruebas empíricas con respecto a la significación de las opciones reales a partir del análisis de casos individuales y que en su conjunto constituye el punto de partida empírico para futuras y progresivas generalizaciones. El grueso de la evidencia empírica acumulada se haya no obstante concentrado en el sector de recursos naturales (véase tabla 4.1). Sick (1989) explica esta manifiesta preferencia en función de la exigente necesidad de datos históricos que requiere la utilización de los modelos de opciones y de la copiosa información sobre precios pasados disponible en los citados negocios. Sin restar importancia a los requisitos informativos, esta inclinación también pudiera atribuirse a la aludida condición de exclusividad de la propiedad de las opciones reales asociadas a estas inversiones (Episcopos, 1992, pág. 42).

En este sentido, el presente trabajo permite ampliar la diversidad de la evidencia empírica acumulada sobre la significación de las opciones reales en diferentes sectores de actividad, al tiempo que sirve de ilustración práctica sobre la resolución del problema de valoración de los derechos de decisión en aquellos casos en los que se desconozca el valor actual y evolución del proyecto subyacente, o en aquellos otros en los que la variable de estado revista una naturaleza diferente a la del precio del producto fabricado.

IV.1.1 EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN DEL CASO

Recientemente, la estrategia de investigación conocida como método del caso está recobrando el justo protagonismo que le corresponde como una de las técnicas más fructíferas para el estudio de los fenómenos económicos y sociales, en general, y para el análisis empírico de las teorías de la empresa, en particular. Dicha tendencia, responde a un cambio de planteamiento metodológico derivado fundamentalmente de los inconvenientes asociados a la aplicación de los métodos estadísticos en el estudio de la evidencia relacionada con la firma y de la creciente preocupación de los investigadores por captar la reconocida complejidad de la realidad empresarial.

Muestras de esta tendencia en el campo de la investigación de la empresa son, entre otras, las continuas interpelaciones realizadas a favor de este tipo de método –es el caso de Godfrey y Hill (1995, pág. 430); Eisenhardt (1989, pág. 546), Ryan, Scapens y Theobal (1992, pág. 116); Prieto (1998, pág. 13) ó de Rialp (1998, pág. 2); así como la creciente proliferación de estudios empíricos de la firma en las que se adopta el método del caso.

Yin (1981, pág. 59; 1994, pág. 13) define la investigación del caso como una estrategia de investigación que se distingue de otras alternativas –como el experimento, la investigación histórica o la simulación– porque examina "un fenómeno contemporáneo dentro de su contexto real". La investigación del caso constituye un método caracterizado por la participación directa del investigador en la recogida de la evidencia y por el estudio detallado y sistemático de una determinada realidad y del contexto en el cual se manifiesta, a partir de los cuáles se consigue progresar en la compresión de un fenómeno concreto.

El principal objetivo de la investigación del caso, y al mismo tiempo la diferencia fundamental con el análisis estadístico, consiste en profundizar en el conocimiento de un determinado fenómeno. Mientras que en el estudio estadístico el objetivo primero radica en la generalización probabilística o inferencia de la teoría desde la muestra sobre el conjunto de la población, en el estudio del caso estriba en la contrastación particular del modo en el que se verifica, o no, la teoría en un caso concreto inmerso en un contexto específico. Mediante el estudio del caso, el investigador profundiza en la ligazón entre teoría y evidencia, pero no con objeto de generalizar al resto del universo, sino para generalizar –también se dice completar, desarrollar o extender– la propia teoría[194] (Rialp, 1998, pág. 5; Yin, 1994, pág. 3). De forma gráfica, Yin (*op. cit.*) distingue la investigación del caso como aquella que examina el camino que recorre la causa hasta llegar al efecto, frente al análisis estadístico que se limita al estudio de los resultados finales. Aun cuando ambos métodos permiten contrastar las proposiciones de una teoría, el objetivo del primero

[194] Normalmente, a este tipo de contrastación se le denomina "generalización analítica".

consiste en comprender la esencia de aquellas y su relación con el contexto, mientras que el del segundo radica en la cuantificación de las probabilidades de ocurrencia.

En esta misma línea, Ryan, Scapens y Theobald (1992, pág. 115) califican a la investigación del caso como el método idóneo para comprender y explicar lo específico, más que para producir generalizaciones; y Dyer y Wilkins (1991, pág. 614) definen la esencia del método como el estudio detallado de un caso particular que conduce a "descubrir nuevas relaciones teóricas y a cuestionar otras antiguas". Así, las proposiciones que se derivan de las distintas teorías evaluadas cumplen la función de plantilla con la que se comparan y contrastan los resultados empíricos del caso.

En este sentido, se afirma que la investigación del caso es el método más adecuado para responder al "por qué" y el "cómo" se producen determinados fenómenos (Yin, 1994, pág. 3)[195] y, por tanto, también para entender los porqués del cumplimiento o no cumplimiento de las proposiciones teóricas (Eisenhardt, 1989, pág. 542). Ahora bien, la investigación del caso no impone restricciones en relación con la finalidad de dicho proceso cognitivo. La observación y el estudio del caso pueden servir para explicar, para explorar, para describir, experimentar o para ilustrar; dando por tanto lugar a casos explicativos, exploratorios, descriptivos, experimentales o ilustrativos (Ryan, Scapens y Theobald, pág. 114 y ss.).[196]

De manera similar, la investigación del caso tampoco implica la adopción de un único método para la recogida de datos, ni la existencia de un tipo particular de evidencia. La información recogida puede ser cuantitativa o cualitativa y puede

---

[195] En este mismo trabajo, Yin (pág. 13) recomienda la utilización del método del caso cuando los límites entre el contexto y el fenómeno no son "claramente evidentes" y además el investigador intuye que las condiciones contextuales pueden ser "notablemente pertinentes al estudio".

[196] Paradójicamente, en mismo trabajo (pág. 116), los autores definen como finalidad última de la investigación del caso la generación de hipótesis. Sobre el caso exploratorio y la generación de nuevas teorías a partir de la investigación del caso véase especialmente el trabajo de Eisenhardt (1989).

proceder de la observación directa, de encuestas cerradas, de entrevistas en profundidad o del estudio de documentos internos y externos, entre otras fuentes. Sin embargo, en la investigación del caso, y a diferencia de otras formas de obtención de la evidencia, el investigador participa directamente en la recogida de información, beneficiándose así de una mejor y mayor compresión del fenómeno estudiado (Mintzberg, 1979, pág. 587) y del contexto en el que se desarrolla.[197]

En la investigación del problema que aquí se plantea, el método del caso se revela como una de las mejores alternativas posibles. Dado que el problema a investigar es la participación de las opciones reales en el valor actual neto esperado en las inversiones empresariales y puesto que, tanto el valor de las opciones como el del proyecto, son variables no observables sobre las que se espera que el contexto en el cual se encuadran influya notablemente; el análisis empírico de su interrelación pasa inevitablemente por el estudio en profundidad de un amplio abanico de variables, entre las que se encuentra el crecimiento y volatilidad del mercado, la rivalidad de la industria, la estructura de recursos y capacidades de la empresa y su estructura de capital y propiedad, aparte de las características propias del proyecto de inversión.

La investigación del caso posibilita, en primer lugar, determinar si el modelo de opciones reales proporciona una buena explicación al fenómeno de la aceptación de proyectos de inversión con VAN estático negativo ó si por el contrario son necesarias explicaciones alternativas. De hecho, la minuciosidad que proporciona el análisis de un único caso ofrece indicios objetivos para decidir acerca de la verosimilitud de las explicaciones ofrecidas por el enfoque de opciones reales con respecto a los motivos de la inversión empresarial.

---

[197] Además, la credibilidad de una investigación del caso dependerá, entre otros factores, de la comprobación de la veracidad de la información obtenida mediante la simultánea obtención de la misma a partir de múltiples fuentes de evidencia. Sobre la, así denominada, triangulación o combinación de múltiples fuentes de evidencia véase Jick (1979) y Stake (1995, págs. 108 y ss.). En relación con los criterios de evaluación de la calidad del plan de investigación, véanse Yin (1994, pág. 33 y ss.) y Rialp (1998, pág: 10).

La evidencia evaluada permitirá comprender el porqué de la inversión en un proyecto de VAN negativo en un contexto determinado y, por tanto, indirectamente, la significación del valor de las opciones en el VAN esperado de las oportunidades de inversión. El examen del proyecto de inversión ofrecerá además un marco adecuado para evaluar la capacidad explicativa de diferentes modelos alternativos al respecto.

En segundo lugar, la investigación del caso seleccionado permitirá profundizar en la compresión del proceso de creación de valor esperado de las inversiones exteriores en mercados emergentes en sectores en los que la balanza del poder se encuentra notablemente inclinada hacia el lado del comprador y en los que, además, la firma opta por compartir los riesgos y la propiedad con un socio minoritario y apalancar significativamente la operación, características todas ellas que definen el caso elegido en la investigación planteada.

En último lugar, el desarrollo y aplicación de una herramienta de valoración de opciones reales proporcionará nuevas pistas acerca de los problemas prácticos relacionados con la utilización de estas nuevas metodologías de evaluación de proyectos. En este sentido, el trabajo desarrollado adquiere cierto carácter experimental, permitiendo progresar en la compresión de las principales dificultades encontradas por los directivos de la empresa en la aplicación de los modelos y de los preceptos del enfoque de opciones reales.

IV.1.2 ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN: SELECCIÓN DEL CASO, RECOGIDA DE INFORMACIÓN Y PROCEDIMIENTO DE ANÁLISIS

Para la contrastación empírica de la significación de las opciones reales en el valor esperado de las oportunidades de inversión se ha procurado elegir, entre los diferentes sectores económicos, uno que actualmente se encontrase en etapa de expansión. El sector del automóvil además de cumplir con esta condición –debido al proceso de globalización en el que se halla inmerso– es poseedor de singulares características que le convierten en un escenario de pruebas especialmente atractivo. Aparte de su importancia histórica como uno de los motores fundamentales del desarrollo económico de los países industrializados y como pionera en la

introducción de innovaciones tecnológicas y organizativas en la empresa, la industria del automóvil representa en nuestros días uno de los sectores con mayor peso en la economía mundial. Su influencia en el orden económico y social de los países productores de automóviles, entre los que se encuentra España, le convierte además en objetivo de interés prioritario para sus respectivos gobiernos e instituciones públicas.

Dentro del sector del automóvil, las inversiones que como consecuencia del citado proceso de globalización vienen realizando las empresas de componentes poseen una característica especialmente relevante en el estudio de las opciones reales y de la que carecen las inversiones de las ensambladoras: su dependencia con respecto a sus clientes. Anteriores investigaciones empíricas del enfoque de opciones reales han estudiado siempre el valor de las opciones reales que surgen como consecuencia de la inversión en mercados en los que la empresa propietaria no se encuentra sometida a las decisiones individuales de sus clientes. El estudio de las inversiones que como consecuencia de su estrategia de globalización realizan las empresas de componentes del automóvil permite evaluar el papel que juegan las opciones reales en el proceso de generación de valor así como la influencia que sobre aquél ejerce la relación de dependencia–cooperación que mantienen con sus clientes.[198]

La elección de la particular empresa de componentes del automóvil objeto de estudio se realizó atendiendo a razones de su estructura de propiedad, estrategia empresarial, dimensión y proximidad geográfica, de manera que las condiciones que se exigieron en el proceso de selección fueron: concentración de la propiedad del capital de la empresa, participación activa en la globalización del sector mediante la realización de inversiones directas en las economías emergentes, especial relevancia

[198] A las consideraciones anteriores habría que añadir otra de índole contextual que se deriva del interés y del conocimiento acumulado por el director del presente trabajo como consecuencia de la previa dirección de una tesis doctoral cuyo estudio empírico consistía también en el análisis de un caso de una empresa dedicada a la fabricación de componentes del automóvil, y como consecuencia de su participación, como responsable principal, en otros dos proyectos de investigación centrados en el estudio del sector auxiliar del automóvil.

tanto en el contexto nacional como en su rama industrial y, por último, que la dirección económica–financiera encargada de realizar los análisis de inversiones estuviese localizada en España, y preferentemente en Castilla y León.

El primero de los requisitos, concentración de la propiedad, reduce el potencial explicativo de las teorías fundamentadas en el problema de separación y control que justifican la inversión en proyectos de VAN negativo en función de los problemas informativos y del conflicto de objetivos entre dirección y propiedad, característicos de las grandes corporaciones de capital muy disperso. Aunque, por supuesto, el requisito de fuerte concentración de la propiedad no constituye condición necesaria para la ausencia de los problemas de sobreinversión o de inversión subóptima, sin embargo la elección de una empresa cuyo capital se encuentra en manos de un único propietario, o en todo caso de un número reducido de titulares, directamente implicado en la gestión de la misma, parece suficiente para restringir la influencia de dichas explicaciones sobre la aceptación de proyectos no rentables y poder así concentrar la atención en otros factores explicativos.[199]

Las dos siguientes condiciones, participación en la globalización y dimensión mínima, garantizaban la existencia de recientes inversiones de expansión así como de informes formales sobre su conveniencia económica. Por último, el cuarto de los requisitos, facilitaba la fluidez en las relaciones que la profundidad de la investigación del caso exigía mantener con el personal directivo encargado de la evaluación y control de las inversiones objeto de estudio.

La investigación del caso se inicia a finales de junio de 1996 con una reunión con el responsable de la dirección económico-financiera del Grupo Antolín Irausa (GAI) en la que se presentan los resultados de la investigación teórica previa y se discute sobre el reciente proceso de globalización de GAI. El director económico financiero de GAI revela la incapacidad de los métodos tradiciones de valoración para justificar las últimas inversiones de GAI, denominadas por él como inversiones

[199] Con todo, una vez seleccionada la empresa, fue comprobada la participación directa de la familia propietaria del grupo en la dirección del mismo y, especialmente, en el control de las inversiones.

"necesarias", y la posible explicación de las mismas en términos de opciones de crecimiento y de abandono. La coincidencia de pareceres entre los investigadores y el gerente de GAI concluye con la aprobación por parte de este último de la contrastación de las hipótesis planteadas a partir de los proyectos de inversión del grupo de componentes del automóvil.

La investigación del caso se acomete en tres etapas concatenadas. En la primera de ellas, se aborda el estudio del método de evaluación y selección de inversiones del grupo. La información es obtenida a partir de la observación directa de la documentación relativa al análisis de proyectos recientes y sucesivas entrevistas con el *controller* de GAI, en las que se discute sobre los procedimientos de evaluación, los criterios de selección y las particularidades de las inversiones del sector de interiores del automóvil. De entre los diversos proyectos de inversión analizados, es seleccionada la entrada del grupo en Brasil, como representante adecuado de lo que en GAI se considera una inversión estratégica, para su estudio en profundidad y seguimiento futuro. El tamaño del desembolso requerido por el proyecto Brasil no estaba justificado por ninguno de los criterios cuantitativos de selección de inversiones empleados por GAI e implicaba mayores riesgos que otros proyectos, aparentemente más rentables, anteriormente rechazados. El compromiso era sin embargo considerado como "una apuesta necesaria que condicionaba el futuro del grupo" en el contexto de inminente globalización de la industria del automóvil.

De resultas de este estudio preliminar, se procedió a desarrollar un modelo adecuado para el análisis de las inversiones estratégicas del grupo y que permitía, frente a los métodos preexistentes, cuantificar el impacto de las opciones reales implícitas sobre el valor de la empresa. Dicha tarea se aborda en una segunda fase de la investigación en la que participan activamente tres de los principales responsables de la evaluación de los proyectos de inversión del grupo. Paralelamente al diseño del modelo de valoración, se continúa recabando información sobre otras inversiones de expansión acometidas por el grupo en los últimos cinco años y a partir de la cual se confirma la representatividad del proyecto Brasil. La etapa concluye con la presentación formal de la primera versión del modelo de valoración al conjunto del personal de la dirección económico-financiera.

En la etapa final del trabajo, la información suministrada por GAI sobre el proyecto Brasil es completada con otros estudios sobre el sector de interiores del automóvil y sobre el mercado brasileño. Los contactos con los responsables del análisis de inversiones de la empresa se limitan a varios encuentros eventuales, tanto individuales como en grupo, en los que se discuten los resultados del análisis del proyecto y la nueva información sobre la reciente evolución de las operaciones de GAI en Brasil.

IV.2 LA INDUSTRIA DEL AUTOMÓVIL

Si entre el conjunto de los sectores industriales tuviéramos que destacar aquellos con especial relevancia en la evolución de la economía de los países desarrollados durante este último siglo, la industria del automóvil se encontraría, sin duda, entre los primeros. Dicha calificación le correspondería no sólo por el notable porcentaje de participación que le corresponde en las cifras del producto interior bruto o empleo total de las economías desarrolladas, sino también, por su protagonismo en la difusión de nuevas tecnologías, en la implantación de revolucionarios sistemas productivos y en la expansión de innovaciones organizativas.

Además, la mencionada significación, lejos de aminorar, se acentúa en los últimos años como consecuencia del reciente proceso de globalización en el cual se encuentra inmersa la industria del automóvil. Fruto de esta tendencia, los sectores de ensamblaje y de fabricación de equipos y componentes del automóvil participan cada vez más en el desarrollo de las regiones emergentes, erigiéndose –al igual que había ocurrido antes en los países industrializados– en motor de su actividad económica.

No obstante, y aun cuando todo parece indicar una pronta redistribución geográfica de la actividad productiva de vehículos y de sus componentes, el grueso de la producción mundial de vehículos sigue concentrado en la triada formada por Europa Occidental, Estados Unidos y Japón. Baste señalar que en el año 1996, la fabricación de vehículos en estas tres regiones superaba los 43 millones, cifra que

representaba más del 80 por ciento de la producción mundial de 53.116.000 unidades.[200]

Aún mayor grado de concentración, se manifiesta en el análisis del reparto del mercado de vehículos terminados, en el que un mínimo número de participantes, en comparación con el de otros sectores, acumula la práctica totalidad del volumen global de unidades producidas. La tabla 4.2 muestra cómo los trece mayores grupos del sector por número de vehículos producidos acaparaban en 1996 más del 75 por ciento de la fabricación, los diez mayores el 71 por ciento y los cinco primeros más del 50 por ciento. El liderazgo en la producción es defendido por General Motors con una cuota del 14 por ciento de vehículos fabricados, al que siguen Ford y Toyota con cuotas también superiores al diez por ciento pero que distan con respecto al líder en más de uno y dos millones de unidades producidas respectivamente.

Tabla 4.2
Producción de las principales montadoras en 1996

	Unidades	Frec.Rel.	Frec.Abs.
GENERAL MOTORS	7.619.248	14,34%	14,34%
FORD	6.378.667	12,01%	26,35%
TOYOTA	5.438.338	10,24%	36,59%
VOLKSWAGEN*	4.474.653	8,42%	45,02%
CHRYSLER	2.931.729	5,52%	50,54%
NISSAN	2.857.624	5,38%	55,92%
FIAT	2.550.142	4,80%	60,72%
HONDA	2.052.877	3,86%	64,58%
PSA PEUGEOT	1.979.008	3,73%	68,31%
RENAULT	1.804.910	3,40%	71,71%
MERCEDES BENZ	985.892	1,86%	73,56%
ROVER	502.901	0,95%	74,51%
VOLVO	445.940	0,84%	75,35%
TOTAL 13 mayores	40.021.929	75,35%	75,35%
Resto montadoras	13.094.071	24,65%	100,00%
TOTAL mercado	53.116.000	100,00%	

Fuente: Memorias anuales de las montadoras

[200] Teniendo en cuenta que la población de estas tres regiones rondaba en 1996 los 768.254.000, resulta que el número de vehículos producidos ese año hubiese sido suficiente para proveer a un 5'6% de su población.

Atendiendo a la nacionalidad de la casa matriz de las principales montadoras, los datos referidos revelan un liderazgo decreciente de las empresas norteamericanas que en 1996 concentraban el 42'30 por ciento del número de vehículos producidos seguido de cerca por el 31'84 por ciento correspondiente a Europa y el 25'86 de Japón. Esta distribución queda sin embargo desdibujada por el cruce de participaciones, la progresiva integración de los mercados financieros y el inminente proceso de globalización de la industria automovilística.

Las citadas tendencias de globalización y de concentración empresarial que caracteriza la actual situación del sector de ensamblaje de automóviles, se extiende además a lo largo de la cadena de valor añadido, provocando semejantes movimientos en los distintos subsectores de equipos y componentes del automóviles. En las líneas que siguen se resumen las principales características de la evolución de los subsectores de ensamblaje y de componentes a lo largo de las dos últimas décadas, haciendo especial referencia a los principales factores determinantes de la misma y a su influencia sobre el futuro próximo del conjunto de la industria automotriz.

IV.2.1 EVOLUCIÓN RECIENTE DE LA INDUSTRIA ENSAMBLADORA

Desde la crisis del petróleo de 1973 y sobre todo a partir de 1979, la industria del automóvil viene experimentando una clara metamorfosis cuyo estudio ha dado lugar a numerosas publicaciones.[201] La privatización de las montadoras europeas; la transformación de los métodos de diseño, producción y venta de automóviles; la introducción de nuevas tecnologías de producción e información; las alianzas estratégicas y el proceso de globalización; son algunas de las notables transformaciones que perfilan la evolución de la industria automotriz en las últimas dos décadas.

[201] Véase, por ejemplo, Womak, Jones y Roos (1990); Jones (1991), Wells y Rawlinson (1994);

IV.2.1.1 La década de los ochenta: el proceso de racionalización

La caída de la demanda de automóviles de finales de los años setenta y principios de los ochenta sorprende a las montadoras occidentales que, afanadas por conseguir una dimensión adecuada para beneficiarse de las economías de escala, se habían embarcado en un proceso inversor que concluye con el lógico sobredimensionamiento del sector (Jones, 1991, pág. 171). Al lastre de los excesivos gastos fijos y de la obsolescencia de muchas de sus instalaciones, se junta la progresiva expansión de las constructoras japonesas que, basadas en nuevos métodos de organización de la producción, superaban en competitividad a la mayoría de las empresas norteamericanas y europeas.

En este contexto, la racionalización y reestructuración se convierte en el principal objetivo de las firmas occidentales, que acometen un proceso de transformación sin precedentes. El cierre y automatización de plantas productivas, las privatizaciones de muchas de las montadoras europeas y las fusiones y adquisiciones de empresas son algunas de las fórmulas empleadas para frenar la pérdida de competitividad.[202]

---

[202] En la primera mitad de los años ochenta Europa reduce su capacidad de producción en un millón de unidades y en torno a 420.000 personas dejan de trabajar para las montadoras de automóviles; VOLKSWAGEN cierra la planta que tenía en EEUU y une sus operaciones en Brasil y Argentina con FORD; RENAULT vende su participación en AMERICAN MOTORS y cierra su planta de Méjico; en 1978 PEUGEOT adquiere TALBOT; en 1985 el gobierno inglés vende su participación en JAGUAR, y tres años más tarde ROVER; en 1987 y tras sus respectivas privatizaciones SEAT es adquirida por VOLKSWAGEN y ALFA ROMEO por FIAT; en 1990 HONDA adquiere el 20 por ciento de ROVER, y SAAB y JAGUAR se alían con GM y FORD respectivamente y el gobierno francés vende algunas de sus acciones de RENAULT (Jones, 1991, págs. 172 y ss.). También nacen en esta década el grupo PSA-PEUGEOT, fruto de la fusión de PEUGEOT-TABOT y CITROEN, el grupo AUDI-SEAT-VOLKSWAGEN y el grupo LANCIA-ALFA ROMEO-FERRARI-FIAT.

En la década de los noventa tiene lugar la adquisición de ROVER por BMW, la pugna de VOLKSWAGEN y BMW por la compra de ROLLS ROYCE y final adquisición de esta última por la primera, la fusión entre CHRYSLER y DAIMLER BENZ y la más reciente compra de un primer

Sin embargo, lo más relevante de la década de los ochenta es la sustitución de los sistemas tradicionales de organización basados en la fabricación en masa (*fordismo*) por las nuevas concepciones de producción flexible o ajustada (*lean production*[203]). Las notables diferencias en los resultados de las empresas japonesas y las occidentales obliga a estas últimas a replantearse la eficiencia sus sistemas organizativos. Frente a los métodos de fabricación en masa, justificados por las economías de escala que permitían obtener, los nuevos sistemas de producción ajustada demuestran ser capaces de reducir simultáneamente los defectos, el espacio necesario, la mano de obra y el tiempo de fabricación, facilitar la innovación constante y ofrecer una mayor flexibilidad, todo lo cual se traduce en la mejora de la productividad y de la calidad del producto.[204]

La implantación de los nuevos sistemas de producción ha sido un proceso complejo que ha exigido la sustitución de la propia concepción de la producción, la introducción de nuevas tecnologías de producción e información y la transformación de las relaciones con proveedores y clientes; y en el que el efecto demostración de las plantas japonesas ha jugado un papel destacado (Muñoz, 1993, pág. 312). En este sentido, Wells y Rawlinson (1994) atribuyen a la proximidad de las plantas

---

paquete del 36'8 por ciento del accionariado de NISSAN MOTOR y del 22'5 por ciento de NISSAN DIESEL por parte de RENAULT.

[203] El término lean production está íntimamente ligado a los métodos de producción y organización japoneses, hasta tal punto, que Wells y Rawlinson (1994) los identifica como sinónimos. En la actualidad, no obstante, los sistemas de producción ajustada son indistintamente adoptados en las empresas de todo el mundo e incluso en diferentes sectores. A modo de ejemplo, el *International Motor Vehicle Program* del *MIT* constituye uno de los principales promotores de los métodos de *lean production*.

[204] En 1990, el conocido estudio realizado por Womack, Jones y Roos revelaba las llamativas diferencias en la calidad del producto final y en el tiempo necesario para construir un coche en las plantas japonesas y occidentales. Por término medio, el número de horas necesario para producir un automóvil era de 35'4 en las plantas ubicadas en Europa, de 24'9 en las plantas americanas en América, de 20'9 en las plantas Japonesas en América y de 16'8 en las plantas de Japón.

japonesas a las europeas y norteamericanas que se produce como consecuencia de las inversiones directas de las primeras en países como el Reino Unido, EEUU, España y Canadá, la categoría de factor determinante del cambio de la estructura del sector en Occidente. De hecho, las plantas japonesas en EEUU y Europa representaron durante un tiempo un factor determinante en la decisión de localización de las nuevas instalaciones de las empresas occidentales que consideraban la cercanía a aquellas como un medio apropiado para aprender de sus métodos de producción (Jones, 1991, pág. 183).

De manera más directa, las tres grandes montadoras norteamericanas deben a su participación en la propiedad de las empresas japonesas y a sus alianzas de cooperación con estas últimas buena parte del éxito logrado en la implantación de los nuevos métodos de producción. Este es por ejemplo el caso de Ford a través de su participación en la propiedad de Mazda; de General Motors mediante sus alianzas con Toyota, Isuzu y Daewo y sus contactos con Suzuki; y de Chrysler por medio de su *joint venture* con Mitsubishi.[205]

IV.2.1.2 La década de los noventa: el proceso de globalización

Si los años ochenta se caracterizan por el proceso de adaptación y racionalización del sector, el hito más destacado de la década de los noventa es su globalización, fenómeno en el que una vez más la industria del automóvil es pionera. La globalización constituye un peldaño más en el proceso de internacionalización de la empresa. Frente a la empresa multinacional que distribuye simultáneamente sus productos en diferentes países, en los que probablemente también realice funciones productivas; la empresa global coordina el conjunto de sus actividades de investigación, desarrollo, compras, producción y ventas que se distribuyen por la práctica totalidad de las regiones.

[205] Entre las montadoras europeas destaca el acuerdo comercial entre Mitsubishi y Mercedes-Benz para importar y distribuir vehículos comerciales de Mercedes en el mercado japonés firmado en 1988, y el que esta misma empresa establece un año más tarde con Suzuki para desarrollar conjuntamente un camión para el mercado de Indonesia.

Dos son los factores que suelen argumentarse para justificar el proceso de expansión geográfica de la industria automotriz. En primer lugar, la ralentización del crecimiento de la demanda de automóviles en los países desarrollados junto con la consiguiente intensificación de la competencia, lleva a las empresas montadoras a buscar nuevas oportunidades en mercados hasta entonces desatendidos y que, como consecuencia de los profundos cambios experimentados en el entorno económico y social en los últimos años, ofrecen atractivas perspectivas de crecimiento.

En segundo lugar, el incremento de las exigencias de los consumidores de los países desarrollados conduce a la redefinición de las funciones de investigación y desarrollo mediante la incorporación de una mayor atención a las preferencias y necesidades del consumidor y la aceleración del diseño y lanzamiento de nuevos modelos. De hecho, la capacidad para desarrollar rápidamente nuevos modelos se ha convertido en una de las herramientas fundamentales para incrementar la cuota la mercado. Sin embargo, la reducción del ciclo de vida de los productos disminuye también el número total de compradores y, por ende, las posibilidades para compensar los enormes gastos asociados al desarrollo de cada modelo y garantizar así la rentabilidad de cada nuevo prototipo. La única salida con la que cuentan las empresas que optan por esta estrategia consiste en ampliar la base de clientes potenciales mediante la ampliación de sus líneas de productos para llegar a nuevos segmentos en los mercados en los que estaban instalados y mediante su expansión geográfica hacia las nuevas economías emergentes.

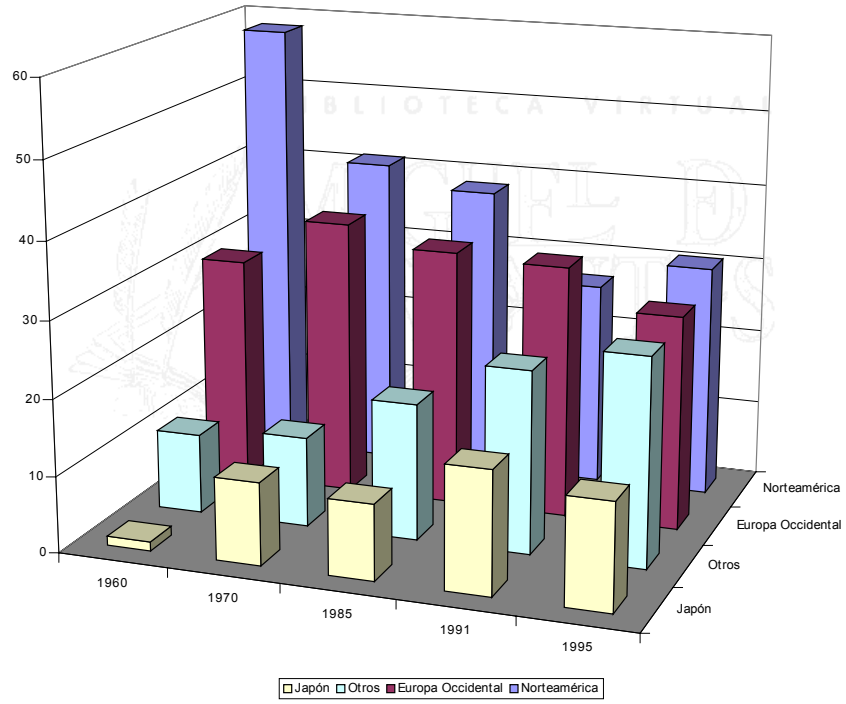
De la expansión geográfica de la industria automotriz dan buena cuenta la evolución del reparto de ventas por regiones. La tabla 4.3 y el gráfico 4.1 muestran la clara tendencia convergente de las series Norteamérica, Europa Occidental y Otros. En 1995, estas tres regiones representan alrededor del 30 por ciento del mercado mundial, situación a la que se llega debido al descenso casi ininterrumpido del peso relativo del mercado norteamericano, el leve descenso de Europa Occidental y el marcado y continuado incremento del porcentaje de ventas que corresponde a la partida de Otros.

Tabla 4.3
Porcentaje de la participación en el mercado mundial de vehículos

	1960	1970	1985	1991	1995
Norteamérica	58,4	41,1	38,4	26,86	30,64
Europa Occidental	29,9	36,3	33,8	33,19	28,14
Japón	1,2	10,8	9,9	16,06	13,97
Otros	10,5	11,8	17,9	23,89	27,26
Total	100	100	100	100	100

Incluye coches de pasajeros y vehículos comerciales ligeros.
Fuente: Wells y Rawlinson (1994) y Memorias Anuales de Mercedes-Benz y PSA-Peugeot.

Gráfico 4.1
Porcentaje de la participación en el mercado mundial de vehículos



Aun cuando la saturación de los mercados tradicionales y el progresivo incremento de las exigencias de innovación pueden explicar la ampliación del mercado objetivo de las empresas montadoras, por sí solas no son suficientes para justificar el proceso de globalización. En la raíz de este fenómeno se hayan dos factores fundamentales: la reducción de los costes de transacción y la adquisición de conocimiento.

Mediante la fabricación de los automóviles en el país de venta, las montadoras consiguen reducir los costes de envío, almacenamiento y distribución (Muñoz, 1993, pág. 306) y, sobre todo, sortear las correspondientes barreras arancelarias. Y es que, conscientes de la capacidad dinamizadora del desarrollo

económico de la industria automotriz o preocupados por proteger la supervivencia de las débiles y vulnerables empresas autóctonas, algunos gobiernos han optado por imponer severos gravámenes a las importaciones de automóviles que convierten a la producción directa en estas naciones en el único camino rentable para atender sus mercados.

Aunque menos evidente que la reducción de los costes asociados a la importación de automóviles, la adquisición de conocimiento es uno de los principales determinantes del proceso de globalización. La atención de la nueva demanda que surge del desarrollo económico y social de las economías emergentes exige, dadas las diferencias en los gustos y necesidades de sus consumidores y el escaso conocimiento al respecto, proximidad geográfica. La instalación y adquisición de capacidad productiva en Latinoamérica, Europa del Este, y Asia permite, aparte de reducir el riesgo de tipo de cambio y sortear las barreras arancelarias a la venta directa, adquirir el conocimiento necesario para atender dichos mercados mediante la adaptación de los modelos a los gustos regionales (Jones, 1991, pág. 186). En este sentido, Wells y Rawlinson (1994) definen globalización como la búsqueda de localizaciones y estructuras que permitan tanto la difusión del conocimiento desde la matriz a las empresas filiales como el intercambio de ese conocimiento entre los diversos elementos de la organización.

Una tercera posible explicación a la globalización de la industria del automóvil, que complementa a las anteriores, se fundamenta en las opciones reales asociadas a las inversiones de expansión[206]. La inversión directa en nuevos mercados proporciona, en primer lugar, importantes opciones de crecimiento cuyo sustento se encuentra precisamente tanto en el conocimiento que la montadora adquiere del mercado como en la promoción que aquella consigue entre los nuevos consumidores potenciales como consecuencia de su establecimiento. Normalmente, el VAN ampliado del compromiso inmediato es claramente positivo y supera con creces el

[206] De algún modo, esta explicación es contrastada en el presente trabajo mediante el análisis de las fuentes de valor de las inversiones de expansión de una empresa de componentes del automóvil.

VAN de la opción de aplazamiento, en parte debido al valor actual de las opciones de crecimiento, y en parte al relativamente pequeño coste de adquisición de dichas opciones, que generalmente es compartido por la empresa montadora con los gobiernos de los países de destino de las inversiones que compiten a nivel mundial en la atracción de industrias que, como la del automóvil, resultan claves en la dinamización de sus economías.

Estos dos últimos factores justifican, además de la inversión directa en mercados en crecimiento, su simultánea distribución por diferentes regiones. Por un lado, la adquisición de los derechos de crecimiento en un mercado determinado requiere únicamente una inversión mínima a partir de la cual el valor de las opciones reales incrementa menos que proporcionalmente, de manera que el VAN ampliado del reparto del presupuesto de inversión en la adquisición de opciones de crecimiento en diferentes regiones supera con facilidad el VAN ampliado de su total asignación a un único mercado. Por otro lado, la parte del precio de entrada que los gobiernos de estos países están dispuestos a financiar tampoco se mantiene constante, sino que por el contrario, suele existir un volumen máximo a partir del cual el porcentaje de la inversión que es subvencionado disminuye, de forma que, de nuevo, el reparto de la inversión en varios países proporciona un valor actual del conjunto de ayudas gubernamentales normalmente superior al que se obtendría de comprometer la totalidad del presupuesto en un único mercado.

Adicionalmente, la penetración simultánea en diferentes regiones proporciona a la montadora opciones operativas de importante valor. Mediante la dispersión de la capacidad productiva de la firma, ésta puede decidir dónde producir cada modelo y, lo que es más importante, modificar a lo largo del tiempo la localización geográfica de la producción en función de la evolución de los costes de fabricación y de los tipos de cambio. Lógicamente, el valor de estas opciones operativas de intercambio de *inputs*, que complementan a las opciones de intercambio de *outputs* que consiguen las empresas montadoras mediante el diseño de plataformas comunes para diferentes modelos y el empleo de infraestructuras automatizadas susceptibles de la rápida adaptación a la fabricación de nuevos modelos, dependerán de la importancia relativa de los costes de ajuste, por lo que parece razonable que factores tales como la

flexibilidad del mercado laboral constituyan un peso de primer orden en la decisiones de localización de las inversiones de la industria del automóvil.

Por último, a la flexibilidad operativa que surge de la disponibilidad simultánea de varias plantas productivas ubicadas en diferentes países habría que sumar la que proporcionan las opciones de abandono. Aunque en relación con las opciones de abandono y reinversión los costes de ajuste suelen ser mayores que los correspondientes de las opciones de paralización y reactivación de la producción y, por tanto, también más marcado el fenómeno histéresis, no por ello carecen de valor. La posibilidad de desplazar la capacidad productiva instalada de una región a otra, mediante la reducción de la inversión en el país de origen a un nivel mínimo suficiente para mantener vivas las posibilidades de crecimiento futuro, constituye una nueva fuente de flexibilidad que, aunque disfrutada en un horizonte bastante más amplio que el de las opciones operativas, sin duda también interviene en la adopción de la estrategia de globalización.

Un signo claro de la globalización de la industria del automóvil es el hecho de que todas ellas distribuyen sus plantas de montaje en al menos dos continentes y más de la mitad cuentan con instalaciones productivas en los cuatro mayores continentes. La tabla 4.4 recoge la proporción de la producción que realizan fuera del país donde se localiza su casa matriz los principales fabricantes de automóviles. En términos generales se observa una clara tendencia al incremento de la producción en el exterior durante el período 1985-1996, tan sólo rota por FORD y VOLVO como consecuencia del marcado descenso –un 25 y un 37 por ciento respectivamente– de dicho porcentaje en el último intervalo. En términos medios, el porcentaje de vehículos que las montadoras fabrican fuera de su país de origen pasa del 18 por ciento en 1985 a más del 25 por ciento en 1989 y a cerca del 35 por ciento en 1995. Por encima de esta última media se encuentran VOLKSWAGEN , HONDA, las dos grandes norteamericanas y FIAT. Se advierte así mismo una clara homogeneización de estas proporciones en las distintas empresas del sector. La dispersión de la muestra, calculada por su desviación estándar, desciende desde más del 17 por ciento inicial hasta el 9’83 por ciento de 1995.

Tabla 4.4
Porcentaje de la producción que se realiza en países distintos al de la matriz

	1985	1989	1995	Var(%) 89-85	Var(%) 95-89	Var(%) 95-85
GM	31	42	43,91	35,48%	4,55%	41,65%
FORD	56,7	58,6	43,76	3,35%	-25,32%	-22,82%
TOYOTA	2,2	9,1	18,12	313,64%	99,12%	723,64%
WOLKSWAGEN	32,1	31,5	48,4	-1,87%	53,65%	50,78%
NISSAN	7	12,4	31,91	77,14%	157,34%	355,86%
PSA-PEUGEOT	15,3	19,4	30,23	26,80%	55,82%	97,58%
RENAULT	18,8	21,8	30,95	15,96%	41,97%	64,63%
CHRYSLER	2,9	13	30,71	348,28%	136,23%	958,97%
FIAT	8,7	8	37,92	-8,05%	374,00%	335,86%
HONDA	1,3	27,8	44,26	2038,46%	59,21%	3304,62%
VOLVO	29	33,8	21,37	16,55%	-36,78%	-26,31%
Promedio (1)	18,64	25,22	34,69	35,32%	37,54%	86,12%
Desv.Estándar (2)	17,19	15,59	9,83			
Incremento promedio (3)				260,52%	83,62%	534,95%
Incremento promedio exc. Honda				82,73%	86,06%	257,98%

(1) El promedio es calculado como la media simple de los valores (porcentajes) de la muestra.
(2) Desviación estándar de los valores de la muestra.
(3) El incremento promedio es obtenido a partir de la media simple de los correspondientes incrementos de los elementos de la muestra.
Fuente: Wells y Rawlinson (1994) y World Automarkers Directory (1996)

Por subintervalos, el promedio de dichos porcentajes aumenta ligeramente más en el segundo período que en el primero, si bien en este caso sí que existen claras diferencias entre empresas. Mientras que las empresas americanas y japonesas (excluida NISSAN) incrementan la proporción de su fabricación en el exterior más en el intervalo 85-89, las empresas europeas (excluida VOLVO) experimentan los mayores incrementos en el período 89-95. Resulta obligado apuntar, sin embargo, el hecho de que mientras la externalización de la producción durante el primer período se consigue mediante nuevas inversiones en Norteamérica y Europa, durante el período siguiente, el incremento de los porcentajes de producción en el exterior procede fundamentalmente de la expansión de las montadoras hacia Asia, América del Sur y los países del Este. Lógicamente los mayores incrementos se producen en las empresas que parten de niveles más bajos: HONDA, CHRYSLER y TOYOTA en el primer subperíodo y FIAT, NISSAN y CHRYSLER en el último.

La tabla 4.5 y el gráfico 4.2 muestran la evolución del reparto de la producción entre las áreas productivas tradicionales y el resto del mundo. Destaca la caída ininterrumpida del peso relativo de Norteamérica hasta 1990, y el crecimiento constante del porcentaje de fabricación en el resto del mundo, especialmente marcado en los últimos seis años, precisamente debido al proceso de globalización, hasta llegar a ocupar el segundo lugar en el ranking por detrás de Europa y por

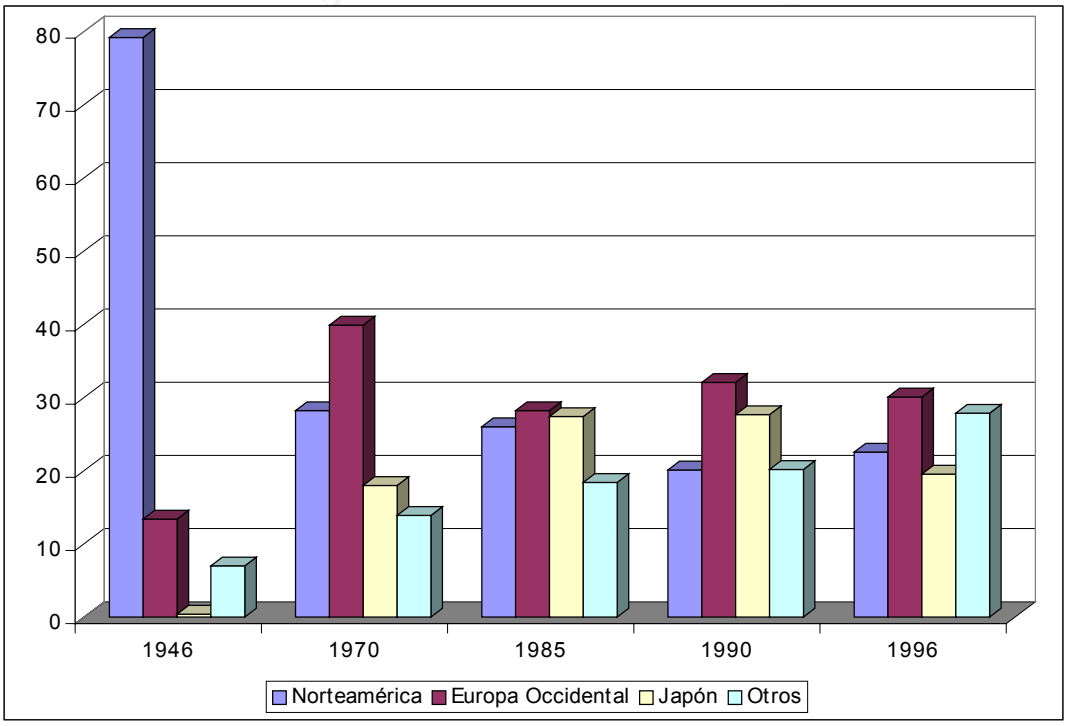
encima de Norteamérica y de Japón que en el citado período sufre por primera vez un descenso importante.

Tabla 4.5
Porcentaje de participación en la producción mundial

	1946	1970	1985	1990	1996
Norteamérica	79,2	28,2	26	20,1	22,54
Europa Occidental	13,4	39,9	28,2	32,07	30,08
Japón	0,4	18	27,4	27,67	19,53
Otros	7	13,9	18,4	20,16	27,85
TOTAL	100	100	100	100	100

Fuente: Wells y Rawlinson (1994) y Memorias Anuales de Mercedes-Benz y PSA-Peugeot

Gráfico 4.2
Porcentaje de participación en la producción mundial



Sin restar importancia al proceso de globalización que constituye el hecho más significativo de la evolución de los años noventa, es necesario destacar también los esfuerzos de reestructuración, racionalización y automatización de la producción que las montadoras de automóviles continúan realizando en la década de los noventa. Así lo certifica el hecho de que aún cuando la práctica totalidad de montadoras han incrementado el número de sus plantas productivas, sin embargo el volumen de

empleados de cada una de ellas no solo no aumenta sino que disminuye (véase tabla 4.6).

Tabla 4.6
Volumen de empleo

	1990	1996	Variación
MAZDA	28.573	26.072	-8,75%
VOLVO (1)	57.871	54.510	-5,81%
RENAULT	157.378	140.905	-10,47%
MERCEDES-BENZ	230.974	199.099	-13,80%
AUDI	37.035	33.805	-8,72%
PSA-PEUGEOT	159.100	139.900 (2)	-12,07%
TOYOTA	75.266 (3)	68.641	-8,80%
Total	746.197	662.932	-11,16%

(1) División del grupo dedicada a automóviles, camiones y autobuses.
(2) Cifra correspondiente a 1995.
(3) Cifra correspondiente a 1992.
Fuente: Memorias anuales de Mazda, Volvo, Renault, Mercedes-Benz, Audi, PSA-Peugeot y Toyota.

En este mismo marco de racionalización y globalización hay que reseñar también el incremento del número de acuerdos y alianzas entre los principales fabricantes de automóviles. De hecho la cooperación en el desarrollo, fabricación y distribución de productos se ha convertido en estrategia competitiva de primer orden que facilita, por un lado, el acceso a los nuevos mercados que exige el proceso de globalización y, por otro, el reparto de los costes y beneficios de las actividades de investigación y desarrollo cada vez más decisivas en un contexto de desarrollo tecnológico vertiginoso. En la primera mitad de los años noventa destacan, entre otras, la alianza de intercambio de participaciones entre Volvo y Renault diluida en 1994, las alianzas estratégicas entre las empresas orientales, como la establecida entre Mazda, Suzuki, Nissan, Toyota y Kia, los acuerdos comerciales entre Nissan y Volkswagen, o la adquisición de Rover por BMW. A modo ilustrativo la tabla 4.7 muestra los principales acuerdos de cooperación de Renault en este período.

Tabla 4.7
Principales acuerdos de cooperación industrial de Renault en los años 90

	Fecha	Tipo de acuerdo
Toyota/ Renault	1990	Montaje del Renault 9'19, Twingo, Clio y Toyota 4WD en la planta de Medellín (Colombia)
Volvo/ Renault	1990	Intercambio de componentes (motores y cajas de cambio)
John Deere/ Renault	1994	Venta de motores John Deere a Renault y venta de tractores Renault a John Deere
Iveco/ Renault	1994	Cooperación en el desarrollo de componentes de la cabina de vehículos comerciales ligeros
Sisu/ Renault	1996	Joint venture para la distribución de los productos de Sisu. Ventas de componentes de Renault a Sisu
GM Europe/ Renault	1996	Joint venture para vehículos comerciales ligeros

Fuente: Memorias anuales de Renault.

IV.3 EL SECTOR DE EQUIPOS Y COMPONENTES DEL AUTOMÓVIL

Una de las principales consecuencias del proceso de racionalización y de globalización de las empresas constructoras de automóviles ha sido la modificación de las relaciones con sus proveedores. En primer lugar, la reorganización estratégica de los sistemas de producción de las montadoras occidentales tiene como consecuencia directa la externalización de parte de las tareas que tradicionalmente venían desempeñando. La desintegración vertical de ciertas actividades productivas, e incluso de ensamblaje, ha permitido a las empresas montadoras beneficiarse de las ventajas del mercado como mecanismo regulador de intercambio, al tiempo que, el mantenimiento del control directo de la organización y coordinación general del ensamblaje de los grandes conjuntos y equipos, así como, del desarrollo y producción de determinados conjuntos estratégicos del automóvil –tales como los motores, las cajas de cambio o las transmisiones– han garantizado que éstas continúen conservando el liderazgo de poder en la cadena de valor añadido del automóvil (Alaez y otros, 1996, pág.140).

Al disminuir el grado de integración vertical, las empresas montadoras ganan en flexibilidad, reduciendo así el riesgo que soportaban ante las variaciones de la demanda de automóviles (Durán y Úbeda, 1996, pág. 151). Claramente, la externalización de las actividades constituye un medio a través del cual la ensambladora adquiere opciones operativas de paralización, reactivación e intercambio de *inputs* cuyos costes de ajuste son muy inferiores a los asociados a las mismas opciones operativas en el seno de una organización jerárquica. Además, la

mayor especialización tanto de las ensambladoras como de los fabricantes de componentes permite conseguir notables incrementos de eficiencia y de productividad, que, en un principio, son capturados por las primeras como consecuencia de su hegemonía en la cadena de valor y de la fuerte competitividad entre un número de proveedores muy superior al de clientes.[207]

En segundo lugar, la tendencia a incrementar la cuota de mercado de las empresas montadoras mediante la reducción del tiempo de desarrollo de nuevos modelos contribuye a la inclusión de los proveedores en las etapas de investigación y desarrollo. En un proceso de creciente cooperación, los fabricantes de componentes son implicados en el diseño del automóvil desde sus primeras etapas, recibiendo a cambio mayores responsabilidades en el resultado del producto final. [208] La explicación a este fenómeno ha de buscarse en los costes asociados a la transmisión del conocimiento (Jensen y Meckling, 1995). De algún modo el trabajo de producción de las piezas y componentes proporciona a sus fabricantes un conocimiento que no acumula el ensamblador. Cuando dicho conocimiento resulte relevante para la mejora del producto, los costes de su transferencia pueden llegar a convertir la delegación de las tareas de concepción y diseño en el proveedor de componentes en la alternativa más eficiente.[209] [210]

---

[207] A las citadas ventajas de la desafectación de actividades, algunos autores añaden también los efectos beneficiosos de la liberalización de recursos que aquella implica y que son reutilizados en la materialización de la estrategia de globalización. A este respecto es obligado apuntar que, sin duda, la reasignación de recursos hacia usos más eficientes incrementa el valor de la empresa y es, por ello, una estrategia aceptable; pero la razón no se encuentra en el menor coste de los fondos obtenidos de la desafectación, que supondría admitir que el mercado de capitales es ineficiente en sus funciones de control, sino en la mejora misma de la eficiencia de la empresa.

[208] Con todo, las empresas ensambladoras procuran mantener el protagonismo en el proceso de innovación, no en vano, la hegemonía tecnológica constituye uno de los principales activos en los que se sustenta sus ventajas de poder frente a sus suministradores (Alaez y otros, 1996, pág. 63).

[209] Además, cuanto más específico sea el conocimiento que surge de la fabricación del componente, mayores serán los costes de su transmisión con respecto a los asociados a la delegación de las actividades de innovación.

En tercer lugar, la globalización de las actividades de las montadoras, y la consiguiente integración de mercados que ha ido acompañada de la centralización de las decisiones de compra, empuja a numerosas empresas de equipos y componentes hacia un proceso de expansión hasta entonces desconocido. La debilidad de la industria de los nuevos países a los que se dirigen las inversiones de las ensambladoras, el elevado riesgo económico y político de estas economías y los buenos resultados conseguidos de la cooperación entre proveedores y montadoras en los mercados tradicionales, hace que estas últimas fomenten la expansión de aquéllos, que encuentran en estas oportunidades un camino para crecer y mejorar su posición competitiva.

Fruto de estas transformaciones el sector de componentes del automóvil queda dividido en dos grandes niveles: los proveedores de primer nivel, que asumen las tareas de desarrollo, producción, almacenamiento y distribución directa de equipos y conjuntos a las empresas montadoras; y los proveedores de segundo nivel, que se especializan en la fabricación de componentes específicos que suministran a los de primer nivel.

Hasta entonces, el propio ensamblador adquiría los componentes elementales de un vasto grupo de proveedores con los que procedía al subensamblaje en

---

Si esta fuese la razón de la desafectación de las actividades de innovación y desarrollo de nuevos componentes y conjuntos, entonces la consecución de un contrato de fabricación y suministro proporcionaría al suministrador, aparte de los beneficios explícitamente pactados en el acuerdo, una opción de crecimiento futuro definida sobre dichas actividades de investigación.

[210] Otra explicación a la desafectación de las actividades de investigación y desarrollo, que complementa a la anterior, se centra en la reducción de los costes unitarios de innovación. La realización de estas actividades por parte de las empresas de componentes, que abastecen simultáneamente a diferentes montadoras, permite repartir los gastos de investigación y desarrollo entre un número mayor de vehículos, reduciendo así el coste imputable a cada unidad producida (Alaez y otros, op.cit., pág. 157).

Este argumento, aunque teóricamente lógico, contrasta sin embargo con la práctica de muchas empresas montadoras que delegan las funciones de investigación y desarrollo en proveedores que sirven en exclusiva a una única empresa y ni siquiera para todos sus vehículos.

conjuntos y equipos que luego montaba en la plataforma del vehículo. A partir de este momento, unos pocos proveedores, los de primer nivel, asumen las actividades de producción de conjuntos completos que suministran a las ensambladoras mediante los sistemas JIT, llegando incluso a participar directamente en la cadena de montaje de estas últimas.

Como es lógico, la pertenencia a uno u otro nivel no es aleatoria, sino que es el resultado de un riguroso proceso de selección dirigido por las ensambladoras que exigen a sus suministradores directos unas capacidades mínimas de innovación, de eficiencia, de calidad y de servicio[211]. De resultas de este proceso se ha producido, en primer lugar, una drástica reducción del número de proveedores por fabricante de automóviles, especialmente marcada en el caso de las montadoras norteamericanas y europeas que se aproximan así, una vez más, a las prácticas de sus competidores japoneses[212]; y, en segundo lugar, un marcado proceso de concentración de los suministradores que ocasiona la aparición de grandes grupos empresariales.

Aunque el tipo de relaciones que mantienen los proveedores de primer nivel pueden variar considerablemente en función del cliente e incluso del fabricante de componentes, predomina sin embargo una singular relación de cooperación que sustituye a la previa de mercado basada en la hegemonía de poder del ensamblador y materializada en el continuo regateo de precios. La externalización de actividades, la

---

[211] Una muestra patente de la importancia que para las empresas ensambladoras supone la reorganización de su base de proveedores es por ejemplo el *Supplier Quality Assurance Program* que PSA y Renault firmaron para evaluar la habilidad de sus proveedores a la hora de fabricar componentes de calidad.

[212] Aunque los esfuerzos realizados por las empresas europeas son notorios –Renault, por ejemplo, ha pasado de utilizar una media de 630 proveedores de componentes por planta en 1992 a 512 en 1996; y Volvo de 700 en 1985 a 530 en 1996–, sin embargo, las diferencias con las ensambladoras japonesas siguen siendo considerables. Jones (1991) manifiesta que mientras las montadoras japonesas situadas en Japón se abastecían con una media de 170 proveedores por planta, las americanas situadas en USA empleaban 509 y las ubicadas en Europa 442. Jones (op.cit.) destaca además la fuerte dependencia que sufren las montadoras europeas con respecto a sus mercados de origen, que en 1988 adquirían el 80 por ciento de sus componentes a proveedores nacionales.

reducción del número de proveedores y el sustancial incremento de su tamaño y de su capacidad de innovación, que es inicialmente promovida por los propios ensambladores, produce importantes avances en la eficiencia productiva y en la calidad y desarrollo del automóvil, pero también modifica el reparto de poder entre las empresas montadoras y sus proveedores a favor de estos últimos.[213]

Frente a la anterior relación de suministro en la que cada una de las plantas de la ensambladora, después de un duro proceso de negociación, contrataba simultáneamente con varios proveedores la producción "bajo plano" de una misma pieza y su abastecimiento durante un corto período de tiempo; ahora parece tenderse a centralizar el proceso de contratación en la casa matriz de la montadora, desde donde se decide, no sólo en función del precio sino también en función de las prestaciones, qué proveedor de primer nivel cumple con las condiciones para responsabilizarse a largo plazo del desarrollo, producción y suministro, normalmente a nivel mundial, de un conjunto o equipo para un determinado modelo o plataforma.[214]

---

[213] Con todo, el poder del proveedor con respecto al ensamblador depende de múltiples factores entre los que se encuentran la estructura competitiva del subsector del componente y la complejidad tecnológica del conjunto suministrado. Un ejemplo claro de poder de los proveedores basado en la estructura oligopólica del mercado es el subsector de materiales de rozamiento en Europa que se reparte entre tres grandes productores: Ferodo, Mintex-Don y Jurid. Por su parte, el poder de negociación que ostenta Bosch se debe a su dominio tecnológico del cual es buena muestra el desarrollo del sistema electrónico y software tecnológico del ABS (Wells y Rawlinson, 1994, pág. 90)

[214] Tanto la utilización de un único proveedor como la estandarización de los componentes, permite a las ensambladoras reducir sus costes de transacción y beneficiarse del ahorro de costes derivado de mayores economías de escala a través de precios de compra también menores. Sobre éstas y otras posibles explicaciones de la utilización de un único proveedor y de la adquisición de conjuntos completos y estándares en lugar de elementos específicos, véase Alaez y otros (op.cit., págs.: 142 y ss.).

Similar explicación ha sido también argumentada en relación con la centralización de las compras en la casa matriz de la montadora; véase Durán y Úbeda (1996, pág. 157).

En este nuevo escenario, la cooperación entre el ensamblador y el proveedor de componentes se presenta como un instrumento útil tanto para que el primero pueda conservar un cierto control sobre el segundo como para asegurar la compatibilidad de los distintos conjuntos en el producto final. Los contratos de suministro a largo plazo, que sustituyen a los habituales acuerdos de compra a corto plazo, incluyen la colaboración en las actividades de investigación y desarrollo, la responsabilización conjunta de la mejora de la calidad y de la reducción de costes, la mutua asistencia técnica e incluso la copropiedad y uso conjunto de las mismas instalaciones productivas. La mayor cooperación es además acompañada del establecimiento de nuevas tecnologías de información que facilitan la continua comunicación de las partes y la aparición de nuevas formas de organización interempresarial como la denominada cuasi-integración o las redes empresariales (Bensaou y Venkatraman, 1995)[215].

Tabla 4.8
Evolución de las relaciones proveedor-cliente en el sector del automóvil

	Modelo tradicional	**Nuevo modelo**
Producción de componentes en la montadora	Elevada	Baja
Número de proveedores	2.000	300
Proveedores por componente	Múltiples	Único
I+D	La montadora	El proveedor
Relaciones	Confrontadas	Asociativas
Contratos	A corto plazo	A largo plazo
Criterios para la elección del proveedor	Precio	Calidad Precio Distribución

Fuente: Wells y Rawlinson, 1994, pág. 86.

Algunos ejemplos de cooperación entre las empresas ensambladoras y sus proveedores son: el plan *TANDEM* establecido por Mercedes–Benz en 1993 y que

[215] Bensaou y Venkatraman (1995) observan que el grado de cooperación entre las empresas montadoras y sus proveedores difiere sustancialmente de un ensamblador a otro e incluso de un país a otro: "Las empresas norteamericanas todavía esparcen sus compras entre múltiples proveedores y evitan la dependencia de cualquier gran proveedor" (op. cit., pág. 19). Entre los factores determinantes del grado de cooperación, y a parte del efecto país, el citado trabajo destaca la significación de la especificidad de los activos comprometidos en la relación, del poder relativo del proveedor y del empleo de nuevas tecnologías de información.

tenía por objeto la utilización de los conocimientos y experiencia de los proveedores para el beneficio mutuo y que ha permitido –según la Memoria Anual de Mercedes Benz (1996)– disminuir los tiempos de desarrollo de productos en un 16 por ciento en el año 1996 y reducir significativamente los costes de los productos; ó el programa *Let´s Go* firmado por Mazda en 1990 que prevé la colaboración conjunta entre diseñadores, ingenieros, jefes de producción y proveedores de componentes para aminorar los costes de sus vehículos mejorando al mismo tiempo su calidad y su valor (Memorias Anuales de Mazda). La tabla 4.9 muestra los principales acuerdos de cooperación industrial entre Renault y varios de sus suministradores durante la década de los noventa.

Tabla 4.9
Principales acuerdos de cooperación industrial de Renault con sus proveedores

	Fecha	Tipo de acuerdo
ABB Robotics/ Renault	1993	Filial conjunta para sistemas de montaje flexibles
John Deere/ Renault	1994	Venta de motores John Deere a Renault y venta de tractores Renault a John Deere
Massey-Ferguson/ Renault	1994	Joint venture para el diseño, desarrollo y fabricación de líneas
ZF/ Renault	1996	Cooperación en cajas de cambio mecánicas
Sisu/ Renault	1996	Joint venture para la distribución de los productos de Sisu. Ventas de componentes de Renault a Sisu
Matra Transport/ Renault	1996	Cooperación para el desarrollo de nuevos sistemas de transporte urbano

Fuente: Memorias anuales de Renault.

La cooperación se extiende además a las relaciones entre los propios fabricantes de componentes que encuentran en estas alianzas un camino adecuado para responder a la globalización del sector. La alianza con pequeñas empresas locales limita el volumen de capital que la participación en un nuevo mercado exigiría a un fabricante foráneo y favorece la rápida y económica comprensión de la idiosincrasia del país, factores ambos que permiten reducir el riesgo de entrada pero conservando prácticamente las mismas opciones de crecimiento futuro que reportaría la inversión directa. Al fabricante local, por su parte, la alianza con una multinacional le ofrece una infraestructura internacional de la que carece y que necesita para formar parte de los suministradores potenciales que son seleccionados desde la matriz de la montadora, al tiempo que le facilita la adquisición de nuevos conocimientos y capacidades y, por tanto, de nuevas opciones de crecimiento.

En otras ocasiones, pequeños proveedores, relegados en el citado proceso de selección al segundo nivel de la cadena de valor, son adquiridos por los proveedores de primer nivel que consiguen así incrementar su catálogo de productos y poder ofrecer conjuntos de componentes más completos. La tabla 4.10 muestra las principales adquisiciones acontecidas en los últimos años en el subsector de interiores del automóvil.

Tabla 4.10
Principales adquisiciones acontecidas en el sector de interiores

Empresa adquiriente	**Empresa adquirida**		
	Denominación	Nacionalidad	Productos fabricados
LEAR SEATING	BOREALIS INDUSTRIER	Suecia	Panel de instrumentos, acabado interior y exterior, climatización
LEAR SEATING	KEIPER CAR SEATING	Alemania	Asientos
LEAR SEATING	ITT AUTOMOTIVE SEAT SUB-SYSTEMS UNIT	EEUU	Mecanismos de asientos
BOREALIS INSUSTRIER	TANIM COMPONENT	Dinamarca	Materiales plásticos y partes
Magna	Pebra	Alemania	Partes internas y externas de metal y plástico
Magna	Marley Automotive Components	UK	Partes modeladas de plástico internas y externas
Magna	KFK Karl Fels (Marley)	Alemania	Partes modeladas de plástico internas y externas
Magna	Marley Kansei	UK	Acabado interior
Magna	Davidson Marley	Holanda	Acabado interior
ECIA	Michael Thierry	Francia	Acabado interior, asientos
ECIA	Michael Thierry	Francia	Tejidos, tapicería
MGI Coutier	Plastim	Italia	Partes plásticas
Breed Technologies	Gallino Componenti Plastici	Italia	Volante, partes plásticas internas y externas
Becker Group	Gebr Happich	Alemania	Acabado interior
Autoliv	Hammarverken (United Parts Group)	Holanda	Asiento, componentes de suspensión
Autoliv	Isodelta	Francia	Volantes
Autoliv	Hassleholms Automotive (United Parts Group)	Holanda	Componentes de asientos
Johnson Controls	Roth Freres	Francia	Asientos, componentes de plástico
Johnson Controls	Prince Automotive	EEUU	Acabado interior
Gebr Happich	Deutch Fibrit (Ebers)	Alemania	Tejidos, tapicería
Sommer Allibert	Mercedes Benz- división de acabado interno	Alemania	Acabado interior

Fuente: EIU – Europe's automotive components business y memorias anuales de JOHNSON CONTROLS y LEAR SEATING.

Nos encontramos, en resumen, en una etapa crítica del proceso de transformación de la industria del automóvil, especialmente vital para los fabricantes

de componentes y conjuntos que sufren ahora las consecuencias de las decisiones estratégicas adoptadas por las ensambladoras durante la primera mitad de los años noventa. Frente a la relativa estabilidad de la industria de montaje, que no muestra signos de mayores cambios futuros que la anunciada conclusión del proceso de globalización y de modernización de algunas de sus plantas productivas, el porvenir del sector de componentes se vislumbra bastante más azaroso. Y es que, durante los últimos años, la industria auxiliar del automóvil ha venido adquiriendo numerosas opciones de crecimiento futuro –a través de la introducción de nuevos productos, de la inversión en nuevos mercados o de las alianzas y tomas de participación en otras compañías del sector– cuyo ejercicio, que todavía supone una incógnita, modificará sustancialmente el actual entorno competitivo.[216]

IV.4 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

El Grupo Antolín Irausa (G.A.I.) es la mayor de las empresas españolas dedicada a la producción y comercialización de interiores para el automóvil. El grupo ocupa el puesto 192 en el ranking de las 4.000 mayores firmas españolas[217] y constituye una de las principales empresas de capital español de la industria auxiliar del automóvil.

Aunque el grupo, como tal, no nace hasta 1987, sus orígenes se remontan a 1959, fecha en la que la familia Antolín, junto con una empresa alemana, crean la firma ANSA LEMFORDER dedicada la fabricación de rótulas de dirección y suspensión del automóvil. La constitución de GAI responde a la necesidad de coordinar las actividades del conjunto de empresas que habían sido fundadas durante los años setenta y principios de los ochenta a raíz de la estrategia de expansión adoptada por la familia Antolín.

---

[216] Las principales incógnitas son las relativas al posible proceso de integración vertical hacia arriba de las empresas fabricantes de componentes y a la respuesta de las montadoras a la creciente concentración de sus proveedores.

[217] Ranking elaborado por Incresa según las ventas de las empresas en el año 1996 y publicado en el número 2.053 de *Actualidad Económica*.

El grupo integraba bajo una estructura central la dirección de las funciones comerciales, industriales, de investigación y desarrollo, económico-financieras y de recursos humanos de varias empresas especializadas cada una de ellas en un componente específico del automóvil: asientos (TALLERES ARA), techos (PIANFEI SOLANO), paneles de puertas (ARAGUSA), insonorizantes (SADITA) y mecanismos de puerta (DAPSA).

En esta primera fase de expansión, la colaboración con otros fabricantes europeos de componentes juega un papel fundamental. Los conocimientos y capacidades tecnológicas y productivas adquiridas como consecuencia de la compra de licencias productivas y la creación conjunta de unidades productivas constituyen el basamento de la colaboración con nuevos clientes y del posterior desarrollo de su propia tecnología.

Durante la segunda mitad de los años ochenta, GAI aprovecha el fuerte crecimiento de la industria automotriz española para consolidarse como uno de los principales proveedores de componentes de interior. A esta etapa corresponden las inversiones realizadas en la creación de REVESTIMIENTOS y ASIENTOS (asientos y paneles de puertas) en Valladolid, de ARDASA (estructuras de asientos) en Burgos, de AUTOTRIM (techos y bandejas) en Valencia, y de LINARA (asientos, paneles de puerta e insonorizantes) en Jaén; que tienen por objetivo conseguir la proximidad geográfica con las plantas productivas de sus clientes, que es exigida tanto por el elevado volumen y escaso peso relativo, de los componentes de interior como por la creciente variedad de modelos demandada por el consumidor final del automóvil.[218]

A finales de los años ochenta, GAI había conseguido el liderazgo, a nivel nacional, en varios de los componentes que fabricaba gracias a su nivel de eficiencia, la calidad de sus productos y los esfuerzos realizados en la innovación de los

[218] Las mismas características de los componentes fabricados que convierten a la proximidad geográfica con la empresa ensambladora en un factor determinante en la consecución de contratos de suministro, provocan además que sus plantas productivas sean muy dependientes de las instalaciones de montaje más próximas.

mismos. Sin embargo, y al igual que otros fabricantes españoles de componentes, su ámbito de competencia se limitaba al territorio nacional[219]. La centralización de las decisiones de compras en la casa matriz de las montadoras, la creciente desafectación de las actividades de investigación y desarrollo, la progresiva implicación de los proveedores en el diseño del automóvil y la inminente globalización del sector, contribuyen a impulsar la expansión internacional del grupo. En 1989 GAI inicia su internacionalización con la creación una filial con funciones técnicas y comerciales en el Reino Unido, país donde se encuentran ubicados los centros de decisión, entre otros, de NISSAN y de FORD, y con la constitución de una *joint venture* destinada a la fabricación de techos y bandejas en Alemania. A finales de 1993, la empresa disponía de unidades técnico-comerciales en los principales centros de decisión europeos (Reino Unido, Francia y Alemania) y de plantas productivas en los primeros países productores (una en Alemania, dos en Francia y una en Portugal).

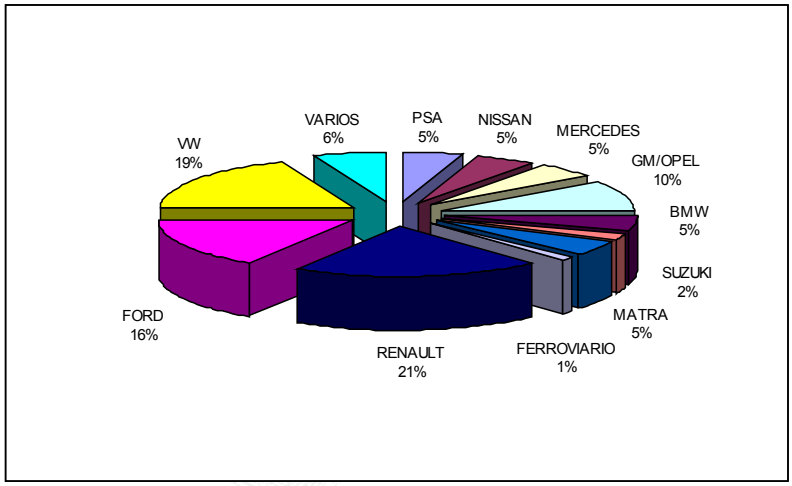
En 1994, el grupo Antolín Irausa inicia su crecimiento fuera de Europa Occidental. De esta fecha son la constitución de una empresa con funciones técnicas y comerciales en las proximidades de los centros de decisión de las ensambladoras norteamericanas y la instalación de unidades productivas mediante la constitución de sendas joint ventures en EEUU y Méjico; así como la creación de dos nuevas empresas en Turquía y en la República Checa.

En la actualidad, y tras la inversión en Brasil que aquí evaluamos, la empresa continúa inmersa en un proceso de globalización que pasa por la instalación en Sudáfrica y llega hasta el sudeste asiático. Con todo, la globalización del grupo no es el único objetivo perseguido por GAI en los últimos años. Dicho proceso ha sido acompañado de un importante esfuerzo inversor en la adquisición de capacidad de innovación y desarrollo, y en la expansión de su línea de productos. En 1994, GAI constituye un centro de I+D en Burgos que aglutina y coordina, tanto la actividad que en esta materia realizan las distintas divisiones de la empresa, como la desarrollada por las filiales técnico-comerciales que sirven de puente para la estrecha

[219] Durán y Úbeda (1996, págs.: 157 y ss.) equipara la situación en la que se encontraba GAI con la de MONDRAGÓN, FICOSA y TUDOR.

colaboración con los correspondientes departamentos de sus clientes. Ese mismo año, el grupo entra en el negocio de la logística (subensamblaje y suministro JIT) mediante la creación de un centro en Vitoria y otro en Méjico. En 1995, GAI incorpora a su catálogo de productos el panel de instrumentos mediante la adquisición de la correspondiente división que Ford empleaba en Valencia para la fabricación de dicho componente.

Gráfico 4.3
Distribución de la facturación total por cliente (1996)



La estrategia seguida por el grupo le ha valido la adquisición de la categoría de proveedor de primer nivel en el actual contexto de la industria del automóvil, tras haber superado la primera fase del proceso de reorganización de las bases de clientes de las firmas montadoras. En el momento presente, la empresa suministra directamente a las principales ensambladoras de automóviles, entre las que destacan, por su participación en la cifra de negocios del grupo, RENAULT, VOLKSWAGEN Y FORD, que acumulan en su conjunto más del 56 por ciento de las ventas de GAI (gráfico 4.3).

El grupo está actualmente integrado por 7 unidades técnico-comerciales localizadas en los principales centros de decisión occidentales de las montadoras, 25 unidades productivas distribuidas por 14 países y un centro integrado de I+D localizado en Burgos (tabla 4.11). El principal componente suministrado por GAI es el denominado "interior trim", que comprende los paneles de puerta, el techo, la bandeja trasera y sus complementos incrustados –como los apoya brazos y los

parasoles– y que representa en conjunto el 59 por ciento en su facturación total. El resto de las ventas se reparte entre los asientos y sus componentes (24 por ciento), elevalunas manuales y eléctricos y cerraduras de puerta (13 por ciento) y otros (4 por ciento).

Tabla 4.11
Número de unidades productivas por componente (1997)

	UNIDADES PRODUCTIVAS	
COMPONENTE	EN ESPAÑA	FUERA DE ESPAÑA
Asientos completos	2	1
Estructuras de Asientos	1	-
Fundas de Asientos	1	-
Techos	2	8
Paneles de Puerta	3	5
Bandejas	2	4
Insonorizantes	2	-
Panel de Instrumentos	1	-
Plástico Inyectado	1	-
Mecanismos	1	2
Elevalunas	1	1
Cárteres y Subm. Metálicos	1	-
Logística	1	1

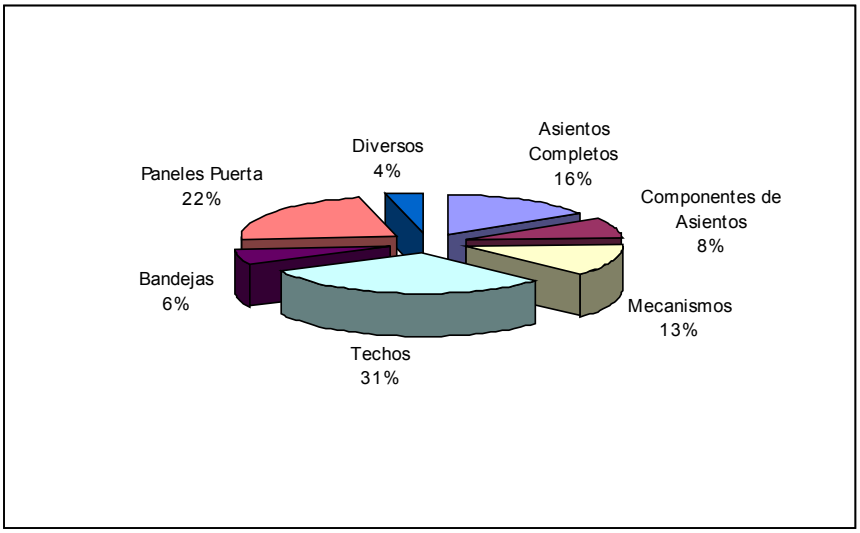
Nota: En varios casos una misma unidad productiva fabrica varios componentes

Tabla 4.12
Distribución geográfica de las empresas del grupo fuera de España (1997)

CIUDAD	PAÍS	ACTIVIDAD/PRODUCTO
Regensburg	Alemania	Techos y Bandejas
Leichlingen	Alemania	Técnico-Comercial
Essex	Reino Unido	Técnico-Comercial
Velizy	Francia	Técnico-Comercial
Henin-Beaumont	Francia	Paneles de Puerta, Techos y Bandejas
Roche la Molière	Francia	Asientos Completos
Vila Nova de Cerveira	Portugal	Mecanismos y Techos
Bursa	Turquía	Techos, Bandejas y Paneles de Puertas
Chrastava	Rep. Checa	Techos y Paneles de Puertas
Silao	Méjico	Techos y Paneles de Puertas
Saltillo	Méjico	Logística
Michigan	EEUU	Técnico-Comercial
Hopkinsville	EEUU	Techos y Bandejas
Caçapava	Brasil	Paneles de Puerta, Techos, Mecanismos y Elevalunas
Sao Paulo	Brasil	
Córdoba	Argentina	
Medellín	Colombia	
Port Elisabeth	Sudáfrica	
Pune y Madrás	La India	

Nota: En algunos ciudades, la producción está organizada en distintas unidades productivas y empresas.

Gráfico 4.4
Distribución de la facturación total de GAI por producto



La calidad de sus productos, su eficiencia productiva, su capacidad de innovación y su condición de productor global constituyen los principales activos de GAI. No obstante, la todavía escasa dimensión del grupo, en relación con otras compañías del subsector, y las limitaciones financieras asociadas a su condición de empresa familiar, son factores cuyo efecto sobre el éxito futuro de la firma resulta difícil de anticipar.

Entre las principales oportunidades que ofrece el subsector de interiores del automóvil, destacan el inminente *boom* esperado en la demanda de vehículos de las economías emergentes y la creciente participación de los productos de interior en el valor final del producto, inducida por las cada vez mayores exigencias del consumidor final en materia de confort, acabado y estética del interior del vehículo.[220]

Como principal amenaza, sobresale el proceso de concentración que, al igual que en el resto de subsectores de componentes, viene padeciendo recientemente el negocio de interiores del automóvil. Antes de los años noventa, las empresas

[220] De hecho, componentes como los asientos, el cuadro de instrumentos o el interior trim se han convertido en una herramienta fundamental en la estrategia de diferenciación de las empresas montadoras.

montadoras producían o adquirían los componentes elementales del interior del vehículo que luego ensamblaban en sus propias instalaciones. El ensamblaje del asiento en la estructura del automóvil, por ejemplo, exigía a la empresa montadora la previa compra de estructuras metálicas, respaldos, espuma, fundas y tejidos que eran suministrados por diferentes productores especializados (BNDES, 1997, pág. 2). La tendencia a externalizar las actividades de preensamblaje ha llevado sin embargo a que los fabricantes de automóviles demanden, cada vez más, equipos completos de interior como el asiento terminado, el panel de instrumentos completo o la serie completa de paneles de puertas, techos, suelos y bandeja, o incluso el conjunto de todos los anteriores; lo cual supone que los fabricantes de interiores que pretendan servir directamente a las empresas montadoras han de disponer de unas capacidades organizativas y productivas mínimas para llevar a cabo el preensamblaje de los mencionados conjuntos y el suministro directo en la línea de montaje del vehículo.

Esta tendencia provoca, un acelerado proceso de concentración cuyo resultado actual es la presencia de un pequeño número de grandes productores de interiores, capaces de suministrar sistemas completos de interior, que comparten el mercado con todavía muchos pequeños productores especializados en la fabricación de elementos. La supervivencia de estos últimos es explicada por su capacidad para ofertar componentes elementales a precios muy competitivos (BNDES, 1997, pág. 4 y 5) y el relativo retraso con el que las empresas montadoras están adoptando la estrategia de compra de conjuntos completos para el interior del automóvil (BNDES, 1997, pág. 2). Dicho proceso de concentración ha sido capitaneado por las grandes empresas fabricantes de asientos que, en los últimos años, han absorbido la producción de otros componentes de interior mediante la adquisición de pequeñas firmas. Entre estas compañías destacan las estadounidenses Lear Seating y Johnson Control Industries, la francesa Bertrand Fauré, la alemana Keiper Recaro, la canadiense Magna y la japonesa Tokio City; a las que habría que añadir la filial de FIAT, Magneti Mareli y la de General Motors, Delphi Automotive Systems (BNDES, 1997, pág. 2).

Dentro de este escenario, GAI se encuentra en un escalón intermedio entre las grandes empresas productoras de sistemas completos de interior y las pequeñas compañías locales especializadas en la producción de uno o unos pocos

componentes. El grupo posee experiencia en la fabricación de la práctica totalidad de los elementos de interior así como en el subensamblaje y en las actividades de logística, sin embargo, su tamaño es aún relativamente pequeño.

De confirmarse la sustitución de los contratos de compra de subconjuntos de interiores por los contratos de suministro del conjunto completo de interior, GAI tendría que realizar un notable esfuerzo inversor en las instalaciones productivas que tiene localizadas en el exterior y que en su mayoría están especializadas en la fabricación de unos pocos componentes. Para la implementación de dicha estrategia, GAI tiene a su favor la cartera de opciones de crecimiento que en los últimos años ha adquirido mediante la distribución estratégica de pequeñas unidades productivas por todo el mundo; en su contra, las restricciones financieras asociadas a la naturaleza de su propiedad. En otro caso, GAI pasaría a formar parte de un tipo especial de proveedores de segundo nivel: con estructura global pero sin contacto directo con las ensambladoras de automóviles. No parece probable, sin embargo, que las empresas montadoras opten por la concentración de sus compras de componentes en unos pocos mega-proveedores que pondría en peligro su hegemonía en la cadena de valor del automóvil y debilitaría sustancialmente su poder de negociación. Por el contrario, el mantenimiento de pequeños proveedores globales como GAI, evitaría los riesgos asociados a una excesiva dependencia de sus suministradores y preservaría su poder negociación.

Tabla 4.13
Cuadro resumen de fortalezas y debilidades de GAI

Fortalezas	***Debilidades***
EFICIENCIA PRODUCTIVA	RESTRICCIONES FINANCIERAS
Precios competitivos	Propiedad familiar
Calidad producto/servicio	CONJUNTO COMPLETO
Experiencia logística	DE INTERIOR
CAPACIDAD DE INNOVACIÓN	Inexperiencia en algunos
Experiencia en I+D	componentes (seguridad)
Variedad de productos	Tamaño de las plantas
Colaboración con comp. y clientes	
PROVEEDOR GLOBAL	
Proximidad geográfica a los	
centros de producción	
Proximidad geográfica a los	
centros de decisión	
FLEXIBILIDAD	
Reducida integración vertical	
Opciones de inversión y abandono	
Opciones operativas	
DIMENSIÓN REDUCIDA	

Tabla 4.14
Oportunidades y amenazas en el subsector de interiores

Oportunidades	*Amenazas*
Desafectación de la producción de interiores en las montadoras	Creciente demanda de conjuntos completos de interior
Desafectación del subensamblaje	Elevado riesgo de los nuevos mercados
Crecimiento de la demanda de automóviles en las economías emergentes	
Creciente participación de los interiores en el valor final del automóvil	
Creciente concentración de los mayores competidores	

IV.4.1 EL PROCESO DE EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE INVERSIONES EN GAI

Desde finales de 1987, fecha en la que el grupo se constituye como tal, la tarea de evaluación de inversiones se centraliza en el departamento de dirección económica financiera de GAI. Cualquiera que sea la planta productiva, división o área funcional en el que sean identificadas las necesidades y oportunidades de inversión, éstas han de pasar necesariamente el examen económico-financiero del personal especializado.

Normalmente, las propuestas de inversión en mantenimiento, renovación y ampliación de cada una de las filiales del grupo son remitidas a la dirección económico-financiera antes del cierre de cada uno de los ejercicios. Cada una de las propuestas de inversión incluye la clasificación del proyecto en inversión de mantenimiento, renovación, ampliación o estratégica; el detalle de los activos a adquirir, justificación cualitativa de la necesidad de la inversión, así como un análisis cuantitativo del proyecto con referencia, en su caso, a los flujos de tesorería que se espera que la asignación de recursos genere en el futuro y los valores concretos del VAN, de la TIR y del período de recuperación. Previo visto bueno de la dirección funcional responsable, el departamento económico-financiero de GAI analiza las distintas solicitudes a través de un examen minucioso de los citados informes, propone un plan apropiado de financiación para cada proyecto y elabora un cuadro consolidado por empresas del conjunto de inversiones planteadas para el siguiente ejercicio. Finalmente el director financiero somete a la aprobación del consejo de

dirección las distintas propuestas de inversión de cada una de las filiales y áreas funcionales junto con el presupuesto conjunto del grupo.

En el consejo de dirección se dan cita los directores de cada una de las áreas funcionales del grupo –comercial, económico-financiera, investigación y desarrollo, operaciones industriales, recursos humanos y asesoría jurídica– el consejero delegado, el vicepresidente y el presidente de GAI. El debate de las inversiones gira en torno a la viabilidad, la rentabilidad y el alcance estratégico de cada una de las oportunidades y concluye con la aceptación o rechazo de la inversión y la designación, en caso de ser aprobada la inversión, del responsable de la ejecución del proyecto.

IV.5 EL PROYECTO "BRASIL"

En el año 1995, el Grupo Antolín Irausa decide invertir en la creación de capacidad productiva propia en Brasil para poder participar en el suministro de componentes a las empresas montadoras actuales y potenciales ubicadas en la región. Con este objetivo, GAI decide constituir tres sociedades diferentes: TRIMTEC, IRAMEC e IRAUSA DO BRASIL.

IRAUSA DO BRASIL sería la sociedad técnico-comercial de GAI en Brasil; IRAMEC tendría por objeto la fabricación y venta de elevalunas y cerraduras; y TRIMTEC estaría destinada a la producción y distribución de paneles de puerta y techos. La propiedad de las dos primeras empresas correspondería en su totalidad a GAI, mientras que la tercera resultaría de una *joint venture* con la empresa brasileña de componentes del automóvil AUTO COMÉRCIO E INSDÚSTRIA Ltda. (ACIL), con participaciones del 60 y del 40 por ciento respectivamente.

La inversión directa en Brasil es planteada en el Grupo Antolín Irausa como una "inversión necesaria". Si bien la dirección económico–financiera reconoce el importante hueco que existe en el mercado brasileño de fabricación de piezas para el revestimiento interior de automóviles, el argumento que parece preponderar entre los responsables del proyecto es su carácter estratégico. Esta justificación encaja bastante bien con el razonamiento que Alaez y otros (1996) ofrecen para explicar los esfuerzos realizados por las empresas de componentes del automóvil en la

adquisición del tamaño mínimo y de la presencia internacional como respuesta a las exigencias impuestas por las montadoras en el reciente proceso de reorganización de su base de proveedores. Con la inversión en Brasil, GAI incrementa su dimensión internacional y, por tanto, también el número de países desde los que es capaz de servir simultáneamente un mismo componente a las distintas cadenas de montaje que el ensamblador pudiera dedicar a la fabricación de una misma plataforma.

Por su parte, el socio local obtiene de la alianza con GAI la infraestructura internacional necesaria para participar en la negociación de los contratos de suministro que las ensambladoras tienden a centralizar en la sede de la matriz. En este sentido, la inversión de ACIL pertenece al mismo grupo de inversiones necesarias al que arriba nos referíamos, incluso más aún, la alianza con un competidor de escala global constituye para ACIL uno de los dos caminos con los que cuenta para sobrevivir, el otro –bastante más costoso para su reducida dimensión– es convertirse, mediante la inversión directa en varios países, en un proveedor de talla multinacional.

En relación con el mercado de automóviles brasileño, el informe realizado por la dirección de GAI destaca el rápido crecimiento experimentado por la industria del automóvil brasileña durante los últimos años, hasta convertirse en uno de los 10 primeros fabricantes mundiales de vehículos, con proyección para alcanzar los 2 millones de vehículos a corto plazo.

El anuario estadístico de ANFAVEA[221] publicado en 1997 confirma las previsiones de GAI. La tabla 4.15 presenta a Brasil como el principal productor latinoamericano, con una fabricación de vehículos superior a la de México en cerca de un 50 por ciento (47'9 %) y a la de Argentina en más del 475 por ciento (476'3 %). A esta situación se ha llegado tras una disputada pugna entre los dos primeros productores latinoamericanos de automóviles, Brasil y Méjico, que en el período 90-

[221] ANFAVEA es el acrónimo de Associaçào Nacional do Fabricantes de Veículos Automotores.

93, y especialmente en el año 91, presentaban cifras muy similares de vehículos fabricados.

Tabla 4.15
Producción mundial de vehículos por países (1987-1996)
(miles de vehículos)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
USA	10.925	11.214	10.874	9.783	8.811	9.554	10.898	12.263	11.985	11.799
Japón	12.249	12.700	13.026	13.487	13.245	12.499	11.228	10.554	10.196	10.346
Alemania	4.634	4.625	4.852	4.977	5.034	5.194	4.032	4.356	4.667	4.844
Francia	3.493	3.698	3.920	3.769	3.611	3.768	3.156	3.558	3.475	3.591
Corea del Sur	980	1.084	1.129	1.322	1.498	1.730	2.050	2.312	2.526	2.813
España	1.704	1.866	2.046	2.053	2.082	2.123	1.768	2.142	2.334	2.413
Canadá	1.635	1.949	2.002	1.921	1.888	1.961	2.248	2.321	2.420	2.397
Reino Unido	1.389	1.544	1.626	1.566	1.454	1.540	1.569	1.695	1.765	1.924
Brasil	**920**	**1.069**	**1.013**	**914**	**960**	**1.074**	**1.391**	**1.581**	**1.629**	**1.804**
Italia	1.913	2.111	2.221	2.121	1.878	1.686	1.277	1.534	1.667	1.545
China	473	647	587	509	709	1.062	1.297	1.353	1.453	1.456
México	338	505	629	804	961	1.051	1.080	1.123	937	1.219
CEI	2.202	2.147	2.061	2.117	2.052	1.693	1.619	1.114	1.077	1.037
India	288	312	337	364	355	320	372	475	636	762
Suecia	502	484	466	410	345	357	337	435	490	464
Bélgica	335	399	388	385	338	314	405	480	488	457
Polonia	389	367	355	333	193	242	347	243	382	401
Taiwan	251	281	329	352	397	423	405	423	406	366
Australia	323	347	358	384	293	209	311	327	332	322
Argentina	193	164	128	100	139	262	342	409	285	313
Otros	906	846	901	883	685	1.026	653	802	858	1.269
Total	46.042	48.359	49.248	48.554	46.928	48.088	46.785	49.500	50.008	51.542

Fuente: ANFAVEA (1997)
Notas: Los datos de Alemania hasta 1990 se refieren únicamente a Alemania Occidental. A partir de 1991 se incluye la República Federal Alemana. Los datos de CEI anteriores a 1991 corresponden a la URSS Están incluidos los coches de pasajeros, comerciales, camiones y autocares

La evolución de los volúmenes de producción de sendos países ha experimentado, no obstante, una evolución bien dispar durante el período 87-96, como muestran las diferencias en el promedio –y desviación típica– de la variación interanual del número de automóviles fabricados en Brasil y Méjico durante el período 87-96, que ascienden respectivamente al 8’3 y 16’8 por ciento –y al 11’8 y 19’2 por ciento–. Se observa además una clara inversión de las tendencias de la producción de cada uno de los citados países en los subperíodos 97-91 y 92-96. Mientras que en primer intervalo temporal el número de vehículos fabricados en Brasil –que incrementa un ritmo medio de poco más del 1 por ciento– parece haberse estancado en el millón de unidades anuales, la producción mejicana –con un incremento interanual promedio del 30’3 por ciento– pasa de poco más de 300.000 unidades a cerca del millón. Sin embargo, durante el subperíodo 92-96 la producción de automóviles en Brasil incrementa de manera sostenida a un ritmo promedio del 13’8 por ciento, mientras que la correspondiente en Méjico no llega a superar el 6 por ciento.

Las diferencias en relación a la producción de automóviles en Méjico y en Brasil no son sólo de tendencia. También con respecto al destino de los vehículos fabricados en cada uno de los países en 1996 se observa claro distanciamiento. Si en Méjico el principal destino de la producción de automóviles es la exportación –el 80 por ciento de la producción es adquirido por consumidores de otras nacionalidades–, en Brasil sin embargo se fabrica fundamentalmente para abastecer las necesidades del mercado interior –las exportaciones representan el 16'4 por ciento de su producción nacional–, cuya satisfacción requiere además recurrir a la importación de vehículos fabricados en el exterior. La tabla 4.16 muestra el detalle de la evolución de la tasa de exportación de Méjico y Brasil en relación con las de los principales países productores, mientras que los datos relativos del porcentaje de importaciones sobre el total de matriculaciones de los mercados nacionales de mayor demanda son resumidos en la tabla 4.17.

Las buenas previsiones sobre el futuro de la industria del automóvil en Brasil vienen avaladas por la relativa estabilidad social y política y por signos claros de la revitalización de su economía. En el momento en que es analizada la decisión de invertir, Brasil forma parte del grupo de economías tradicionalmente cerradas que, arrastradas por el poderoso proceso de globalización, son sometidas a un amplio repertorio de profundas transformaciones que tiene por objeto su integración en una economía mundial cada vez más interrelacionada.

Tabla 4.16
Peso relativo de la exportaciones de vehículos
sobre el total de la producción nacional en el período1987-1996
(tanto por uno)

	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Japón	0,51	0,48	0,45	0,43	0,43	0,45	0,45	0,42	0,37	0,36
Alemania	0,56	0,58	0,60	0,56	0,47	0,53	0,55	0,55	0,57	0,59
Francia	0,53	0,55	0,54	0,56	0,61	0,61	0,62	0,61	0,60	0,63
España	0,48	0,49	0,54	0,61	0,70	0,69	0,78	0,74	0,78	0,80
Canadá	0,81	0,83	0,83	0,77	0,72	0,75	0,75	0,77	0,75	0,71
USA	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,11	0,10	0,11	0,10	0,11
Corea del Sur	0,56	0,53	0,32	0,26	0,26	0,26	0,31	0,32	0,39	0,43
Reino Unido	0,22	0,22	0,27	0,33	0,48	0,46	0,40	0,40	0,47	0,54
México	0,48	0,34	0,31	0,34	0,37	0,37	0,44	0,50	0,83	0,80
Italia	0,40	0,39	0,38	0,42	0,43	0,41	0,40	0,44	0,48	0,52
Bélgica	0,96	0,96	0,95	0,97	0,96	0,86	0,93	0,97	0,97	0,86
Brasil	0,38	0,30	0,25	0,20	0,20	0,32	0,24	0,24	0,16	0,16
Suecia	0,54	0,44	0,44	0,50	0,59	0,59	0,58	0,44	0,44	0,44

Fuente: ANFAVEA (1997) y elaboración propia

Tabla 4.17
Peso relativo de la importaciones de vehículos
sobre el total de matriculaciones en el período1987-1996
(Porcentaje)

	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
USA	39,8	36,8	36,6	35,3	37,6	34,0	30,9	29,4	31,8	30,9
Alemania	44,9	48,4	45,8	45,3	43,6	64,3	69,2	50,5	50,1	51,1
Francia	46,0	49,7	50,1	56,2	64,0	55,3	69,0	52,9	60,3	57,4
Italia	44,4	46,9	43,5	55,0	58,6	57,2	89,5	62,5	61,6	69,0
Reino Unido	52,5	45,9	57,6	68,0	71,1	49,0	51,1	50,0	55,0	55,2
Canadá	80,2	76,1	88,4	90,5	83,9	86,5	81,9	81,8	83,9	-
España	12,6	22,1	28,7	38,6	40,2	36,7	62,7	46,1	53,7	46,9
Holanda	104,7	114,9	79,7	96,3	88,6	94,9	103,5	109,2	102,5	87,9
Brasil	-	-	-	-	0,3	3,0	2,8	5,7	11,2	23,8
Japón	1,2	1,7	2,1	2,5	3,4	2,8	2,9	3,3	4,5	5,7
Bélgica	99,6	100,4	96,7	109,1	107,0	108,4	111,1	78,0	84,0	73,8
Austria	109,7	95,4	100,7	100,9	104,8	104,3	120,1	101,0	100,6	94,1
Suiza	100,0	99,7	104,0	98,3	109,6	109,2	115,1	94,1	105,1	105,2
Australia	37,5	24,6	35,0	49,8	43,8	42,7	50,7	-	-	33,1
Suecia	67,9	79,3	90,1	117,1	103,8	97,6	110,5	61,1	77,8	68,3
Dinamarca	153,1	127,9	96,0	84,6	163,9	113,9	117,9	74,4	-	-
Noruega	158	164	119	79	127	86	108	73	95	-

Fuente: ANFAVEA (1997) y elaboración propia

A este respecto, el estudio realizado por GAI destaca, primero, el cambio de mentalidad del pueblo brasileño como consecuencia de la apertura al exterior, que comienza a apreciar las mejores relaciones calidad/precio de los productos importados y los perjuicios que conllevan los déficits gubernamentales y el excesivo intervencionismo del Estado; segundo, el considerable incremento de la productividad, especialmente positivo en los últimos cuatro años; tercero, la reciente desaparición del problema de la deuda externa y los buenos resultados del plan antiinflacionista, comúnmente conocido como "Plan Real" en clara alusión a la nueva moneda brasileña; y por último, el manifiesto respaldo democrático de la mayoría brasileña al actual gobierno por su compromiso con las ideas de progreso y de modernización.

De terminar cuajando el proceso de desarrollo, el crecimiento de las ventas interiores de automóviles puede llegar a superar los pronósticos más optimistas. Los datos sobre la reciente evolución del PIB *per cápita*, el número de vehículos por habitante y la evolución de las matriculaciones anuales son buena muestra de ello. Tanto el PIB del país como su valor por habitante experimenta durante los últimos años un pronunciado crecimiento. En el período 1987-1995 el PIB incrementa en un 154'61, que supone un incremento medio interanual del 13'57 por ciento, y que se traduce en los respectivos crecimientos del PIB por habitante del 124'49 por ciento y

del 11'80 por ciento. Más en concreto, en el período 1992-1995, el PIB por habitante ha aumentado en un 84 por ciento, a una media de crecimiento interanual del 22'73 por ciento, hasta alcanzar un valor de 4.742 $ USA en 1995.

Tabla 4.18
PIB y PIB per cápita de Brasil (1987-1996)

	1987	1989	1991	1993	1994	1995
PIB (billones de $ USA)	282	416	386	430	561	718
% crec. Interanual		35,95%	-13,45%	14,97%	30,47%	27,99%
PIB per cápita ($ USA)	2.054	2.923	2.626	2.839	3.651	4.611
		33,53%	-14,80%	13,29%	28,60%	26,29%

Fuente: Boletín do Banco Central
Notas: Valores calculados a partir de la tasa de cambio medio entre el dólar y el real.

Además, en el año 1995, Brasil todavía se encuentra en uno de los niveles mundiales de motorización más bajos, con un índice de habitantes por vehículo del 10'33 en 1995, muy por encima de la media de los principales productores del automóviles e incluso de los valores de Méjico y Argentina (tabla 4.19). Atendiendo al número de matriculaciones (gráfico 4.5), Brasil ocupa el séptimo puesto mundial con un total de 1.731.000 vehículos en 1996, que representa un incremento con respecto a las matriculaciones realizadas en 1993 de más del 53 por ciento.

Tabla 4.19
Habitantes por vehículo (1979-1995)

	1979	1981	1983	1985	1987	1989	1991	1993	1995
USA	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,2
Australia	2,0	2,0	1,9	1,7	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
Canadá	1,8	1,7	1,8	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,7
Italia	3,0	2,9	2,6	2,4	2,3	2,2	1,9	1,8	1,7
Alemania	2,5	2,4	2,3	2,2	2,0	1,9	2,0	1,9	1,9
Francia	2,5	2,5	2,3	2,3	2,2	2,0	2,0	2	1,9
Japón	3,2	3,0	2,8	2,6	2,5	2,2	2,1	2	1,9
Austria	3,2	3,0	2,9	2,7	2,3	2,5	2,0	2	2
Bélgica	2,9	2,8	2,7	2,9	2,6	2,4	2,3	2,2	2,1
Reino Unido	3,3	3,2	3,1	2,7	2,5	2,2	2,1	2,1	2,1
Suecia	2,7	2,7	2,6	2,5	2,3	2,2	2,2	2,3	2,2
España	4,4	4,0	3,7	3,6	3,3	2,9	2,6	2,4	2,3
Républica Checa	6,5	5,5	5,2	5,0	5,0	4,6	4,4	3,4	3
Polonia	12,7	11,0	9,3	8,2	7,9	6,5	5,1	4,9	3,8
Corea del Sur	79,0	71,0	52,7	38,9	26,5	19,7	10,0	7,2	5,2
Argentina	6,8	6,2	5,9	5,7	5,5	5,5	5,5	5,2	5,9
México	12,7	10,5	11,5	11,0	11,0	9,8	8,4	7,8	7,5
Brasil	12,7	11,8	11,3	11,1	11,1	11,0	11,1	11,1	10,3
CEI	16,9	15,0	13,6	13,0	13,0	13,0	12,0	12,6	10,7

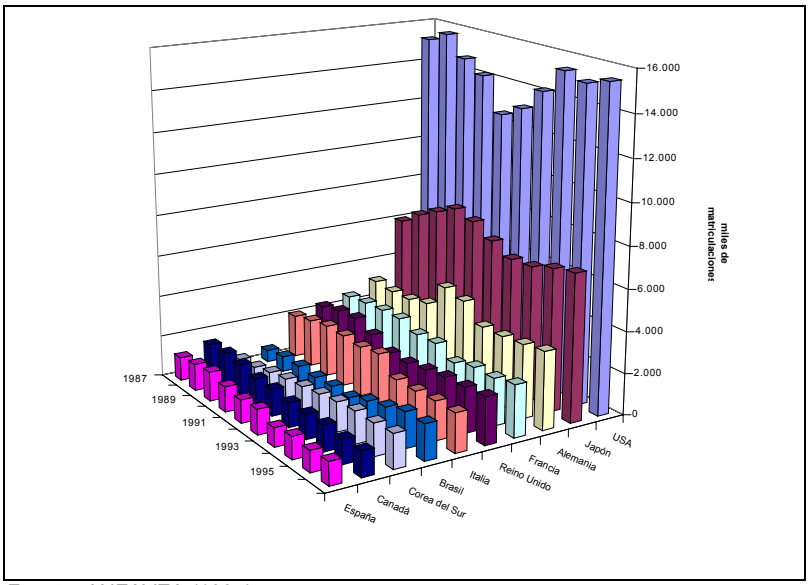
Fuente: ANFAVEA (1997)
Notas: Los datos de Alemania hasta 1990 se refieren únicamente a Alemania Occidental. A partir de 1991 se incluye la República Federal Alemana. Los datos de la República Checa anteriores a 1993 corresponden a Checoslovaquia. Los datos de CEI anteriores a 1991 corresponden a la URSS

Conscientes del potencial del mercado, un buen número de montadoras han elegido Brasil, entre el resto de países sudamericanos, para instalar el grueso de su

capacidad productiva en esta región. En la actualidad, la producción de automóviles se reparte entre General Motors, Ford, Volkswagen y Fiat; y la de camiones y autocares, entre Agrale, Ford, General Motors, Mercedes Benz, Scania, Volkswagen y Volvo. Además, a finales de 1997, Fiat, General Motors y Volkswagen tenían previstas nuevas inversiones que incrementarán su actual capacidad productiva de automóviles; y Honda, Mercedes Benz, Renault y Toyota habían anunciado su propósito de iniciar en breve la fabricación de automóviles en Brasil (ANFAVEA, 1997, pág. 38).

De lo expuesto hasta aquí, se desprende no sólo el notorio peso actual de la economía brasileña en la industrial automotriz mundial, que también, sino fundamentalmente el evidente potencial de crecimiento sostenido a medio plazo, tanto de la producción nacional como de la demanda interna de automóviles; factores ambos, de influencia claramente positiva sobre las decisiones de inversión exterior de las empresas de componentes. En el lado opuesto, el riesgo que reviste el compromiso en Brasil supera de modo considerable el asociado a inversiones en economías más desarrolladas, debido en buena parte a la todavía importante inestabilidad del sistema político y económico y a la aún incipiente –aunque prometedora– credibilidad del proceso de reforma.

Gráfico 4.5
Matriculaciones de vehículos por países (1987-1996)



Fuente: ANFAVEA (1997)

Tabla 4.20
Principales productores de vehículos en Brasil

	Tipo Vehículo (1)	No. fábricas (a 31/7/97)	Área (miles m.2) Total	Construida	Facturación 1996 (mill. R$)	Empleados (31/12/96)	Producción 1996 (unidades de vehículos) Coches	Comerciales	Camiones	Autocares
AGRALE	c, d	3	192	47	35	465	-	-	450	5
FIAT	a, b	1	2.246	538	427	21.158	477.775	61.883	-	-
FORD	a, b, c, d	5	7.448	777	3.888	12.450	99.574	37.747	9.996	419
GENERAL MOTORS	a, b, c	2	14.525	800	5.800	20.473	356.711	86.104	893	-
MERCEDES BENZ	c, d	2	5.939	701	2.148	11.038	-	-	17.864	12.780
SCANIA	c, d	1	350	130	465	2.924		-	5.326	1.575
TOYOTA	b	1	203	50	153	685	-	3.203	-	-
VOLKSWAGEN	a, b, c, d	4	13.514	1.507	7.100	31.663	524.516	90.760	10.461	1.190
VOLVO	c, d	1	1.290	63	452	1.221	-	-	3.722	1.374

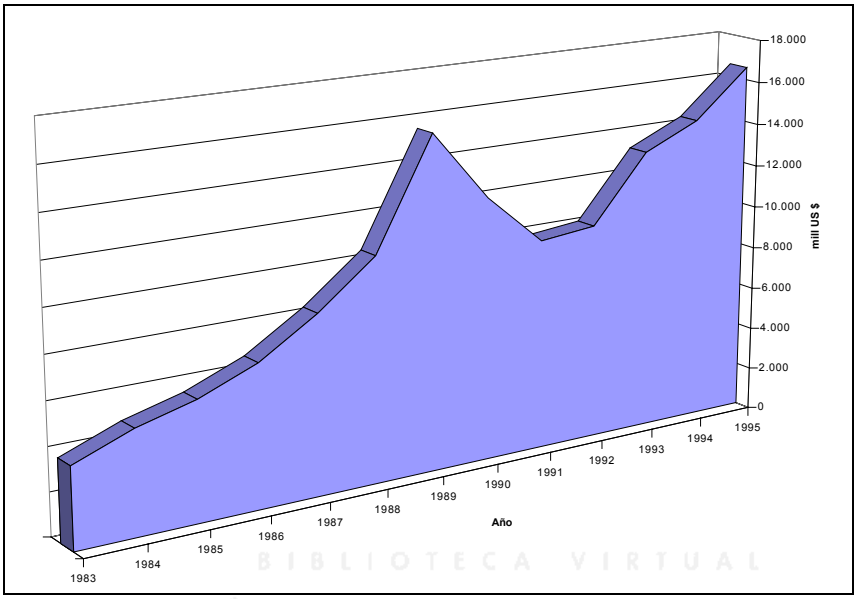
a: coches de pasajeros; b: comerciales; c: camiones; d: autocares
Fuente: ANFAVEA (1997)

Antes de profundizar más en la repercusión de la futura evolución de la producción brasileña de automóviles sobre el valor de la inversión aquí considerada, resulta conveniente dibujar –aunque sólo sea a grandes trazos– el contexto particular en el que se encuentra el subsector de componentes en Brasil, tarea que se aborda a continuación.

IV.5.1 LOS FABRICANTES DE COMPONENTES EN BRASIL

Impulsado por el desarrollo de la industria ensambladora, el sector de componentes se encuentra inmerso en una etapa de claro crecimiento. Buena prueba de ello es el incremento de la facturación de la industria auxiliar en los últimos años, que ha crecido en términos reales un 341 por ciento en el período 1983-1995 y un 63’84 por ciento en el período 1992-1995, lo que representa un incremento medio interanual del 14’95 y 18’24 por ciento respectivamente. En el gráfico 4.6 puede observarse que esta evolución es tan sólo interrumpida por la recesión que atraviesa el país en los años 1991 y 1992, momento a partir del cual se reanuda el crecimiento.

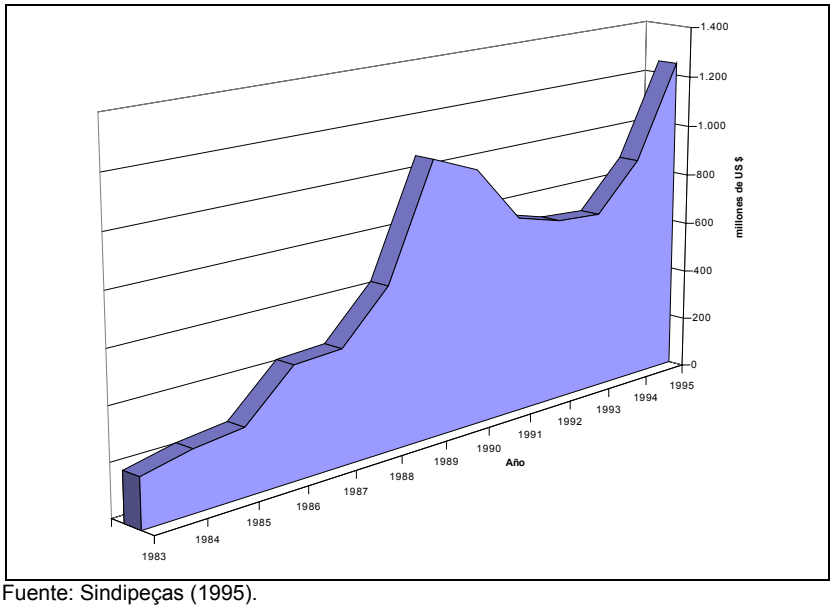
Gráfico 4.6
Facturación del sector de componentes en Brasil (1983-1995)



Fuente: Sindipeças (1995).

La inversión anual en el sector de componentes (gráfico 4.7) sigue también una tendencia creciente que es temporalmente interrumpida en el período 91-93, pero que en 1994 vuelve a mostrar claros signos de recuperación. La inversión anual incrementa un 558'39 por ciento y un 74'41 por ciento durante los períodos 83-95 y 92-95 respectivamente, con un crecimiento medio del 20'36 y 21'73 por ciento en cada uno de estos intervalos.

Gráfico 4.7
Inversión anual en el sector de componentes en Brasil (1983-1994)

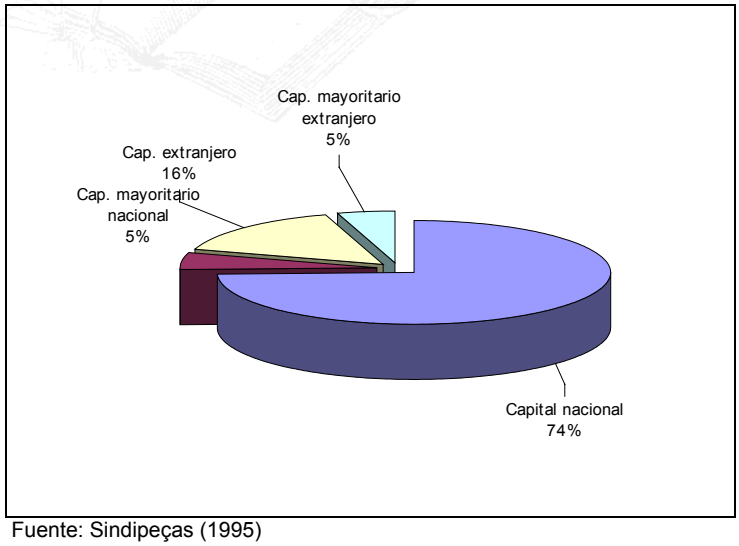


Fuente: Sindipeças (1995).

El 90 por ciento de la facturación del sector de componentes se reparte entre 487 empresas, de las cuales 18 fueron creadas en el período 85-89 y 21 entre 1990 y 1994. Es además previsible que estas cifras incrementen sensiblemente en los años siguientes como consecuencia de la próxima instalación de nuevas empresas montadoras[222]. De hecho, todos datos disponibles en 1995 revelaban que la mayor transformación del sector de componentes en Brasil estaba todavía por llegar.

El grueso del sector auxiliar tenía su origen en la temprana implantación de una industria del automóvil[223] que siguió, al igual que en el caso español, el modelo tradicional de fuerte integración vertical y abastecimiento por medio de proveedores locales: de las citadas 487 empresas, el 87 por ciento fueron constituidas antes del año 1980; y el 74'5 por ciento son propiedad de capital nacional, cifra que asciende al 79'7 por ciento si se incluye las empresas con capital mayoritario brasileño.

Gráfico 4.8
Fabricantes de componentes
según el origen del capital (1994)

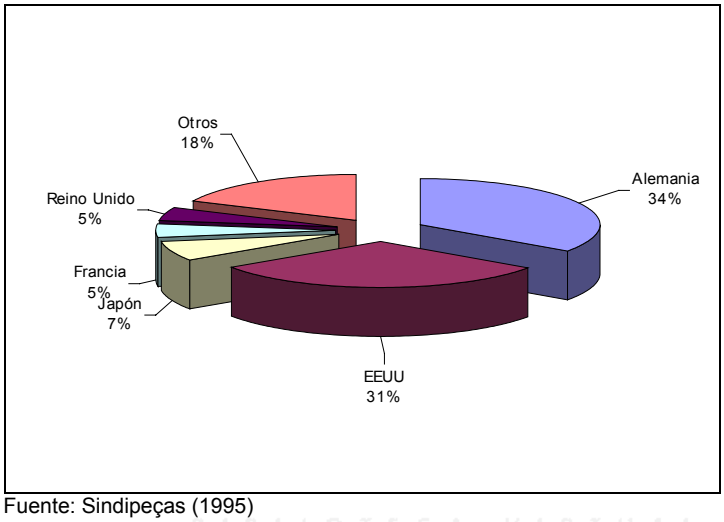


Fuente: Sindipeças (1995)

[222] El informe de Sindipeças destaca el poder de atracción que las ensambladoras ejercen sobre sus proveedores habituales con el hecho significativo de la visita a Brasil de 67 fabricantes de componentes promovida por Volkswagen en 1994.

[223] De las cuatro montadoras que actualmente producen en Brasil, las primeras instalaciones de General Motors, Ford y Volkswagen se remontan a los años 50 y las de FIAT a 1979.

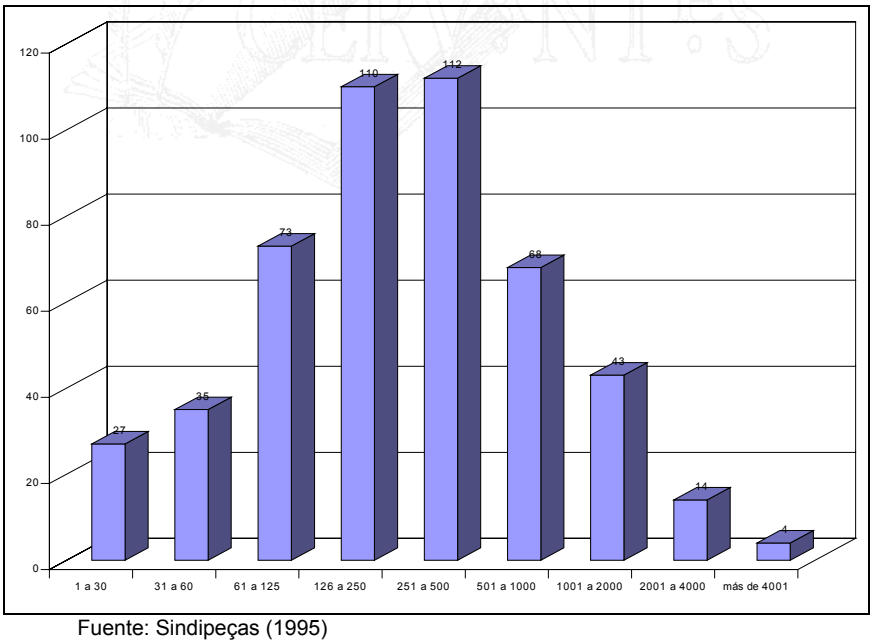
Gráfico 4.9
Fabricantes de componentes con participación extranjera
según el país de origen



Fuente: Sindipeças (1995)

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Gráfico 4.10
Distribución del número de fabricantes de componentes
según el tamaño de su plantilla (1994)

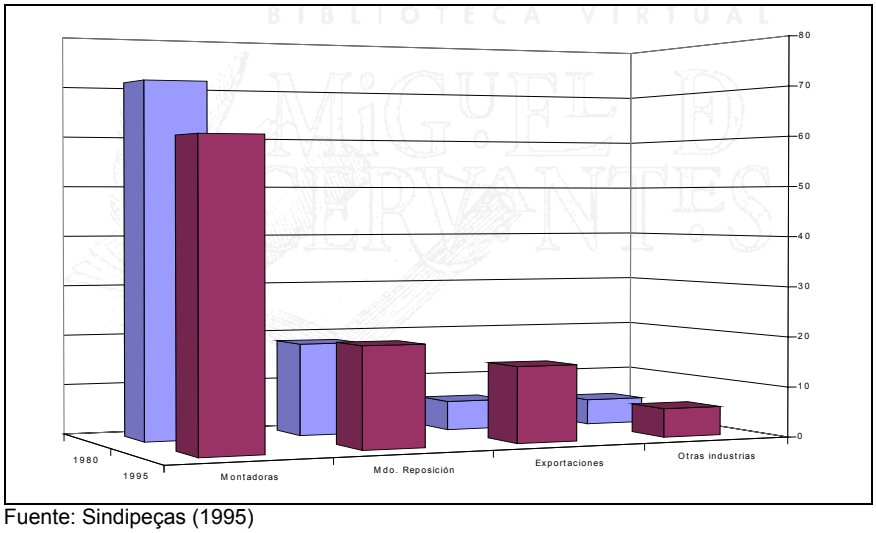


Fuente: Sindipeças (1995)

Es de notar, sin embargo, el predominio de la mediana y gran empresa en el conjunto de los proveedores de componentes existentes en Brasil a finales del año 95. Las empresas con un número de empleados comprendido entre 61 y 500 representaba el 60’7 por ciento del total; aquellas con una plantilla superior a 500 trabajadores, el 26’54 por ciento; y las empresas con menos de 60 asalariados, el 12’76 por ciento.

Como es lógico, los principales clientes de estas empresas son las montadoras asentadas en el país, a las que destinan un 56 por ciento de su producción, ocupando el segundo lugar de esta clasificación, con un 21 por ciento del total, las ventas en el mercado de reposición. El suministro a ensambladoras ubicadas fuera de Brasil, aunque representa todavía un porcentaje inferior a los dos anteriores, constituye sin embargo la alternativa que mayor crecimiento ha experimentado en los últimos años, lo cual denota la progresión de la competitividad relativa de las industria auxiliar brasileña frente a la de sus países vecinos.

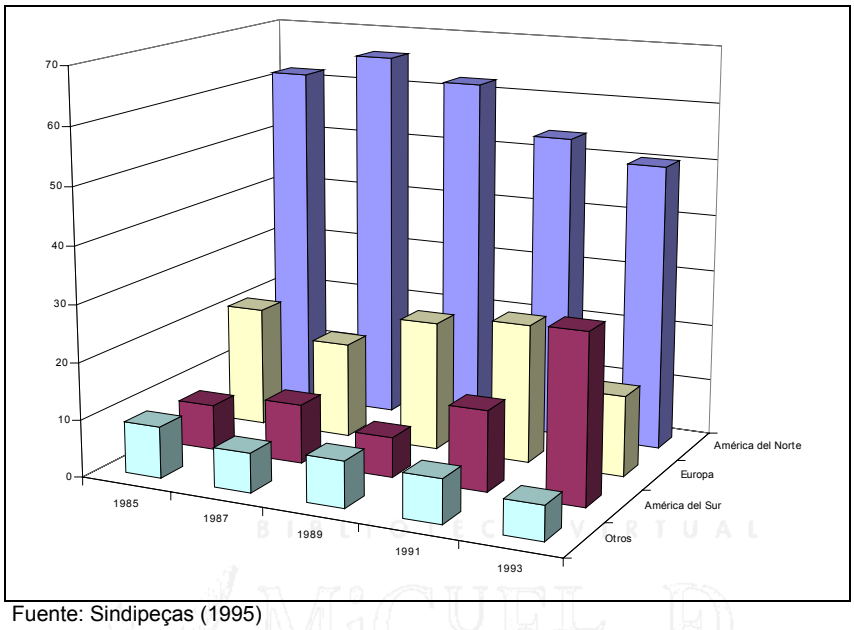
Gráfico 4.11
Distribución porcentual de las ventas
de la industria auxiliar del automóvil según destino (1980 y 1995)



Fuente: Sindipeças (1995)

El destino de dichas exportaciones tampoco se ha mantenido constante en los últimos años. Así, América del Norte, aunque continua siendo el principal importador de componentes brasileños (50’3 por ciento en 1993), reduce progresivamente su participación relativa en las exportaciones de la industria auxiliar de Brasil, en parte como consecuencia del crecimiento de la demanda de los países de América del Sur (29’6 por ciento en 1993).

Gráfico 4.12
Distribución porcentual de las exportaciones de componentes del automóvil según destino (1985 - 1993)



Fuente: Sindipeças (1995)

En relación al subsector de interiores, resulta significativa la presencia de los mayores grupos multinacionales, y en especial, la de los principales productores de asientos: JOHNSON CONTROLS, LEAR SEATING, KEIPER RECARO, DELPHI (GENERAL MOTORS), MAGNETI MARELLI (FIAT) y FIC (FORD).[224] Sin embargo, y a pesar de que las nuevas instalaciones de montaje están preparadas para recibir los conjuntos completos de interior, todavía ninguna ensambladora adquiere el total del interior a un único proveedor. Más aún, de los distintos componentes de interior, únicamente el asiento es entregado completamente ensamblado en la línea de montaje; mientras que el resto de elementos son individualmente adquiridos a diferentes proveedores –en su mayoría empresas locales que mantienen acuerdos tecnológicos o productivos con suministradores globales– o directamente fabricados por la propia montadora (BNDES, 1997, pág. 10).

Esta última estrategia, la producción directa de los componentes por la montadora o por medio de un proveedor filial, es la predominante en el

[224] En la actualidad, BERTRAND FAURÉ, que cuenta con instalaciones productivas en Argentina, planea invertir en breve en Brasil. Por su parte, JOHNSON CONTROLS y LEAR SEATING producen también en Argentina.

abastecimiento del panel de instrumentos; otros fabricantes de componentes del panel de instrumentos son PLASCAR, VULCAN, MULLER, TRAMBUSTI ó VDO. La mayor parte de la producción de los paneles de puerta, techos y columnas es realizada por TRIMTEC (GAI), TRAMBUSTI, PLASCAR y LEAR SEATING; en la fabricación de cerraduras manuales y eléctricas destaca IRAMEC (GAI) como principal productor independiente; y la mayor parte de la fabricación de tejidos para el automóvil es acaparado por TRAMBUSTI y COPLATEX.

Tabla 4.21
Principales proveedores de componentes de interior
en Brasil durante 1996 clasificados por productos

Asientos completos	LEAR SEATING JOHNSON CONTROLS KEIPER RECARO *
Estructura de asiento	KEIPER ACIL (KEIPER RECARO y ACIL) RESIL
Mecanismos de ajuste	KEIPER ACIL (KEIPER RECARO y ACIL)
Espuma para asiento	TWE (TRAMBUSTI y WOODBRIDGE) PROBEL SRED
Tejidos	COPLATEX AUTOTEX
Paneles de puerta y techos	TRIMTEC (GAI) PLASCAR (BTR) EMPE (LEAR SEATING) FORMATAP (TRAMBUSTI y SIMOLDES) TRS (TRAMBUSTI y SIMOLDES)
Columnas	PLASTIFOR (LEAR SEATING)
Cerraduras y elevalunas	IRAMEC (GAI)
Paneles de instrumentos	MANETTI MARELLI (FIAT) DELPHI (GENERAL MOTORS) FIC (FORD) TRS (TRAMBUSTI y SIMOLDES) PLASCAR (BTR) VULCAN MULLER VDO

Fuente: BNDES (1997)
* El negocio de asientos de KEIPER RECARO ha sido adquirido por LEAR SEATING a mediados de 1997.

IV.5.2 ESTRUCTURA ECONÓMICA Y FINANCIERA DEL PROYECTO

Analizadas las principales características del contexto sectorial del país en el cual se emprende la inversión, se presenta en este apartado el estudio en las características económicas y financieras del proyecto de inversión objeto de análisis.

Durante la etapa de evaluación del proyecto llevada a cabo por GAI, su departamento comercial consigue la confirmación de varios contratos con Volkswagen, Ford y General Motors –tres de las cuatro ensambladoras de automóviles (coches de pasajeros y comerciales) con instalaciones productivas en Brasil en 1995– para realizar el suministro de los paneles de puertas, techos, elevalunas y cerraduras de varios de los vehículos que se fabriquen en sus plantas brasileñas a partir de enero de 1996.[225]

Los datos disponibles en 1995 sobre la producción de coches de pasajeros colocaban a VW en el segundo ensamblador brasileño –con un número de vehículos fabricados en 1994 de 415.859 que suponía el 33'3 por ciento del total producido en el país– tan solo superado por FIAT –con 426.848 vehículos producidos en dicho año–. En conjunto, los tres fabricantes que estaban dispuestos a trabajar con GAI habían ensamblado ese año 821.925 automóviles, algo más del 65 por ciento del total.

En total se preveía atender el suministro de unos 538.500 vehículos en 1996 y de unos 860.000 a partir de ese año, lo que suponía cerca del 30 por ciento del 1.800.000 vehículos que se esperaba que las montadoras fabricasen en 1996 y más del 40 por ciento de los 2.000.000 vehículos previstos para 1997. La tabla 4.22 muestra, clasificados por marca, el número de vehículos para los que se iba a fabricar algún tipo de componente y los ingresos previstos según el precio de cada componente inicialmente pactado. De la observación de estos datos destaca el peso de VOLKSWAGEN tanto por el número de vehículos atendidos –el 39'19 por ciento del total de vehículos para los que GAI suministra alguno de sus productos a partir de 1997– como por el volumen de ingresos generados por este concepto –el 55'92 por ciento del total de ingresos previstos a partir de 1997–. Entre los distintos modelos para los que inicialmente se acuerda el abastecimiento, se encuentran tres de

[225] El momento en el que GAI se plantea la entrada en Brasil coincide con la disolución de AUTOLATINA –asociación creada en 1990 por VOLKSWAGEN y FORD– y con la inminente inauguración de dos nuevas plantas de VOLKSWAGEN. Además, las principales ensambladoras empezaban a anunciar su interés por realizar nuevas inversiones directas en el país.

los de mayor éxito en el mercado brasileño, como son el VG Gol, el FORD Fiesta ó el GM Corsa. Los componentes fabricados para estos tres modelos acumulaban más del 75 por ciento y del 88 por ciento de los ingresos totales del proyecto Brasil en el año 1996 y a partir de 1997 respectivamente.

Tabla 4.23
Número de vehículos atendidos por GAI en Brasil
e ingresos totales del proyecto clasificados por marca

	Vehículos atendidos		% sobre T1		Ingresos		% sobre T1	
MODELO	1996	1997-	1996	1997-	1996	1997-	1996	1997-
VOLKSWAGEN	140.000	337.000	26,00%	39,19%	11.233.509	35.465.091	36,57%	55,92%
FORD	187.000	308.000	34,73%	35,81%	11.468.347	19.905.086	37,34%	31,39%
GENERAL MOTORS	211.500	215.000	39,28%	25,00%	8.012.832	8.047.958	26,09%	12,69%
TOTAL (T1)	538.500	860.000	100,00%	100,00%	30.714.688	63.418.135	100,00%	100,00%

Nota: Ingresos en $ USA constantes. Tipo de cambio R/$ = 0.95

Entre los distintos componentes que GAI preveía suministrar en Brasil, los paneles de puerta ocupaban el primer puesto por volumen de ingresos: con un 54'3 por ciento y un 65'34 por ciento de la facturación total planeada en Brasil para 1996 y a partir de 1997 respectivamente, valores ambos bastante superiores al 28 por ciento medio que dicho componente representa en la facturación total del grupo en 1996 (tabla 4.23). Por su parte, el principal producto del grupo por volumen de facturación –31 por ciento en 1996– acumulaba menos del 20 por ciento de las ventas previstas en Brasil a partir de 1997. Resulta también significativo que, en un principio, GAI no fabrique en Brasil asientos y tan sólo un pequeño volumen de componentes de asientos, tarea que, como arriba se señala, es acaparada por las grandes empresas norteamericanas del sector y por las propias filiales de las montadoras. Finalmente, los mecanismos –fundamentalmente cerraduras y elevalunas– constituían el producto cuya importancia relativa en Brasil más se asemeja a la correspondiente en el conjunto del grupo.

Tabla 4.23
Clasificación de los ingresos previstos por tipo de componente

	INGRESOS ($ USA)		% sobre T1		% medio en GAI
COMPONENTE	1996	1997-	1996	1997-	1996
Paneles de puerta	16.676.842	41.438.013	54,30%	65,34%	28,00%
Techos	10.532.684	12.405.768	34,29%	19,56%	31,00%
Mecanismos	2.852.320	8.528.038	9,29%	13,45%	13,00%
Asientos completos	0	0	0,00%	0,00%	16,00%
Componentes asientos	652.842	1.046.316	2,13%	1,65%	8,00%
Otros	0	0	0,00%	0,00%	4,00%
Total (T1)	*30.714.688*	*63.418.135*	*100,00%*	*100,00%*	*100,00%*

Nota: Ingresos en $ USA constantes. Tipo de cambio R/$ = 0.95

En un principio, la fabricación de paneles de puertas y techos es asignada a la *joint venture* establecida entre GAI y ACIL, mientras que para la producción y venta del resto de componentes GAI constituye otra sociedad diferente, IRAMEC, de la que es único propietario. De estas dos empresas, TRIMTEC representa la principal inversión, no sólo por su volumen de facturación –27.209.526 dólares frente a 3.505.162 dólares en 1996, y 53.843.781 frente a 9.574.354 a partir de 1997– sino también por el tamaño de la inversión –33.543.803 frente a 4.313.760 dólares–.

El proyecto TRIMTEC comprende la adquisición de un terreno de 100.000 metros cuadrados en el municipio de Caçapava, estado de Sao Paulo, de la nave de 11.870 metros cuadrados ubicada en el mismo y de la maquinaria y utillaje necesarios para la producción de los citados componentes, así como la realización de las obras de adaptación y acondicionamiento del edificio, y los gastos precisos para su constitución y puesta en funcionamiento. La tabla 4.24 resume el inversión inicialmente prevista por estos conceptos.

Tabla 4.24
Inversión inicial prevista en TRIMTEC

CONCEPTO	$ USA	$ REALES
Gastos de primer establec.	2.105.263	2.000.000
TOTAL GASTOS ESTABL.	2.105.263	2.000.000
Terreno	2.177.895	2.069.000
Construcciones	2.281.474	2.167.400
Instalaciones Técnicas	8.672.632	8.239.000
Maquinaria	3.030.526	2.879.000
Utillaje	5.050.526	4.798.000
Otras instalaciones	1.820.000	1.729.000
Equipo informático	210.526	200.000
Otro inmovilizado	3.370.526	3.202.000
TOTAL INMOVILIZADO	26.614.105	25.283.400
FONDO MANIOBRA	4.824.435	4.583.213
TOTAL INVERSIÓN	33.543.803	31.866.613

Notas: Otro inmovilizado recoge el utillaje por cuenta del cliente cuyo precio es inicialmente satisfecho por TRIMTEC. Tipo de cambio R/$ = 0.95

Del total de la inversión, el 73'33 por ciento es financiado por un banco brasileño a través de un préstamo a seis años por importe de 20.164.613 reales y con interés nominal igual a la tasa anual de referencia a largo plazo incrementada en 4

puntos[226], siendo el resto del desembolso inicial cubierto por los propios socios mediante aportaciones en metálico y elementos de inmovilizado.

Tabla 4.25
Financiación inicial de la inversión en TRIMTEC

CONCEPTO	$ USA	Reales
Préstamo bancario l/p	24.596.435	23.366.613
Recursos propios	8.947.368	8.500.000
Grupo Antolín Irausa	5.368.421	5.100.000
ACIL	3.578.947	3.400.000
Total Capital l/p	33.543.803	31.866.613

Tipo de cambio R/$ = 0.95.

Por su parte, la sociedad IRAMEC arrienda una parte de la planta productiva propiedad de TRIMTEC en la que efectuaría la fabricación de los elevalunas y mecanismos contratados, por lo que la inversión inicial se limita a los correspondientes activos productivos, fondo de maniobra y gastos de puesta en marcha necesarios para la realización de dicha tarea.

[226] La tasa de interés a largo plazo a la que se refiere el contrato de endeudamiento es la "Taxa de Juros de Longo prazo (TJLP)", constituida en diciembre de 1994 y fijada periódicamente por el Banco Central de Brasil de acuerdo con las normas establecidas por el Consejo Monetario Nacional. Dicha tasa es empleada como referencia básica en las operaciones de financiación bancaria en Brasil.

Tabla 4.26
Inversión inicial prevista en IRAMEC

CONCEPTO	$ USA	$ REALES
Gastos de primer establec.	368.421	350.000
TOTAL GASTOS ESTABL.	368.421	350.000
Terreno	0	0
Construcciones	0	0
Instalaciones Técnicas	497.579	472.700
Maquinaria	90.316	85.800
Utillaje	845.263	803.000
Otras instalaciones	323.474	307.300
Equipo informático	25.263	24.000
Otro inmovilizado	952.632	905.000
TOTAL INMOVILIZADO	2.734.526	2.597.800
FONDO MANIOBRA	1.210.813	1.150.272
TOTAL INVERSIÓN	4.313.760	4.098.072

Tipo de cambio R/$ = 0.95

BIBLIOTECA VIRTUAL

De nuevo, el desembolso inicial del proyecto es financiado mediante un préstamo bancario a largo plazo por importe de 3.098.072 reales a seis años y al mismo tipo de interés anual variable, siendo el resto desembolsado por GAI.

Tabla 4.27
Financiación inicial de la inversión en IRAMEC

CONCEPTO	$ USA	Reales
Préstamo bancario l/p	3.261.128	3.098.072
Recursos propios	1.052.632	1.000.000
Total Capital l/p	4.313.760	4.098.072

Tipo de cambio R/$ = 0.95

La cuenta de pérdidas y ganancias prevista para el proyecto TRIMTEC en el período 1996-2001 se recoge en la tabla 4.28. Las ventas son calculadas a partir de los precios pactados con los clientes en noviembre de 1995 y la producción de automóviles prevista para los cinco próximos años. El epígrafe “Otros ingresos” representa fundamentalmente el importe que será facturado a IRAMEC en concepto de alquiler de la nave y prestación de servicios del equipo directivo de TRIMTEC. El coste de materiales comprende todas las compras de materias primas requeridas en la producción futura según el escandallo previsto para cada uno de los componentes.

Tabla 4.28
Cuenta de pérdidas y ganancias prevista para TRIMTEC
(Valores en reales constantes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Ventas productos	25.849.050	51.151.592	51.151.592	51.151.592	51.151.592
Otros ingresos	272.139	930.061	527.061	527.061	527.061
TOTAL INGRESOS	26.121.189	52.081.653	51.678.653	51.678.653	51.678.653
Coste materiales	14.658.020	27.831.570	27.831.570	27.831.570	27.831.570
Coste laborales	2.704.840	3.213.199	3.213.199	3.213.199	3.213.199
Impuesto FIS-PIS	686.292	1.358.075	1.358.075	1.358.075	1.358.075
Amortizaciones	3.200.773	4.173.240	4.173.240	4.173.240	4.173.240
Otros gastos fabricación	633.664	1.042.462	1.042.462	1.042.462	1.042.462
Gastos financieros	3.673.190	5.041.153	4.032.923	3.024.692	2.016.461
Gastos generales	3.837.247	4.596.323	4.596.323	4.596.323	4.596.323
TOTAL GASTOS	29.394.026	47.256.022	46.247.792	45.239.561	44.231.330
Beneficio antes de impuestos	-3.272.837	4.825.631	5.430.861	6.439.092	7.447.323
Beneficio imponible	0	3.189.213	3.794.443	6.439.092	7.447.323
Impuestos	0	1.554.741	1.849.791	3.139.057	3.630.570
RESULTADO NETO	-3.272.837	3.270.890	3.581.070	3.300.035	3.816.753

BIBLIOTECA VIRTUAL

Los costes laborales son estimados a partir del cuadro de necesidades para cada una de las secciones de la fábrica y según la información recabada sobre el propio mercado brasileño. Se incluyen bajo este epígrafe tanto los costes laborales del personal de estructura como los de la mano de obra directa e indirecta. Para el conjunto de la plantilla, se supone un calendario laboral de 240 días, que en el caso de la mano de obra directa e indirecta se organiza en dos turnos de trabajo diarios. En total se prevé contratar a 234 trabajadores: 182 directos, 29 indirectos y 23 de estructura. La amortización de todos los elementos de inmovilizado se realiza en 5 años, salvo el edificio que se amortiza en diez años. Dentro de otros gastos de fabricación están incluidos los costes de energía, los gastos de mantenimiento y las compras de repuestos y ropa industrial.

El título "Gastos generales" agrupa los seguros, asesorías, viajes y relaciones públicas, las comunicaciones, otros tributos y los gastos sociales. Se incluye así mismo el pago de un 3 por ciento de las ventas a GAI en concepto de los servicios de asistencia técnica, comercial y administrativa. Los gastos financieros corresponden a los intereses establecidos en el contrato de endeudamiento a largo plazo, que a efectos valorativos, se supone pactado a un tipo de interés nominal fijo del 25 por ciento[227]. Los impuestos son clasificados, según la normativa vigente en Brasil, en

[227] En realidad, el tipo de interés fijado en el contrato de financiación bancaria es variable e igual a la tasa de interés a largo plazo de Brasil más cuatro puntos. Sin embargo, la conveniencia de

dos epígrafes distintos: el impuesto FIS-PIS que grava la venta de productos; y el impuesto sobre la renta de la sociedad que se recoge bajo el título de "Impuestos". La diferencia entre el "Beneficio antes de impuestos" y el "Beneficio imponible" resulta del ejercicio del derecho a traspasar las pérdidas en los ejercicios siguientes a aquél en el cual se producen: así, el beneficio imponible estimado para 1997 y 1998 resulta de compensar el beneficio antes de impuesto correspondiente con el 50 por ciento de las pérdidas previstas para el primer año de funcionamiento.

Tabla 4.29
Cuenta de pérdidas y ganancias prevista para IRAMEC
(Valores en reales constantes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Ventas productos	3.329.904	9.095.636	9.095.636	9.095.636	9.095.636
Otros ingresos	0	61.000	0	0	0
TOTAL INGRESOS	3.329.904	9.156.636	9.095.636	9.095.636	9.095.636
Coste materiales	2.021.580	5.404.440	5.404.440	5.404.440	5.404.440
Costes laborales	296.951	440.346	440.346	440.346	440.346
Impuesto FIS-PIS	88.409	241.489	241.489	241.489	241.489
Amortizaciones	315.883	408.560	408.560	408.560	408.560
Otros gastos fabricación	17.403	70.759	70.759	70.759	70.759
Gastos financieros	406.528	548.268	438.614	328.961	219.307
Gastos generales	373.729	805.008	805.008	805.008	805.008
TOTAL GASTOS	3.520.483	7.918.870	7.809.216	7.699.563	7.589.909
Beneficio antes de impuestos	-190.579	1.237.766	1.286.420	1.396.073	1.505.727
Beneficio imponible	0	1.142.476	1.191.130	1.396.073	1.505.727
Impuestos	0	556.957	580.676	680.586	734.042
RESULTADO NETO	-190.579	680.809	705.744	715.487	771.685

Estos mismos criterios son empleados para determinar la cuenta de pérdidas y ganancias previsional de IRAMEC cuyo resumen se muestra en la tabla 4.29. En este caso, los gastos generales incluyen los pagos realizados a TRIMTEC por los servicios prestados por el personal de estructura así como los realizados a GAI en

simplificar en la medida de los posible el análisis cuantitativo del proyecto de inversión y también de reproducir los supuestos de partida adoptados por el equipo encargado de la viabilidad económica de la inversión; nos lleva a considerar una única tasa de interés a largo plazo constante durante el período evaluado, coherente con el supuesto de inflación constante más adelante formulado, e igual al 25 por ciento inicialmente estimado por GAI como resultado de sumar cuatro puntos a la tasa de interés a largo plazo prevista en noviembre de 1995.

Sobre los valores históricos y evolución prevista de la TJLP véase http://www.bndes.gov.br/.

concepto de gastos de asistencia técnica, comercial y administrativa y que ascienden al 3 por ciento de la facturación de la empresa.

A partir de sendas cuentas previsionales de pérdidas y ganancias son estimados los flujos netos de tesorería de los respectivos proyectos de inversión. Para simplificar los cálculos, suponemos en principio que tanto los ingresos como los gastos son satisfechos en el mismo ejercicio del devengo. Optamos asimismo por transformar los flujos de tesorería en valores corrientes por cuanto facilitan y esclarecen el análisis y comprensión de las características financieras básicas de la inversión. La tasas de inflación anual consideradas para el período 1996-2000 son el 12 por ciento en la moneda brasileña y el 3 por ciento en dólar norteamericano; que según la relación elemental de paridad del poder de compra y el valor del tipo de cambio a principios de 1996 –0'95 reales por dólar–, dan lugar a la siguiente evolución del cambio real/dólar al final de cada uno de los períodos anuales estudiados:

Tabla 4.30
Inflación anual y tipos de cambio al final de cada año

	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Inflación dólar		0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
Inflación real		0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Tipo de cambio (R/$)	0,95	1,033009709	1,123272693	1,221422734	1,328148992	1,444200846
Tipo de cambio ($/R)	1,052631579	0,968045113	0,890255773	0,818717363	0,752927575	0,692424466

La tasa de inflación anual media de la moneda brasileña es empleada para calcular los valores corrientes de las partidas: Servicios a IRAMEC, Coste de materiales, Costes laborales, Otros gastos de fabricación y Gastos generales; cuyo importe se supone que evoluciona de la misma manera que el índice general de precios del país. Los valores corrientes de las dos partidas de gastos restantes, dotación a la amortización y gastos financieros, coinciden con sus valores constantes; la primera por razones obvias y la segunda por la propia naturaleza del préstamo al que corresponden dichos intereses, que es pactado en reales y a un tipo de interés nominal, que al igual que la inflación se supone, a efectos del análisis, constante durante el intervalo considerado. Por su parte, el incremento anual aplicado al precio de los productos es ligeramente inferior a la media del 12 por ciento, de acuerdo con el compromiso adquirido por GAI con sus clientes en las cartas de

pedido firmadas en 1995: la tasa del 8'7 por ciento utilizada en este caso se corresponde con un incremento anual del precio de los componentes en dólares del cero por ciento.

Tabla 4.31
Cuenta de pérdidas y ganancias prevista para TRIMTEC
(Valores en reales corrientes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Ventas productos	28.107.705	60.481.249	65.766.018	71.512.564	77.761.234
Otros ingresos	304.796	1.064.145	740.483	829.341	928.862
TOTAL INGRESOS	28.412.501	61.545.394	66.506.501	72.341.904	78.690.096
Coste materiales	16.416.982	34.911.921	39.101.352	43.793.514	49.048.736
Coste laborales	3.029.421	4.030.637	4.514.313	5.056.031	5.662.755
Impuesto FIS-PIS	746.260	1.605.777	1.746.088	1.898.659	2.064.561
Amortizaciones	3.200.773	4.173.240	4.173.240	4.173.240	4.173.240
Otros gastos fabricación	709.704	1.307.664	1.464.584	1.640.334	1.837.174
Gastos financieros	3.673.190	5.041.153	4.032.923	3.024.692	2.016.461
Gastos generales	4.297.717	5.765.628	6.457.503	7.232.403	8.100.292
TOTAL GASTOS	32.074.046	56.836.020	61.490.003	66.818.873	72.903.218
Beneficio antes de impuestos	-3.661.546	4.709.374	5.016.498	5.523.031	5.786.878
Beneficio imponible	0	2.878.601	3.185.725	5.523.031	5.786.878
Impuestos	0	1.403.318	1.553.041	2.692.478	2.821.103
RESULTADO NETO	-3.661.546	3.306.056	3.463.457	2.830.554	2.965.775

Tabla 4.32
Flujos de tesorería previstos para TRIMTEC
(Valores en reales corrientes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Cobros por ventas	28.107.705	60.481.249	65.766.018	71.512.564	77.761.234
Otros cobros	304.796	1.064.145	740.483	829.341	928.862
TOTAL COBROS	28.412.501	61.545.394	66.506.501	72.341.904	78.690.096
Pagos por compras materiales	16.416.982	34.911.921	39.101.352	43.793.514	49.048.736
Pagos por costes laborales	3.029.421	4.030.637	4.514.313	5.056.031	5.662.755
Pagos por otros gastos fabricación	709.704	1.307.664	1.464.584	1.640.334	1.837.174
Pagos por gastos generales	4.297.717	5.765.628	6.457.503	7.232.403	8.100.292
Pagos por impuestos	746.260	3.009.095	3.299.129	4.591.136	4.885.664
TOTAL PAGOS	25.200.083	49.024.945	54.836.881	62.313.419	69.534.620
FLUJO DE TESORERÍA	3.212.417	12.520.449	11.669.620	10.028.486	9.155.476
FLUJO DE TESORERÍA (en dólares)*	3.109.765	11.146.402	9.554.121	7.550.723	6.339.475

* Flujo de tesorería en dólares corrientes estimado a partir de la evolución del dólar especificada.

Tabla 4.33
Cuenta de pérdidas y ganancias prevista para IRAMEC
(Valores en reales corrientes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Ventas productos	3.620.866	10.754.610	11.694.333	12.716.168	13.827.290
Otros ingresos	0	61.000	0	0	0
TOTAL INGRESOS	3.620.866	10.815.610	11.694.333	12.716.168	13.827.290
Coste materiales	2.264.170	6.779.330	7.592.849	8.503.991	9.524.470
Coste laborales	332.585	552.370	618.654	692.893	776.040
Impuesto FIS-PIS	95.953	284.997	309.900	336.978	366.423
Amortizaciones	315.883	408.560	408.560	408.560	408.560
Otros gastos fabricación	19.491	88.760	99.411	111.341	124.702
Gastos financieros	406.528	548.268	438.614	328.961	219.307
Gastos generales	418.576	1.009.802	1.130.978	1.266.696	1.418.699
TOTAL GASTOS	3.853.187	9.672.087	10.598.967	11.649.420	12.838.201
Beneficio antes de impuestos	-232.320	1.143.523	1.095.366	1.066.748	989.089
Beneficio imponible	0	1.027.363	979.206	1.066.748	989.089
Impuestos	0	500.840	477.363	520.040	482.181
RESULTADO NETO	-232.320	642.684	618.003	546.709	506.908

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla 4.34
Flujos de tesorería previstos para IRAMEC
(Valores en reales corrientes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Cobros por ventas	3.620.866	10.754.610	11.694.333	12.716.168	13.827.290
Otros cobros	0	61.000	0	0	0
TOTAL COBROS	3.620.866	10.815.610	11.694.333	12.716.168	13.827.290
Pagos por compras materiales	2.264.170	6.779.330	7.592.849	8.503.991	9.524.470
Pagos por costes laborales	332.585	552.370	618.654	692.893	776.040
Pagos por otros gastos fabricación	19.491	88.760	99.411	111.341	124.702
Pagos por gastos generales	418.576	1.009.802	1.130.978	1.266.696	1.418.699
Pagos por impuestos	95.953	785.837	787.263	857.018	848.604
TOTAL PAGOS	3.130.776	9.216.098	10.229.156	11.431.939	12.692.515
FLUJO DE TESORERÍA	490.091	1.599.512	1.465.177	1.284.230	1.134.775
FLUJO DE TESORERÍA (en dólares)*	474.430	1.423.974	1.199.566	966.932	785.746

* Flujo de tesorería en dólares corrientes estimado a partir de la evolución del dólar especificada.

Las cuentas de pérdidas y ganancias en reales corrientes que resultan de las mencionadas consideraciones son presentadas en las tablas 4.31 y 4.33, mientras que los cálculos de los correspondientes flujos de tesorería de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC se resumen en las tablas 4.32 y 4.34.

IV.6 VALORACIÓN DE LA INVERSIÓN: VAN ESTÁTICO O CONVENCIONAL

El VAN de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC es obtenido siguiendo los preceptos convencionales propuestos en la literatura financiera especializada, es decir, como la diferencia entre valor de los flujos de tesorería futuros –entre los que

se incluye su valor residual– actualizados a un tanto de descuento adecuado a su riesgo, y el valor actual de los correspondientes desembolsos.

En la estimación de los flujos de tesorería y tantos de descuento se ha observado la práctica generalizada de emplear valores corrientes y tipos nominales,[228] mientras que en la elección de la moneda base del estudio se ha optado por utilizar el real brasileño frente a la común recomendación de los trabajos sobre inversiones internacionales más proclives al empleo del dólar o de la moneda del país de origen del inversor. La razón de esta elección estriba en su idoneidad para el análisis de la sensibilidad del VAN ante pequeñas variaciones previsibles en las variables del mercado brasileño, aparte de que, sobre la base de las relaciones teóricas de paridad entre inflación, tipos de interés y tipos de cambio, los resultados del estudio coinciden con independencia de la moneda base seleccionada.

El tanto de descuento empleado en la actualización de los flujos de tesorería en reales corrientes es obtenido a partir del correspondiente tanto de descuento apropiado para la actualización de dólares corrientes y la ecuación de paridad entre intereses y tipos de cambio, esto es:

$$\frac{1+r_R}{1+r_\$} = \frac{S_{t+1}}{S_t} \tag{4.1}$$

donde, r_R y $r_\$$ representan las tasas adecuadas para la actualización en t de un mismo flujo que será percibido en el instante $t+1$ en reales y en dólares respectivamente, mientras que S_t y S_{t+1} simbolizan los valores del tipo de cambio real/dólar al principio y al término del período considerado ó, alternativamente, el tipo de cambio al contado y el correspondiente tipo de cambio a plazo.

IV.6.1 ESTIMACIÓN DEL TANTO DE DESCUENTO

En el cálculo del VAN de la inversión en Brasil, ensayamos con tres tasas de descuento alternativas: la primera es la efectivamente empleada por GAI en su estudio cuantitativo preliminar, la segunda es la recomendada por Godfrey y

[228] Véase Van Horne (1971) y Gómez-Bezares, Madariaga y Santibáñez (1996).

Espinosa (1996) para evaluar proyectos de inversión en Brasil y, la tercera es la que se deriva de suponer que el riesgo sistemático del proyecto coincide con el del índice MSCI del mercado de capital brasileño. A continuación se describe la determinación de cada una de ellas.

En el cálculo del VAN de la inversión en Brasil, la dirección financiera de GAI adopta, como tanto de descuento adecuado para actualizar los flujos futuros de tesorería en reales, una tasa del 25 por ciento[229]. Dicha elección es justificada atendiendo a criterios de eficiencia. Por un lado, las diferencias entre el riesgo del proyecto Brasil y el riesgo del conjunto del grupo, que impiden la utilización directa del coste de capital de GAI; y, por otro, el completo desconocimiento sobre la futura evolución de la industria automotriz brasileña y de la economía en su conjunto e incluso acerca del riesgo soportado con dicho compromiso, que dificultan la fácil identificación del título gemelo a partir del cual estimar el tanto de descuento adecuado al riesgo del proyecto; justifican el empleo de otras aproximaciones conceptualmente menos correctas pero en la práctica más accesibles.

La tasa del 25 por ciento coincidía con el tipo de interés que por aquel entonces y según informaron responsables del BNDES al personal técnico de GAI, estaba siendo aplicado en los préstamos bancarios a empresas de nueva constitución. Aunque la adopción del coste de la financiación ajena como coste de capital de la inversión implica aceptar una relación muy concreta entre aquél y el coste de los capitales propios, que carece tanto de justificación teórica como empírica previas; sin embargo, el valor así obtenido constituye una primera evaluación del riesgo del proyecto, cuando menos, rápida y económica.

La segunda de las tres tasas alternativas empleadas en la actualización de los flujos futuros de tesorería de la inversión en Brasil, es la recomendada a tal efecto

---

[229] Nótese que el 25 por ciento es el tanto aplicable a los futuros valores expresados en valores corrientes de la moneda brasileña. El correspondiente tanto equivalente apropiado para actualizar dólares corrientes asciende según (4.1) al 14'95 por ciento, esto es,

$$0{,}1495 = \left((1 + 0{,}25) \frac{1 + 0{,}03}{1 + 0{,}12} \right) - 1$$

por Godfrey y Espinosa en su trabajo "A practical approach to calculating costs of equity for investment in emerging markets" publicado en 1996. Conscientes de las dificultades que entraña la identificación del coste de capital de toda inversión en general y de las inversiones en los mercados en vías de desarrollo en particular, Godfrey y Espinosa sugieren calcular esta tasa como la suma del tipo de interés libre de riesgo y sendas primas por el riesgo país y el riesgo del propio negocio.

La prima por el riesgo de insolvencia del país es estimada a partir de la diferencia entre la rentabilidad de la deuda emitida por su Estado en los mercados de Bonos Yankee, Euro-Bonos o Bonos Brady, y la rentabilidad de los bonos comparables del Tesoro estadounidense; mientras que la prima por la volatilidad del negocio es obtenida como el producto del exceso de rentabilidad de la cartera de mercado sobre la del activo libre de riesgo, por *0.6* veces el cociente entre la volatilidad del mercado de capitales del país emergente y la volatilidad del mercado de acciones estadounidense; de manera que el coste de capital de un proyecto de inversión en el país *i*, queda determinado por la siguiente expresión:

$$k = R_{FUSA} + \left(R_{FUSA} - R_i\right) + \left(R_{MUSA} - R_{FUSA}\right) 0.6 \frac{\sigma_{USA}}{\sigma_i}$$

donde k representa la mencionada tasa; R_{FUSA} y R_i denotan las rentabilidades de los bonos del Tesoro de EEUU y de la nación i respectivamente; R_{MUSA} representa la rentabilidad del mercado de acciones estadounidense; y, por último, σ_{USA} y σ_i simbolizan las respectivas volatilidades de las rentabilidades de los mercados de capitales de los citados países.

El coste de capital de la inversión en Brasil ascendería según el modelo de Godfrey y Espinosa a un 28'4 por ciento sobre el dólar, que equivale, suponiendo un 3 y 12 por ciento de inflación futura respectivamente para la moneda estadounidenses y brasileña, a un 39'6 por ciento sobre el real[230].

---

[230] En la estimación de esta tasa, Godfrey y Espinosa emplean un tipo de interés libre de riesgo y una prima por unidad de riesgo sistemático iguales al 6 por ciento y 5'5 por ciento. Dichos valores son estimados a partir de los datos del período que va de marzo de 1991 a agosto de 1996.

Finalmente, la tercera alternativa utilizada para estimar la tasa de descuento aplicable a la inversión analizada, se fundamenta en la valoración de su riesgo sistemático. Suponiendo que se verifica el CAPM internacional y que los distintos mercados de capital de las principales economías desarrolladas y emergentes –entre ellas Brasil– se hallan integrados[231]; entonces una medida adecuada del coste de oportunidad de todo activo o proyecto *j* vendría determinada por el correspondiente valor que se deduce de su riesgo sistemático y la línea del mercado de títulos, esto es:

$$k_j = R_F + \left(E(R_M) - R_F\right)\beta_j \tag{4.2}$$

donde R_F representa el tipo de interés libre de riesgo; $E(R_M)$, la rentabilidad esperada de la cartera global que agrupa la totalidad de las oportunidades de inversión; y β_j, el coeficiente indicativo de la sensibilidad de la rentabilidad del proyecto *j* con respecto a la referida rentabilidad de la cartera de mercado. De manera que bastaría estimar el valor de los parámetros $E(R_M)$ y R_F, así como, el valor del coeficiente β de la inversión, para determinar, mediante la SML, la correspondiente tasa de descuento adecuada a su riesgo sistemático.

A continuación se describe la determinación de cada uno de estos valores. Como en el caso anterior, los valores de los diferentes parámetros de los cuales depende la tasa de descuento k_j son inicialmente estimados en relación con la moneda estadounidense, convirtiéndose posteriormente el citado porcentaje para su utilización en la actualización de reales corrientes.

El tipo de interés libre de riesgo es estimado a partir de la rentabilidad anual media de los títulos negociables del Tesoro estadounidense con vencimiento fijo a diez años y que en 1995 ascendía al 6’57 por ciento.[232] Por lo que respecta a la estimación del exceso de rentabilidad de la cartera de mercado sobre la del activo

---

[231] De las condiciones requeridas por el CAPM internacional se ocupan entre otros trabajos Solnik (1974); Adler y Dumas (1983) ó Harvey (1991).

[232] Dato publicado por la Junta de gobernadores de la Reserva Federal de EE.UU. en http://www.bog.frb.fed.us/releases/H15/data.htm.

libre de riesgo, aquella cartera es identificada con el índice *Standard & Poors 500*, y la prima por unidad de riesgo sistemático es aproximada a partir del diferencial entre la rentabilidad del índice *Standard & Poors 500* y la correspondiente rentabilidad de los citados títulos negociables del Tesoro estadounidense con vencimiento a 10 años. Dicho diferencial es estimado como la media aritmética de los correspondientes datos históricos alcanzados en cada uno de los meses comprendidos entre enero de 1988 y noviembre de 1997, resultando un valor medio del 6'85 por ciento.[233]

La elección del índice *Standard & Poors 500* como representativo del conjunto de las oportunidades del mercado global se ha efectuado después de analizar la idoneidad de una cartera de mercado mundial propiamente dicha, como es el caso de la elaborada por *Morgan Stanley Capital International* (MSCI). Aun cuando esta última cartera pudiera en principio parecer más adecuada para representar el conjunto del mercado global que una cartera como la *Standard & Poors 500*, sin embargo, el análisis comparado de los valores de la media y desviación típica de sus rentabilidades mensuales en el período comprendido entre enero de 1988 y noviembre de 1997 (véase tabla 4.35) revelaron la mayor eficiencia del índice S&P 500 frente a la cartera mundial de MSCI y, por ende, la inferioridad de esta última en la aproximación del conjunto del mercado.[234]

---

[233] La estimación de la prima por el riesgo de mercado a partir de la media aritmética de sus valores pasados exige admitir la independencia de sus valores en el tiempo y la estabilidad de su distribución de probabilidad.

Sobre las propiedades estadísticas de la media aritmética muestral como estimador de la rentabilidad esperada futura véase Blume (1974). Acerca de sus propiedades conceptuales y empíricas véanse Fama (1996) y Kaplan y Ruback (1995, pág. 1066 y ss.), Buckley (1998, págs. 83 y ss.).

[234] Lógicamente este razonamiento únicamente es válido en el caso en que en que la prima por unidad de riesgo sistemático sea constante a lo largo del tiempo, al menos en el intervalo considerado. En otro caso, la media aritmética de los valores pasados del exceso de rentabilidad de la cartera de mercado sobre la del activo libre de riesgo no sería un estimador correcto de la prima que paga el mercado por unidad de riesgo (Merton, 1980) y, por tanto, la conclusión arriba alcanzada sobre el dominio del índice S&P 500 sobre la cartera mundial de MSCI carecería de fundamento.

Tabla 4.35
Características de las rentabilidades mensuales históricas de la cartera mundial de MSCI y del índice Standard & Poors 500 (enero 1988-noviembre 1997)

	US World MSCI	Local World* MSCI	Standard & Poors 500
Media	0,00762	0,008735	0,01162
Desv. Estándar	0,037022	0,034901	0,033197
Mediana	0,011046	0,01431	0,014496
Máximo	0,100445	0,100812	0,094022
Mínimo	-0,104883	-0,112512	-0,091218
Jarque-Bera * *	2,862173	13,96253	2,475657
Nivel crítico	0,239049	0,000929	0,290013
Núm. Observ.	118	118	118

* La diferencia entre las carteras mundiales "US World" y "Local World" de MSCI estriba en que mientras que en la primera se supone la realización inmediata de los beneficios o pérdidas derivadas de las variaciones en el tipo de cambio, la segunda es construida de manera que dichas variaciones no influyan sobre las rentabilidades realizadas en moneda local.
** Tanto el nivel crítico de la cartera mundial US World de MSCI como del índice S&P 500 revelan que no hay evidencia suficiente para rechazar la normalidad de su rentabilidad.

Por último, el riesgo sistemático de la inversión en el proyecto de creación de capacidad productiva y comercial de componentes del automóvil en Brasil, es aproximado con el correspondiente del mercado de acciones brasileño. Es decir, suponemos que el coeficiente β que relaciona la rentabilidad económica de la inversión evaluada con la rentabilidad de la cartera global de mercado coincide con el coeficiente β que relaciona la rentabilidad del mercado de acciones de Brasil con la mencionada cartera de mercado.

El coeficiente indicativo del riesgo sistemático de las acciones brasileñas es estimado mediante la regresión entre el exceso de la rentabilidad del mercado de capitales brasileño sobre el tipo de interés libre de riesgo y el diferencial entre la rentabilidad del mercado global y del activo sin riesgo. Analíticamente,

$$(R_{Bt} - R_{Ft}) = \alpha + \beta(R_{Mt} - R_{Ft}) + \varepsilon_t \tag{4.3}$$

siendo R_{Bt} la rentabilidad del mercado brasileño en el período *(t,t+1)*; R_{ft} y R_{Mt} las rentabilidades del conjunto del mercado mundial y del activo libre de riesgo en el mismo intervalo temporal; ε_t, la perturbación aleatoria de la regresión especificada; y, por último, α y β, los coeficientes a estimar en el ajuste lineal que, de cumplirse el modelo de mercado, el primero debería ser igual a cero y el segundo al coeficiente

beta que mide el riesgo sistemático del conjunto de activos financieros negociados en el mercado brasileño.

Las rentabilidades de la cartera son aproximadas a partir de las rentabilidades del índice elaborado por MSCI como representativo del mercado brasileño de capitales, mientras que para la cartera del mercado y el activo libre de riesgo empleamos de nuevo la cartera S&P 500 y los títulos a largo plazo emitidos por el Tesoro de EEUU, respectivamente. Los datos concretos empleados en la estimación de los parámetros de la regresión corresponden a las rentabilidades mensuales de diciembre de 1992 a diciembre de 1997 incluido. El valor así estimado del parámetro β asciende a 1'0352.[235]

Sustituyendo las variables y parámetros de la ecuación *(4.2)* por sus valores estimados, la tasa de descuento aplicable a los flujos futuros en dólares corrientes del mismo riesgo sistemático que las acciones del mercado brasileño resulta igual al 13'66 por ciento; con lo que el tanto correspondiente a los valores corrientes en reales asciende al 23'6 por ciento:

$$k_{\$} = 0{,}0657 + 0{,}0685 * 1{,}035 = 0{,}1366$$

(4.4)

$$k_R = \left((1{,}1366) * \frac{(1{,}12)}{(1{,}03)} \right) - 1 = 0{,}2359$$

La tabla 4.36 muestra los valores actuales netos de la corriente de los flujos de tesorería esperados en los próximos cinco años de las inversiones en TRIMTEC e IRAMEC para cada uno de los tantos de descuentos estimados. En la valoración de los proyectos se ha adoptado el modelo de actualización de Modigliani (1988, pág. 151), según el cual el ahorro impositivo derivado de la deducibilidad de los intereses comparte con el resto de componentes del flujo neto de tesorería las mismas características de riesgo y, en consecuencia, es descontado a la misma tasa.

[235] A pesar del reducido valor del R^2 de la citada regresión que no llega a alcanzar el 9 por ciento; sin embargo, el valor de 2'309311 que arroja el estadístico *t* del parámetro β permite afirmar la significación del mismo a un nivel crítico del 2'45 por ciento.

Tabla 4.36
VAN de los flujos de tesorería esperados en el período 1995-2000
de la inversión en el proyecto TRIMTEC

k	Desembolso inicial	V.A. flujos tesorería netos de impuestos	VAN
		Reales	
25,0%	31.866.613	23.665.601	-8.201.012
39,6%	31.866.613	17.375.871	-14.490.742
23,6%	31.866.613	24.451.407	-7.415.206
		Dólares	
14,95%	33.543.803	24.911.159	-8.632.645
28,40%	33.543.803	18.290.391	-15.253.412
13,66%	33.543.803	25.738.323	-7.805.480

Tabla 4.37
VAN de los flujos de tesorería esperados en el período 1995-2000
de la inversión en el proyecto IRAMEC

k	Desembolso inicial	V.A. flujos tesorería netos de impuestos	VAN
		Reales	
25,0%	4.098.072	3.063.795	-1.034.277
39,6%	4.098.072	2.261.702	-1.836.370
23,6%	4.098.072	3.163.848	-934.224
		Dólares	
14,95%	4.313.760	3.225.047	-1.088.713
28,40%	4.313.760	2.380.739	-1.933.021
13,66%	4.313.760	3.330.366	-983.394

De la observación de las citadas tablas se desprende que, cualquiera que sea el valor del coste del capital de entre las tasas calculadas, el valor actual de los flujos esperados de tesorería no es suficiente para compensar el desembolso requerido por cada uno de los proyectos. Aún es más, incluso en el supuesto de que el riesgo sistemático de la inversión en Brasil fuese nulo, en cuyo caso el coste de capital coincidiría con el tipo de interés libre de riesgo, su VAN, estimado como la diferencia entre el desembolso y el valor actualizado de sus flujos futuros de tesorería, presentaría también un saldo negativo igual a -2.329.120 reales en el proyecto TRIMTEC e igual a -287.277 reales en el proyecto IRAMEC.

IV.6.2 VALOR RESIDUAL Y VAN DE LA INVERSIÓN

Para determinar el VAN de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC quedaría por calcular el valor residual del proyecto al final del horizonte de los cinco años

estipulado en las cartas de pedido inicialmente firmadas por los clientes de GAI en Brasil. La estimación del valor residual de los proyectos de inversión constituye con frecuencia un problema controvertido por cuanto distintos procedimientos de cálculo basados en justificaciones igualmente lógicas suelen derivar en resultados significativamente diferentes.

Por una parte, el supuesto –al menos teórico– de continuidad de la actividad de la empresa sugiere la determinación del valor de la inversión como el actual de una renta perpetua corregida por la inyección de los fondos necesarios para compensar el desgaste de los recursos productivos en el tiempo. Por otra, el carácter exponencialmente creciente de la incertidumbre sobre los acontecimientos futuros, junto con la naturaleza siempre finita de la vida económica de la inversión empresarial, motiva la adopción –bastante común en la práctica gerencial– de horizontes temporales finitos de análisis cuya duración oscila entre 4 y 10 años, al final del cual el valor residual es definido como una fracción del valor de los desembolsos acumulados.

En el caso aquí estudiado, el equipo directivo de GAI juzga conveniente despreciar en el análisis de la inversión su valor residual. La elevada incertidumbre sobre la evolución del mercado automovilístico brasileño, sobre las futuras tasas de inflación y tipos de cambio, y sobre la propia naturaleza del proyecto, constituyen el motivo principal de su elección. Aún es más, la indiferencia que manifiestan ante el valor futuro del proyecto Brasil –por otra parte, frecuente en el análisis de inversiones similares en otras economías emergentes– provoca incluso la omisión del valor no amortizado de los activos inmuebles en el análisis del VAN.

Si bien es cierto que, dada la rapidez de la innovación tecnológica en la industria automotriz, muchos de los activos productivos quedarán obsoletos al final de los cinco años, el supuesto valor cero del conjunto de inversiones al termino del período de planificación parece sin duda exagerado. El valor no amortizado de las construcciones asciende a finales del año 2000 a 1.083.700 reales constantes que, suponiendo una tasa de inflación anual fija del 12 por ciento, equivale a 1.909.850 reales corrientes; mientras que el importe de 2.069.000 reales inicialmente pagado por los terrenos se corresponde con un precio de 3.646.285 reales corrientes del año

2000. Empleando un tanto de descuento del 23'6 por ciento, que constituye la menor de las tres tasas anteriormente calculadas y que responde al riesgo sistemático del mercado de acciones brasileño, el valor actual de dichos activos asciende a 1.926.886 reales, aun insuficiente para compensar el valor actual negativo de los flujos de tesorería futuros de la inversión cualquiera de los tres valores del coste del capital que sea empleado en el descuento de estos últimos. Es decir, ni aún suponiendo que al final de la vida económica de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC, sus propietarios pudiesen recuperar el 15'45 por ciento del valor inicialmente invertido –que equivale al peso relativo del valor de las construcciones y terrenos al final del citado período– sería posible justificar su aceptación según el criterio VAN.

Adicionalmente, se ha calculado el valor residual de cada uno de los proyectos como una sucesión perpetua de contratos de suministro de componentes de cinco años de duración y de similares características que los que dan origen a los proyectos TRIMTEC e IRAMEC, junto con otra sucesión igualmente perpetua de inversiones que se repiten cada cinco años como consecuencia de la necesidad de renovación de los activos productivos. Los resultados, resumidos en las tablas 4.38-4.41, justifican en parte el método empleado por la gerencia de GAI en la evaluación del proyecto.

Suponiendo que la cartera inicial de pedidos de GAI se renueve de manera constante en el tiempo y en idénticas condiciones, el valor neto de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC al final del año 2000 permanecen negativos. Para el cálculo de este valor consideramos que al término de cada uno de los contratos de suministro, GAI es capaz de negociar un incremento del precio de sus productos igual a la tasa anual de inflación del real, que se supone constante en el tiempo, junto un incremento anual de precios durante la vigencia de los contratos del 9 por ciento, que implica un precio fijo en dólares corrientes bastante frecuente en este tipo de transacciones.

Tabla 4.38
Flujos de tesorería de la renovación de
los contratos de TRIMTEC para el período 2000-2005
(Valores en reales corrientes)

	2001	2002	2003	2004	2005
Cobros por ventas	86.883.132	94.474.862	102.729.947	111.706.350	121.467.099
Otros cobros	1.040.325	1.165.164	1.304.984	1.461.582	1.636.971
TOTAL COBROS	87.923.457	95.640.026	104.034.930	113.167.932	123.104.070
Pagos por compras materiales	54.934.584	61.526.734	68.909.942	77.179.136	86.440.632
Pagos por costes laborales	6.342.285	7.103.359	7.955.762	8.910.454	9.979.708
Pagos por otros gastos fabricación	2.057.635	2.304.551	2.581.098	2.890.829	3.237.729
Pagos por gastos generales	9.072.327	10.161.006	11.380.326	12.745.966	14.275.482
Pagos por impuestos	2.443.522	2.690.102	2.768.102	2.646.446	2.289.387
TOTAL PAGOS	74.850.353	83.785.753	93.595.231	104.372.831	116.222.937
FLUJO DE TESORERÍA	13.073.104	11.854.273	10.439.700	8.795.101	6.881.133
FLUJO DE TESORERÍA (en dólares)*	8.324.733	6.942.018	5.622.352	4.356.022	3.134.212

* El tipo de cambio real/dólar a finales del año 1995 es igual a 0'95. La inflación anual del real se supone constante e igual al 12 por ciento. La inflación anual del dólar se supone también constante e igual al 3 por ciento.
En el cálculo de los flujos de tesorería se mantienen las mismas hipótesis que las barajadas para el intervalo 1995-2000.
El desembolso exigido en el año 2000 se supone que coincide con el valor, en reales inflactados al 9 por ciento, de la inversión acometida en el año 1995 en activo fijo, exceptuando la realizada en el terreno, en la parte no amortizada de las construcciones, en los gastos de constitución y en el utillaje por cuenta de clientes.
Los pagos por impuestos son estimados suponiendo que la inversión es financiada siguiendo la misma política de endeudamiento que la empleada en la inversión original.

Tabla 4.39
Valor residual y VAN de TRIMTEC
(Valores en reales corrientes)

Renovación de contratos para el período 2000-2005				
k	Desembolso en 2000	Valor en 2000 de flujos tes.	Valor neto en 2000	VAN en 1995
0,25	36.175.993	29.247.627	-6.928.366	-2.270.287
0,396	36.175.993	22.898.513	-13.277.480	-2.504.313
0,2359	36.175.993	30.024.902	-6.151.090	-2.133.219
Renovación perpetua de contratos cada 5 años				
k	Valor en 2000 sucesión desem.	Valor en 2000 sucesión flujos	Valor neto en 2000	VAN del proyecto
0,25	56.201.150	43.502.539	-12.698.611	-12.362.093
0,396	45.509.795	28.221.464	-17.288.331	-17.751.555
0,2359	58.077.342	45.966.103	-12.111.239	-11.615.425

El desembolso exigido en el año 2000 se supone que coincide con el valor, en reales inflactados al 9 por ciento, de la inversión acometida en el año 1995 en activo fijo, exceptuando la realizada en el terreno, en la parte no amortizada de las construcciones, en los gastos de constitución y en el utillaje por cuenta de clientes.
El VAN del proyecto ha sido determinado como la suma del VAN del proyecto inicial más el valor actualizado hasta finales del año 1995 de la sucesión perpetua de contratos a partir del año 2000.

Tabla 4.40
Flujos de tesorería de la renovación de
los contratos de IRAMEC para el período 2000-2005
(Valores en reales corrientes)

	2001	2002	2003	2004	2005
Cobros por ventas	15.449.321	16.799.261	18.267.158	19.863.317	21.598.947
TOTAL COBROS	15.449.321	16.799.261	18.267.158	19.863.317	21.598.947
Pagos por compras materiales	10.667.406	11.947.495	13.381.194	14.986.938	16.785.370
Pagos por costes laborales	869.165	973.465	1.090.280	1.221.114	1.367.648
Pagos por otros gastos fabricación	139.666	156.426	175.197	196.220	219.767
Pagos por gastos generales	1.588.943	1.779.616	1.993.170	2.232.351	2.500.233
Pagos por impuestos	475.287	450.377	391.454	292.508	146.640
TOTAL PAGOS	13.740.467	15.307.379	17.031.296	18.929.131	21.019.658
FLUJO DE TESORERÍA	1.708.853	1.491.883	1.235.862	934.186	579.289
FLUJO DE TESORERÍA (en dólares)*	1.088.169	873.666	665.580	462.682	263.854

* El tipo de cambio real/dólar a finales del año 1995 es igual a 0'95. La inflación anual del real se supone constante e igual al 12 por ciento. La inflación anual del dólar se supone también constante e igual al 3 por ciento.
En el cálculo de los flujos de tesorería se mantienen las mismas hipótesis que las barajadas para el intervalo 1995-2000.
El desembolso exigido en el año 2000 se supone que coincide con el valor, en reales inflactados al 9 por ciento, de la inversión acometida en el año 1995 en activo fijo, exceptuando la realizada en el terreno, en la parte no amortizada de las construcciones, en los gastos de constitución y en el utillaje por cuenta de clientes.
Los pagos por impuestos son estimados suponiendo que la inversión es financiada siguiendo la misma política de endeudamiento que la empleada en la inversión original.

Tabla 4.41
Valor residual y VAN de IRAMEC
(Valores en reales corrientes)

Renovación de contratos para el período 2000-2005				
k	Desembolso en 2000	Valor en 2000 de flujos tes.	Valor neto en 2000	VAN en 1995
0,25	4.374.419	3.527.113	-847.306	-277.645
0,396	4.374.419	2.798.361	-1.576.057	-297.266
0,2359	4.374.419	3.615.273	-759.146	-263.274
Renovación perpetua de contratos cada 5 años				
k	Valor en 2000 sucesión desem.	Valor en 2000 sucesión flujos	Valor neto en 2000	VAN del proyecto
0,25	6.795.870	5.246.182	-1.549.689	-1.542.079
0,396	5.502.080	3.448.306	-2.053.773	-2.223.470
0,2359	7.022.490	5.534.566	-1.487.924	-1.450.211

El desembolso exigido en el año 2000 se supone que coincide con el valor, en reales inflactados al 9 por ciento, de la inversión acometida en el año 1995 en activo fijo exceptuando la realizaa en el terreno, en la parte no amortizada de las construcciones, en los gastos de constitución y en el utillaje por cuenta de clientes.
El VAN del proyecto ha sido determinado como la suma del VAN del proyecto inicial más el valor actualizado hasta finales del año 1995 de la sucesión perpetua de contratos a partir del año 2000.

Asimismo, se analiza la sensibilidad del VAN de TRIMTEC y de IRAMEC ante variaciones en el incremento del precio de los componentes fabricados en la fecha de renovación de los sucesivos contratos de suministro quinquenales. Frente a la supuesto inicial de un incremento interanual del 9 por ciento durante los años de vigencia de cada contrato y una revisión quinquenal del 12 por ciento, un incremento

del 29'75 por ciento sería suficiente para justificar la inversión en el proyecto TRIMTEC si el tanto de descuento adecuado para actualizar los flujos de tesorería en reales corrientes fuese el 23'6 por ciento; crecimiento mínimo que asciende hasta el 33'23 por ciento cuando se emplea una tasa de actualización del 25 por ciento; y del 97'377 por ciento si la coste de capital adecuado para el proyecto coincidiese con el recomendado por Godfrey y Espinosa. Las tablas 4.42 y 4.43 resumen los valores de los citados incrementos mínimos a negociar en la renovación de los sucesivos contratos quinquenales para ambos proyectos y según cual sea el coste del capital utilizado en el cálculo del VAN.

Tabla 4.42
Valores críticos del incremento del precio por renovación de contratos que hacen el VAN de TRIMTEC positivo

p* (%)	VAN(k= 0,25)	VAN(k= 0,396)	VAN(k= 0,236)
29,758	-2.025.072	-14.059.309	0
33,237	0	2.275.552	-13.335.955
97,377	37.336.290	0	44.229.091

p* representa el incremento mínimo del precio de venta del componente con respecto al último precio de venta del anterior contrato que hace que el VAN del proyecto sea positivo. Se estima un precio crítico para cada uno de los supuestos sobre el coste de capital apropiado para el proyecto. El incremento interanual del precio del componente en el período de vigencia del contrato se considera constante e igual al 9 por ciento.

Tabla 4.43
Valores críticos del incremento del precio por renovación de contratos que hacen el VAN de IRAMEC positivo

p* (%)	VAN(k= 0,25)	VAN(k= 0,396)	VAN(k= 0,2359)
24,471	-251.227	-1.762.951	0
26,899	0	-1.673.292	282.465
72,213	4.690.467	0	5.552.248

p* representa el incremento mínimo del precio de venta del componente con respecto al último precio de venta del anterior contrato que hace que el VAN del proyecto sea positivo. Se estima un precio crítico para cada uno de los supuestos sobre el coste de capital apropiado para el proyecto. El incremento interanual del precio del componente en el período de vigencia del contrato se considera constante e igual al 9 por ciento.

No obstante, comoquiera que toda previsión sobre los precios de los contratos futuros de GAI en Brasil y sobre las correspondientes tasas de inflación son meras especulaciones, y que el planteamiento adoptado por GAI en el análisis económico claramente denota que la decisión de invertir no fue aprobada en razón al valor que el proyecto pudiera generar en un futuro lejano, hemos optado por profundizar en la

compresión de otras fuentes de valor relacionados con el horizonte inicial de planificación de los cinco primeros años.

Antes de proceder al análisis de estas otras fuentes de valor distintas de los flujos de tesorería conviene matizar dos cuestiones relativas al valor actual neto recién calculado. En primer lugar, las estimaciones resumidas en las tablas 4.38 y 4.40 de los flujos de tesorería futuros de cada uno de los proyectos de inversión a partir de los cuales se determinaban sus respectivos valores actuales netos, implícitamente consideran su dependencia recíproca, de manera que la caracterización de cada proyecto se realiza bajo el supuesto de aceptación del otro. En consecuencia la estrategia de expansión en Brasil mediante la simultánea inversión en los proyectos TRIMTEC e IRAMEC presentará un VAN conjunto que se corresponde con la suma de los correspondientes valores de cada uno de éstos. La tabla 4.44 resume los resultados de su cálculo en función de la tasa de descuento empleada.[236]

Tabla 4.44
VAN de la inversión conjunta en Brasil
(TRIMTEC+IRAMEC)

	VAN sin V.R.		VAN con V.R.	
k	Reales	Dólares	Reales	Dólares
0,25	-9.235.290	-9.721.358	-7.308.403	-7.693.056
0,396	-16.327.111	-17.186.433	-14.400.225	-15.158.132
0,2359	-8.349.431	-8.788.874	-6.422.544	-6.760.573

El valor residual empleado en la determinación del VAN de la inversión es el mayor de los dos posibles discutidos en el texto y que corresponde al valor de los terrenos y la parte no amortizada del precio de las construcciones al final del año 2000 –supuesta una inflación del 12 por ciento anual– y actualizado a la fecha del desembolso inicial a una tasa del 23'59 por ciento.

[236] Obsérvese que los valores actuales netos calculados en el apartado anterior (VAN condicional) no tiene por qué coincidir con los correspondientes valores actuales netos de los proyectos considerados de manera independiente (VAN propiamente dicho) y que, por tanto, la suma a la que nos referimos en el texto no presupone la aditividad del VAN de inversiones diferentes.

Nótese además que si se suman los citados VAN condicionales de cada uno de los proyectos, el efecto de los flujos de fondos entre ambas empresas se limita al impositivo, que en este caso, puesto que el tipo de gravamen aplicable a la renta societaria es constante e independiente del tamaño de la base impositiva, resulta nulo.

En segundo lugar, el citado VAN negativo arriba estimado corresponde en su conjunto al capital total, propio más ajeno, invertido en los proyectos y una vez incorporado el efecto de la deductibilidad de los intereses de la deuda. De manera que, para poder evaluar adecuadamente las posibles explicaciones de la inversión en Brasil, quedaría todavía por analizar la distribución de dicho valor actual negativo entre los diferentes aportantes de fondos en función de su participación y responsabilidad. De hecho, el verdadero valor del proyecto que interesa a cada uno de los posibles propietarios no es el VAN de la inversión, sino el VAN que aquellos obtienen de su compromiso particular. Si a los incentivos que poseen para aceptar la inversión los propietarios que obtienen un VAN positivo, unimos los problemas derivados de la distribución asimétrica de la información costosa sobre las características iniciales del proyecto, aquél bien pudiera justificar la aceptación de inversiones de VAN conjunto negativo.

A tal efecto, las tablas 4.45 y 4.46 presentan el flujo esperado de tesorería neto de impuestos y antes de intereses fraccionado en función de la titularidad de sus componentes. Dadas las características de los contratos de financiación de los proyectos evaluados, en la propiedad del capital total de los mismos concurren tres titulares principales: primero, el banco BNDES, ligado con TRIMTEC e IRAMEC a través de sendos contratos de deuda que le otorgan el derecho a percibir una renta –devolución del principal e intereses– de anualidades fijas tan solo condicionadas por la insolvencia de los proyectos; segundo, la sociedad ACIL, que como socio minoritario de TRIMTEC posee un derecho residual sobre el 40 por ciento de sus ganancias; y, por último, el grupo GAI, único propietario de las acciones de IRAMEC y mayoritario de las de TRIMTEC.

Tabla 4.45
Cálculo de los flujos netos de tesorería correspondientes
a las acciones de TRIMTEC propiedad de GAI
(Valores en reales corrientes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Flujo de tesorería neto de imp. y antes de int.	3.212.417	12.520.449	11.669.620	10.028.486	9.155.476
Valor residual					5.556.135
Renta total neta de impuestos	3.212.417	12.520.449	11.669.620	10.028.486	14.711.611
Pago por intereses	3.673.190	5.041.153	4.032.923	3.024.692	2.016.461
Devolución del ppal. Deuda	0	4.032.923	4.032.923	4.032.923	8.065.845
Renta total de BNDES	3.673.190	9.074.076	8.065.846	7.057.615	10.082.306
Renta residual	-460.773	3.446.373	3.603.774	2.970.871	4.629.305
Parte proporcional ACIL	-184.309	1.378.549	1.441.510	1.188.348	1.851.722
Parte proporcional GAI	-276.464	2.067.824	2.162.265	1.782.523	2.777.583

Tabla 4.46
Desglose del flujo neto de tesorería generado en IRAMEC
según la titularidad de sus componentes
(Valores en reales corrientes)

	1996	1997	1998	1999	2000
Flujo neto de tesorería neto de imp. y antes de int.	490.091	1.599.512	1.465.177	1.284.230	1.134.775
Pago por intereses	406.528	548.268	438.614	328.961	219.307
Devolución del ppal. Deuda	0	438.614	438.614	438.614	877.229
Renta total de BNDES	406.528	986.882	877.228	767.575	1.096.536
Renta residual	83.563	612.629	587.949	516.654	38.239
Parte proporcional de GAI	83.563	612.629	587.949	516.654	38.239

De la observación de la tabla 4.45, se desprende que para que el propietario de la deuda pudiese hacer efectivas las cantidades inicialmente pactadas en concepto de intereses y devolución del principal, los titulares del capital acciones tendrían que realizar una aportación adicional de 460.773 reales a finales de 1996 y liquidar los activos del proyecto al término del horizonte temporal considerado por importe no inferior a los 926.830 reales, cifras estas en que las cantidades adeudadas a BNDES superan, respectivamente, el flujo de tesorería neto de impuestos en los citados ejercicios. En este caso, el valor actual de la deuda de TRIMTEC coincidiría con el inicialmente aportado por el BNDES y que asciende a 23.366.613 reales, con lo que el valor actual de los capitales propios que se deriva de la diferencia entre el actual del proyecto –incluido el valor residual– y el de la deuda, importa un total de 2.225.874, -4.063.856 ó 3.011.680 reales, según cual sea la tasa empleada como coste de capital. Este cálculo es resumido en la tabla 4.47, en la que se presenta además el VAN de los capitales propios de TRIMTEC, que resulta de restar al anterior valor actual de las acciones los 8.500.000 reales satisfechos en total por GAI y ACIL en la adquisición de las mismas, igual a -6.274.126, -12.563.856 ó –5.488.320 reales.

Tabla 4.47
Cálculo del VAN de los capitales propios de TRIMTEC
(Valores en reales corrientes)

k	Valor actual de los flujos netos de tesorería	Valor actual del valor residual	Valor actual de la deuda	Valor actual de los capitales propios	VAN de los capitales propios
0,25	23.665.601	25.592.487	23.366.613	2.225.874	-6.274.126
0,396	17.375.871	19.302.757	23.366.613	-4.063.856	-12.563.856
0,2359	24.451.407	26.378.293	23.366.613	3.011.680	-5.488.320

Tabla 4.48
Cálculo del VAN de los capitales propios de IRAMEC
(Valores en reales corrientes)

k	Valor actual de los flujos netos de tesorería	Valor actual del valor residual	Valor actual de la deuda	Valor actual de los capitales propios	VAN de los capitales propios
0,25	3.063.795	0	3.098.072	-34.277	-1.034.277
0,396	2.261.702	0	3.098.072	-836.370	-1.836.370
0,236	3.163.848	0	3.098.072	65.776	-934.224

Los resultados de este análisis reflejan que el único inversor con motivos razonables para fomentar la realización del proyecto TRIMTEC es el emisor del préstamo, pero en ningún caso quienes son los verdaderos promotores del mismo que son sus accionistas. Repitiendo el mismo procedimiento de cálculo, se obtiene un VAN igualmente negativo de las acciones de IRAMEC y, por ende, la misma conclusión con respecto a la aceptación de éste.

Por último, el análisis del VAN de las acciones de GAI en Brasil es completado con el estudio de los pagos que las empresas TRIMTEC e IRAMEC satisfacen al grupo español en concepto de servicios de asesoramiento. Dicha salida de tesorería, que asciende al 3 por ciento de las ventas de la firma, ha sido hasta aquí considerada como un pago más en el conjunto de los abonados a terceros no propietarios. La razón de esta clasificación radica en la propia naturaleza del pago. A diferencia de las retribuciones de los capitales propios, los honorarios por los servicios de asesoramiento técnico, comercial y directivo no proceden de los derechos residuales de propiedad que emanan de la afectación de un conjunto de recursos a la actividad de la empresa, sino que constituyen el reembolso inmediato de una prestación puntual y repetida en el tiempo, que, en este caso, es realizada por uno de los titulares de la empresa, pero que igualmente podría ser ofrecida por un tercero.

No obstante, comoquiera que dicho pago es cobrado por el principal promotor de los proyectos objeto de evaluación, el VAN de la inversión de GAI en Brasil es recalculado teniendo en consideración la totalidad de los flujos de tesorería que por uno u otro concepto esperaba percibir de aquella. La tabla 4.49 muestra los resultados de esta operación. El saldo final de la inversión del grupo en Brasil se manifiesta una vez más negativo, cualquiera que sea la tasa –de las tres estimadas– empleada en la actualización de los flujos de tesorería esperados. Nótese además que el valor recién calculado incorpora únicamente el valor actual de los cobros

percibidos por GAI en concepto de los servicios prestados a TRIMTEC e IRAMEC y no el valor actual del conjunto de pagos satisfechos por el grupo de resultas de dicha actividad de colaboración, cuya inclusión potenciaría aún más el saldo negativo del VAN.

Tabla 4.49
VAN de las acciones de GAI en Brasil
más valor actual de otros cobros
(Valores en reales corrientes)

k	VAN de las acciones de GAI en TRIMTEC	Valor actual cobros por asesoram. a TRIMTEC	VAN de las acciones de GAI en IRAMEC	Valor actual cobros por asesoram. a IRAMEC	TOTAL VAN inversión más cobros asesoram.
0,25	-3.764.476	2.917.955	-1.034.277	497.379	-1.383.420
0,396	-7.538.313	2.121.524	-1.836.370	358.009	-6.895.150
0,2359	-3.292.992	3.018.522	-934.224	515.016	-693.678

Para la actualización de los cobros por asesoramiento percibidos por GAI se ha empleado el coste de capital de la inversión en Brasil.

BIBLIOTECA VIRTUAL
MIGUEL DE CERVANTES

V VALORACIÓN DE LAS OPCIONES REALES. PRINCIPALES RESULTADOS

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

El análisis del valor actual neto del proyecto hasta aquí compuesto, se enmarca dentro del enfoque convencional de evaluación de inversiones que centra su atención en las propiedades específicas de los activos, principalmente en la rentabilidad y el riesgo, suponiendo que la única decisión relevante es la selección de la cartera de activos que maximiza la utilidad personal del inversor. En la evaluación de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC se ha considerado que su valor es independiente de su gestión futura. Es decir, se supone que sus propietarios deciden sobre la conveniencia de la puesta en marcha del negocio y que, a partir de entonces, se limitan a recibir pasivamente los flujos de tesorería que la inversión genere.

Sin embargo, parece poco probable que ACIL y GAI adopten esta estrategia durante los próximos cinco años de duración del compromiso en Brasil. Más lógico resulta considerar que los titulares del proyecto Brasil mantengan una actitud vigilante sobre el desarrollo de los resultados, decidiendo en cada momento en función de cuál sea la evolución de una serie de contingencias. Entre otros asuntos, los propietarios de la inversión enjuiciarán, a través de sus gerentes, el ritmo operativo conveniente de TRIMTEC e IRAMEC, la oportunidad de introducir nuevos productos y de retirar de alguno de los iniciales ó el volumen adecuado de recursos asignados al mercado brasileño.

El conjunto de derechos de decisión que ACIL y GAI poseen sobre los proyectos TRIMTEC e IRAMEC son estudiados a través de los conceptos y herramientas analíticas del enfoque de opciones reales. Para ello, formulamos un modelo de valoración en tiempo discreto que, sobre la base de la transformación de los flujos de tesorería arriesgados en sus correspondientes equivalentes ciertos, permite aproximar el VAN del compromiso inicial ampliado a partir del que se deriva de su futura gestión óptima.

La descripción y clasificación de las principales opciones reales asociadas a la inversión evaluada es presentada en apartado primero. El epígrafe segundo recoge una breve explicación del modelo numérico empleado en la valoración contingente del proyecto. Los cinco epígrafes siguientes están dedicados al estudio y valoración de las opciones reales: opciones operativas, opciones de ampliación, opciones de reducción, opciones de crecimiento y opciones de abandono; mientras que el

apartado octavo analiza los efectos del apalancamiento operativo y del financiero sobre los valores previamente obtenidos. Finalmente, en el epígrafe noveno se discuten los principales resultados de la investigación.

V.1 LAS OPCIONES REALES EN LA ESTRATEGIA DE INVERSIÓN DIRECTA EXTERIOR EVALUADA

Frente al análisis tradicional de la internacionalización de la empresa, en el que la inversión directa exterior era considerada como un "proceso unidireccional donde la expansión constituía la norma y la contracción la excepción" (Hurry, 1994, pág. 237); la aplicación de la lógica de opciones al estudio de la inversión directa exterior tiene como resultado un marco teórico, mucho más próximo a la historia real definida por las empresas multinacionales en los últimos años, que considera la implantación en un nuevo mercado como una sucesión concatenada de adquisiciones y de ejercicios de opciones de inversión y de abandono, que tienen como resultado un proceso en el que fases de expansión son alternadas con otras de contracción, en función de la continua evolución de múltiples factores.

La interpretación de la inversión directa en el exterior en términos de opciones permite además plantear tres estrategias de expansión diferentes según la propia naturaleza de la sucesión de opciones de inversión implicada.[237] La primera de las categorías viene definida por la adquisición y el ejercicio simultáneos de una única inversión que tiene como resultado la implantación completa de la empresa en el mercado, entendiendo por tal, el establecimiento directo e íntegro de la capacidad media que a largo plazo se espera poder explotar. En segundo lugar cabría hablar de la estrategia incremental de expansión caracterizada porque la penetración en el nuevo mercado es efectuada mediante la adquisición de una sucesión de opciones de inversión similares y encadenadas, en la que el ejercicio de cada una de ellas conduce al incremento limitado del nivel de compromiso de la firma en este mercado

[237] Un esquema similar al aquí desarrollado es propuesto en Hurry (1994, pág. 234) para el análisis de la estrategia de desarrollo de nuevos productos. Véase también Hurry, Miller y Bowman (1992) y McGrath (1997 a y b).

y a la obtención de la subsiguiente opción de crecimiento en el mismo. En tercer y último lugar, la estrategia –que empieza a conocerse como la "estrategia de opción" (Hurry, 1993 y 1994, pág. 238)– supone la adquisición de una única opción de posicionamiento, efectuada a partir de una pequeña inversión en el nuevo mercado, y su posterior ejercicio, realizado a través de la inversión en la correspondiente conclusión del establecimiento.

Debido al elevado volumen de recursos requerido por el modo de entrada de la primera de las estrategias, la implantación de la empresa en diferentes mercados normalmente se efectúa de manera sucesiva en el tiempo, mientras que, por el contrario, las limitadas exigencias en el compromiso de recursos asociadas a las otras dos estrategias facilitan el simultáneo posicionamiento de la firma en múltiples mercados, coincidencia temporal que en caso de la estrategia incremental puede presentarse incluso con respecto al propio ejercicio de las opciones. En consecuencia, la citada caracterización de cada una de las estrategias de expansión suele corresponderse con diferentes niveles de diversificación, no ya de la cartera de mercados, sino de la propia inversión anual de la firma.

Tabla 5.1
Propiedades de las distintas estrategias de inversión directa exterior

	Implantación Completa	Estrategia incremental	Estrategia De opción
Capacidad para generar renta	Elevada	Reducida	Media
Riesgo	Elevado	Reducido	Medio
Flexibilidad	Reducida	Elevado	Medio
Rapidez de implantación	Elevada	Reducida	Media

De las tres estrategias aquí diferenciadas, la de implantación completa es al mismo tiempo la más exigente en disponibilidad de recursos, la de mayor rapidez de ejecución y la que implica una mayor exposición al riesgo; propiedades éstas que conducen a pensar en un tipo determinado de empresa, caracterizada por disponer de un volumen importante de recursos libres tanto financieros como organizativos, y en un tipo determinado de mercado objetivo, distinguido por presentar un exceso de demanda significativo y relativamente estable. En el extremo opuesto se sitúa la estrategia incremental, que al fraccionar el desembolso implica menores exigencias en cuanto a la disponibilidad inmediata de recursos y una exposición al riesgo del

mercado objetivo igualmente inferior, a expensas no obstante de dilatar el plazo de establecimiento y en consecuencia del correspondiente cobro de los posibles beneficios. A priori este tipo de estrategia podría asociarse a inversiones irreversibles caracterizadas por un significativo nivel de riesgo derivado tanto de la elevada volatilidad de la demanda del mercado como de la incertidumbre con respecto al definitivo posicionamiento competitivo de la firma.

Tabla 5.2
Factores que influyen positivamente sobre la adopción
del tipo de estrategia de inversión directa exterior

Estrategia de implantación completa
La empresa posee los recursos necesarios para la implantación directa.
La inversión no requiere recursos y capacidades específicos derivados de la previa experiencia en el mercado.
El éxito de la inversión depende en buena medida del inmediato establecimiento.
La inversión presenta asociadas opciones de abandono que reducen su irreversibilidad.
Siendo irreversible el compromiso, la incertidumbre con respecto al posicionamiento competitivo de la empresa y con respecto al potencial de la demanda del mercado es reducida.
Estrategia de inversión incrementall
La empresa no posee los recursos necesarios para la implantación directa.
La inversión requiere recursos y capacidades específicos derivados de la previa experiencia en el mercado.
El éxito de la inversión no depende del tamaño de la inversión.
Las inversiones requeridas tanto en la penetración como en la implantación directa son altamente irreversibles.
La incertidumbre con respecto al posionamiento competitivo de la empresa es muy elevada.
La incertidumbre con respecto al potencial de la demanda de mercado es muy elevada.
Estrategia de opción
La empresa puede disponer a corto plazo de los recursos necesarios para la implantación directa.
La inversión requiere recursos y capacidades específicos derivados de la previa experiencia en el mercado.
El éxito de la inversión no depende del inmediato establecimiento, pero si del tamaño del compromiso.
Las inversiones requeridas por el establecimiento final son altamente irreversibles.
La incertidumbre con respecto al posicionamiento competitivo de la firma es muy elevada y puede reducirse mediante un pequeño compromiso experimental.

A medio camino entre la implantación completa y la inversión incremental, la estrategia de opción permite aplazar temporalmente el compromiso de recursos y, por tanto, reducir el riesgo inicialmente asumido de la inversión directa en el exterior, al tiempo que posibilita el posicionamiento de la firma en el nuevo mercado y, por ende, el desarrollo de los recursos y capacidades que incrementan las garantías de éxito en la posterior implantación definitiva. Frente a la incremental, la estrategia de opción posee un menor nivel de flexibilidad, aunque presenta a cambio una mayor capacidad para generar renta. Este tipo de estrategia se revela especialmente

indicado para aquellos casos en los que el riesgo de la inversión proceda principalmente de la incertidumbre con respecto al éxito de posicionamiento competitivo de la empresa en el nuevo mercado.

El caso concreto que nos ocupa exhibe muestras claras de pertenecer al tipo de estrategia de implantación completa. Entre éstas cabe destacar la holgada capacidad productiva del proyecto evaluado –siempre en términos comparativos con el tipo de inversión estándar de la rama sectorial–, la crecida cuota de mercado obtenida por GAI en la negociación preliminar con las ensambladoras ubicadas en Brasil, y el amplio abanico de productos inicialmente ofertados. Podría también identificarse, no obstante, algún rasgo propio de la estrategia de opción, especialmente cuando se toma en consideración el citado potencial de crecimiento del mercado brasileño, la capacidad inicial del proyecto para generar renta ó las posibilidades con que cuenta GAI para incrementar la gama originaria de productos fabricados en Brasil.

Con todo, el proyecto analizado se encuentra más próximo de una estrategia de implantación completa en un mercado en fase de crecimiento y, por tanto, con claras oportunidades de crecimiento futuro, que de una estrategia de opción en la que el compromiso es limitado tanto en el número de productos diferentes ofertados como en la propia capacidad instalada.

Por otra parte, concurren en el proyecto prácticamente todas las circunstancias antes aludidas como factores determinantes de la adopción de la estrategia de implantación completa. La empresa consigue disponer, en el momento de evaluación del compromiso en Brasil, de los recursos requeridos, en buena medida gracias al endeudamiento y a la colaboración del socio local. La influencia de la experiencia previa en el mercado sobre el éxito de la inversión se halla aminorada por los vínculos previos y actuales mantenidos entre GAI y sus clientes globales en otras zonas geográficas. Por el contrario, la amenaza ejercida por la posible implantación de otros competidores y la inminente necesidad de proveedores de componentes derivada de los planes expansionistas de las ensambladoras en Brasil, condiciona el éxito del proyecto al establecimiento inmediato. Además, y como se demuestra a la luz del subsiguiente análisis de las opciones, el riesgo de la inversión

es acotado por los beneficios derivados de los derechos de abandono asociados al compromiso. Circunstancia esta última que en cierto modo pudiera explicar el desajuste con el último de los factores asociados a este tipo de estrategia, el que identifica contextos de limitada incertidumbre tanto con respecto al posicionamiento competitivo de la empresa como en relación al potencial de la demanda, dado que el elevado riesgo del proyecto asociado sobre todo con la evolución del mercado brasileño encaja más con la estrategia del tipo incremental.

V.1.1 IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LAS OPCIONES REALES DEL PROYECTO

Siguiendo el esquema convencional, el conjunto de derechos de decisión cuya propiedad es adquirida por los propietarios de las empresas TRIMTEC e IRAMEC mediante la inversión en Brasil, es clasificado en cuatro grupos principales: opciones operativas, opciones de ampliación y de reducción del tamaño inicial del proyecto, opciones de inversión y opciones de abandono.

En la categoría de opciones operativas suele agruparse todos aquellos derechos de decisión relacionados con el estado de los recursos y capacidades asignados a determinado proyecto. Se enmarcan aquí, tanto las opciones de paralización, reinicio, ralentización y aceleración del ritmo productivo, como las relativas al intercambio de *inputs* y de *outputs*. Entre estas últimas, y dejando al margen aquellas asociadas a la flexibilidad tecnológica de los recursos productivos que conforman el proyecto, destacan las relacionadas con la distribución geográfica de la producción del socio multinacional.

De hecho, una de las capacidades principales que las empresas multinacionales adquieren a través de su participación mayoritaria en proyectos geográficamente dispersos, es la relativa a la ordenación de la actividad productiva y comercial entre los mismos (Kogut y Kulatilaka, 1988). La dispar evolución de determinadas variables en diferentes países o zonas geográficas –tales como, la demanda, los costes de los materiales, los gastos de personal, los tipos de cambio o las cargas impositivas– permite que aquellas empresas con capacidad productiva o comercial en los mismos concentren sus esfuerzos en los usos más beneficiosos,

incrementando el ritmo de su actividad en los emplazamientos más prósperos y reduciéndolo en aquellos otros enclaves menos rentables.

Lógicamente, el valor de las opciones de intercambio depende de la relación entre las zonas geográficas entre las que se reparte la actividad de la empresa y de los costes de ajuste de tales opciones. En el caso de la inversión de GAI en Brasil, las opciones de intercambio de la producción que proporciona la ampliación del abanico de posibles localizaciones de su actividad, se encuentran sin embargo restringidas tanto por la propia naturaleza de sus productos como por la relación de dependencia que los proveedores de componentes del automóvil padecen con respecto a sus clientes.

En primer lugar, los altos costes de transporte y de almacenamiento que conlleva el elevado volumen de los componentes fabricados por GAI, reducen las posibilidades de intercambio rentable de la producción a las plantas más próximas, cuya eficiencia productiva, precisamente como consecuencia de esta proximidad, suele evolucionar además de forma bastante similar. En segundo lugar, el largo plazo de vigencia de los contratos que regulan las transacciones entre las montadoras y sus suministradores y el desigual reparto de poder entre ambas partes, convierte la interrupción del suministro de un componente en causa más que probable de la rescisión del contrato en cuestión y la reincidencia en este tipo de prácticas en motivo de ruptura de sus relaciones.[238]

Por este motivo, y por cuanto el interés del presente análisis se centra en el estudio de la viabilidad económica de la inversión en Brasil *per se*, el epígrafe *V.2* se centra en el análisis de las opciones operativa relacionadas con el ritmo productivo del proyecto. Además, por cuanto el ejercicio de las opciones de intercambio de la localización geográfica de la producción implica la paralización o ralentización de la actividad de determinados enclaves y el reinicio o acelaración del ritmo productivo

[238] Con todo, los proveedores de componentes se benefician, aunque de manera indirecta, del ejercicio de las opciones operativas de intercambio que poseen las empresas montadoras, y siempre y cuando, posean instalaciones en las regiones geográficas a las que se redirige el ensamblaje de vehículos.

de otros, de algún modo, la discusión esgrimida al respecto de estas últimas opciones se extiende directamente a las anteriores, sin más diferencia que mientras que los derechos asociados al ritmo operativo de un único proyecto dependen únicamente de su propia viabilidad económica, las opciones de intercambio de la actividad entre diversos emplazamientos geográficos depende de la eficiencia relativa.

Bajo la etiqueta de opciones de ampliación y de reducción se agrupan todos aquellos derechos de decisión relacionados con futuras variaciones de la capacidad máxima del proyecto de inversión. La línea divisoria que separa las opciones de aceleración del ritmo productivo del proyecto con respecto a las opciones relativas a la ampliación del proyecto y las opciones de ralentización de la actividad frente a las de reducción del proyecto, es trazada por el volumen de los recursos asignados al mismo. Mientras que la intensificación y disminución del ritmo productivo no implica modificaciones en el capital total inmovilizado en el proyecto, el ejercicio de las opciones de ampliación y reducción supone, respectivamente, el incremento o la disminución de la capacidad productiva máxima que se consigue mediante nuevas inversiones y desinversiones en el proyecto.[239]

Aunque de nuevo limitadas por la posición de dominio de las empresas montadoras, la inversión inicial en Brasil faculta a sus propietarios a realizar ulteriores ampliaciones y reducciones de la capacidad productiva del proyecto para ajustarla así a la evolución del volumen de la demanda. La ampliación posibilita a la empresa el suministro de componentes para un número de vehículos superior al determinado por la capacidad máxima inicial, mientras que la reducción permite ajustar el montante de los costes fijos asociados a una posible etapa recesiva del mercado. Estas opciones son analizadas y valoradas, respectivamente, en los epígrafes tercero y cuarto.

Menos patente resulta aún la diferenciación entre las opciones de ampliación y las opciones de inversión y entre las opciones de abandono y las opciones de

[239] Así, por ejemplo, la incremento del número de turnos de trabajo de dos a tres supondría, según este criterio de clasificación, el ejercicio de una opción operativa, mientras que la adquisición de una nueva línea de montaje implicaría el ejercicio de una opción de ampliación.

reducción. En todos los casos, el ejercicio de este tipo de derechos ocasiona la modificación del capital invertido en el proyecto, sin embargo, normalmente las primeras son asociadas con decisiones que no implican grandes modificaciones en los negocios o en las líneas de productos atendidos, mientras que las segundas son vinculadas a cambios mayores que conllevan la redefinición del proyecto.

Siguiendo este criterio, en el estudio de la inversión de GAI en Brasil, optamos por definir las opciones de ampliación como aquellas cuyo ejercicio incrementa la capacidad máxima de producción del proyecto en relación con los componentes previamente pactados en los contratos de suministro; reservando la denominación de opciones de inversión para agrupar a aquellas otras cuyo ejercicio supone la ampliación de las instalaciones productivas para la fabricación de nuevos componentes. De modo similar, diferenciamos entre opciones de reducción y de abandono según disminuyan únicamente la capacidad máxima de fabricación o impliquen el abandono de alguno o de varios de los componentes producidos.

Una vez más, sobre la naturaleza de este tipo de opciones influye decisivamente el desigual reparto de poder entre los suministradores de componentes y sus clientes. En realidad, y a diferencia de lo que sucede en las industrias objeto de estudio de anteriores trabajos de opciones reales, la posibilidad de ampliar la línea de productos del proyecto Brasil no constituye propiamente un derecho del fabricante de componentes. Por el contrario, la decisión corresponde generalmente a la empresa montadora que, mediante la elección de los suministradores de un determinado modelo, determina el proceso mismo de inversión de sus proveedores.

No obstante, tampoco puede afirmarse que sean las ensambladoras de automóviles quienes dirijan las inversiones futuras de sus proveedores. Más bien, la consecución de un nuevo contrato de suministro supone una condición necesaria, pero no suficiente de la inversión de los productores de equipos y componentes. En última instancia, quienes deciden sobre la conveniencia del lanzamiento de un nuevo producto en sus plantas, lógicamente en función de su repercusión sobre el valor de sus empresas, son los propios proveedores, que adquieren esta capacidad mediante la previa instalación en Brasil. Se trata por tanto de una cuasiopción de inversión futura, que no es ni un derecho cierto ni una obligación, cuyo ejercicio se halla

condicionado a la ocurrencia de un suceso, que en este caso, se manifiesta en la obtención del contrato. El análisis de este tipo particular de opciones de inversión es abordado en el epígrafe *V.5.*

Aunque en menor medida, las opciones de abandono se encuentran también condicionadas por la posición de dominio de las empresas montadoras. En este caso, la decisión de rescisión de un contrato y liquidación o reasignación de los activos sí que constituye un derecho exclusivo e inalienable del proveedor de componentes, sin embargo su ejercicio ha de ser evaluado en función de las consecuencias que pudiera acarrear que, en ocasiones, trascienden al propio acuerdo cancelado.

Por este motivo, el apartado *V.6*, dedicado al estudio de las opciones de abandono del proyecto evaluado, se centra en el análisis del derecho de ruptura de las relaciones con un determinado cliente en el ámbito brasileño, en lugar de evaluar la capacidad de rescindir un contrato determinado, y en el examen de la opción de liquidación completa del proyecto.

Aunque la clasificación aquí propuesta sobre las opciones reales de la inversión analizada no es la única posible, resulta sin embargo especialmente adecuada para la compresión de la naturaleza de los citados derechos de decisión y, por ende, para la estimación del VAN ampliado del proyecto.

V.1.2 EL MODELO DE VALORACIÓN

El proceso de valoración empleado en la estimación del VAN ampliado de la inversión evaluada consta de cuatro etapas sucesivas. La primera tiene por objeto la identificación del proceso estocástico dibujado por la futura evolución de los flujos de tesorería del proyecto. Para ello, se identifica el conjunto de variables aleatorias de las que aquellos dependen, la estructura de comportamiento en el tiempo de estas últimas y la particular relación funcional que vincula a unos y a otras entre sí. En la segunda etapa, la evolución estocástica de las variables exógenas es ajustada por su riesgo sistemático de forma que los flujos de tesorería asociados a este nuevo proceso representen los equivalentes ciertos de los valores originales. En tercer lugar, la evolución continua ajustada de los factores independientes es aproximada en el campo discreto, quedando perfectamente determinados tanto el flujo de

tesorería equivalente cierto correspondiente a cada uno de los subintervalos en los que se divide la vida del proyecto, como la distribución temporal de los derechos de decisión asociados a la inversión. La cuarta y última etapa consiste en la aplicación de un algoritmo de optimización que permite concretar la política óptima de ejercicio de cada una de las opciones reales así como el consiguiente VAN ampliado del proyecto. En las líneas que siguen se describe de manera detallada el diseño del modelo de valoración empleado en el análisis de la inversión en TRIMTEC e IRAMEC.

Sea $\widetilde{F}_{zt}$ el flujo de tesorería del proyecto de inversión z generado en el intervalo *(t, t+dt)* que definimos en función del número de vehículos producidos en Brasil en dicho intervalo, $\widetilde{\theta}_t$, esto es,

(5.1) $$\widetilde{F}_{zt} = f_{zt}\left(\widetilde{\theta}_t\right)$$

donde $\widetilde{\theta}_t$ suponemos que evoluciona en el período considerado como un proceso geométrico browniano de parámetros constantes α y σ, es decir,

(5.2) $$d\theta_t = \alpha dt + \sigma dz_t$$

siendo z_t un proceso de Wiener tal que,

(5.3) $$dz_t = \varepsilon_t \sqrt{dt}; \quad \varepsilon_t \approx N(0,1); \quad \mathrm{E}\left(\varepsilon_t \varepsilon_s\right) = 0 \quad \forall t \neq s$$

Asociado a θ_t existe otro proceso estocástico $\hat{\theta}_t$, cuya evolución en el tiempo es función lineal del riesgo sistemático de la producción de vehículos, esto es,

(5.4) $$d\hat{\theta}_t = \hat{\alpha}\hat{\theta}_t + \sigma\hat{\theta}_t dz_t = \left(\alpha - \left(E(R_M) - R_f\right)\beta_\theta\right)\hat{\theta}_t + \sigma\hat{\theta}_t dz_t; \text{ siendo } \hat{\theta}_0 = \theta_0$$

y, a partir del cual, queda determinado el equivalente cierto de cualquier valor futuro de aquellos activos cuya volatilidad venga inducida exclusivamente por la variable de estado considerada.

Adicionalmente, la evolución continua del proceso $\hat{\theta}_t$ es aproximada por el correspondiente proceso aritmético en tiempo discreto, empleando para ello la

transformación logarítmica propuesta por Trigeorgis (1991a, pág. 311) que verifica los requisitos de estabilidad y consistencia. Esto es, definimos la variable X_t como el logaritmo neperiano de $\hat{\theta}_t$,

(5.5) $$X_t = \ln(\hat{\theta}_t)$$

cuya evolución continua en el tiempo –se demuestra por el lema de Itô que– corresponde a la de un proceso aritmético browniano de media $\left(\hat{\alpha} - \frac{1}{2}\sigma\right)dt$ y varianza $\sigma^2 dt$:

(5.6) $$dX_t = \left(\hat{\alpha} - \frac{1}{2}\right)dt + \sigma^2 dz_t$$

Dividiendo el horizonte temporal considerado de duración T en N subintervalos discretos idénticos de amplitud Δt, tal que,

(5.7) $$\Delta t = \frac{T}{N}$$

entonces, el proceso aritmético Browniano X_t puede ser aproximado a partir del recorrido aleatorio de Markov H_t que en cada subintervalo $(t, \Delta t)$ incrementa en ΔH unidades con probabilidad P y disminuye en $-\Delta H$ unidades con probabilidad $1-P$, donde:

(5.8) $$P = \frac{1}{2}\left(1 + \frac{\left(\hat{\alpha} - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\frac{T}{N}}{\Delta H}\right)$$
$$\Delta H = \sqrt{\sigma^2 \frac{T}{N} + \left(\left(\hat{\alpha} - \frac{1}{2}\sigma^2\right)\frac{T}{N}\right)^2}$$

con lo que los valores de la variable H quedan perfectamente determinados a lo largo del horizonte temporal T como:

$$H_0 = \ln\theta_0 \left\langle \begin{array}{l} H_{11} = H_0 + \Delta H \left\langle \begin{array}{l} H_{21} = H_0 + 2\Delta H \\ H_{22} = H_0 \\ H_{23} = H_0 - 2\Delta H \end{array} \right. \\ H_{12} = H_0 - \Delta H \end{array} \right. \cdots\cdots \begin{array}{l} H_{N1} = H_0 + N\Delta H \\ H_{N2} = H_0 + (N-2)\Delta H \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ H_{N\,N} = H_0 - (N-2)\Delta H \\ H_{N\,N+1} = H_0 - N\Delta H \end{array}$$

y también los valores ajustados de la producción de vehículos en cada uno de los N subintervalos en los que se divide dicho horizonte temporal, que resultan del exponencial de H, es decir,

$$\hat{Q}_0 = \hat{\theta}_0 = \theta_0 \left\langle \begin{array}{l} \hat{Q}_{11} = e^{H_{11}} = e^{(H_0+\Delta H)} \\ \hat{Q}_{12} = e^{H_{12}} = e^{(H_0-\Delta H)} \left\langle \begin{array}{l} \hat{Q}_{21} = e^{H_{21}} = e^{(H_0+2\Delta H)} \\ \hat{Q}_{22} = e^{H_{22}} = e^{H_0} \\ \hat{Q}_{23} = e^{H_{23}} = e^{(H_0-2\Delta H)} \end{array} \right. \end{array} \right. \cdots \begin{array}{l} \hat{Q}_{N1} = e^{H_{N1}} = e^{(H_0+N\Delta H)} \\ \hat{Q}_{N2} = e^{H_{N2}} = e^{(H_0+(N-2)\Delta H)} \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \hat{Q}_{N\,N} = e^{H_{NN}} = e^{(H_0-(N-2)\Delta H)} \\ \hat{Q}_{N\,N+1} = e^{H_{NN+1}} = e^{(H_0-N\Delta H)} \end{array}$$

donde, $\hat{Q}_{ij}$, para *j=1, ... i+1*, representa los *i+1* posibles valores, ajustados por el riesgo sistemático, del número de vehículos producidos en el intervalo temporal que va del instante *i* al *i+1*, siendo sus correspondientes probabilidades,

$$\begin{array}{l} p(Q_{i1}) = P^i \\ p(Q_{i2}) = iP^{i-1}(1-P) \\ \vdots \\ p(Q_{ij}) = \begin{pmatrix} i \\ j-1 \end{pmatrix} P^{i-(j-1)}(1-P)^{j-1} \\ \vdots \\ p(Q_{ii}) = iP(1-P)^{i-1} \\ p(Q_{ii+1}) = (1-P)^i \end{array}$$

Con lo que, considerando la relación funcional entre los flujos de tesorería generados por el proyecto en cada subintervalo temporal *(i, i+1)* y el valor ajustado de la producción de automóviles en el mismo intervalo, quedan determinados todos los posibles valores, corregidos por su riesgo sistemático, de los flujos de tesorería

del proyecto en cada uno de los N subintervalos en los que dividimos su vida económica:

$$\hat{F}_0 = f(\hat{Q}_0)\left\langle \begin{array}{l} \hat{F}_{11} = f(\hat{Q}_{11})\left\langle \begin{array}{l} \hat{F}_{21} = f(\hat{Q}_{21}) \\ \hat{F}_{22} = f(\hat{Q}_{22}) \\ \hat{F}_{23} = f(\hat{Q}_{23}) \end{array}\right. \\ \hat{F}_{12} = f(\hat{Q}_{12}) \end{array}\right. \cdots \begin{array}{l} \hat{F}_{N1} = f(\hat{Q}_{N1}) \\ \hat{F}_{N2} = f(\hat{Q}_{N2}) \\ \vdots \\ \vdots \\ \vdots \\ \hat{F}_{N\,N} = f(\hat{Q}_{N\,N}) \\ \hat{F}_{N\,N+1} = f(\hat{Q}_{N\,N+1}) \end{array}$$

Llegados a este punto, si se pretendiese ahora obtener el valor actual de la inversión pasiva en el proyecto, bastaría con seguir un proceso recesivo (partiendo del instante que marca el término de la inversión hacia el momento de su aceptación) por el cual los equivalentes de certeza son sucesivamente actualizados al tipo de interés libre de riesgo y acumulados en el valor del proyecto. Al final de la vida económica del proyecto, en el instante $i=N$, los valores de la inversión, $\hat{F}_{N\,j}$, depende del correspondiente valor de la producción de automóviles, $\hat{Q}_{N\,\mathrm{j}}$, y suponemos que coincide con los posibles residuales del proyecto. En el instante inmediatamente anterior, $i=N-1$, los valores de la inversión coinciden con el valor actualizado de los correspondientes valores del proyecto en N, más el flujo de tesorería generado en el subintervalo $(N-1, N)$, esto es,

$$\begin{aligned} V_{N-1\,j} &= \frac{PV_{N\,j} + (1-P)V_{N\,j+1}}{\left(1 + R_{f\frac{N}{T}}\right)} + \hat{F}_{N-1\,j} = \\ &= \frac{P\hat{F}_{N\,j} + (1-P)\hat{F}_{N\,j+1}}{\left(1 + R_{f\frac{N}{T}}\right)} + \hat{F}_{N-1\,j}; \quad para \;\; j = 1,\ldots,N \end{aligned} \tag{5.9}$$

donde $R_{f\frac{N}{T}}$ es el tipo de interés libre de riesgo asociado al intervalo de amplitud $\Delta t=N/T$.

En el instante *i=N-2*, los valores del proyecto de nuevo corresponden al valor actualizado de posibles futuros más el importe del flujo generado en intervalo *(N-2, N-1)*, esto es,

$$V_{N-2\,j} = \frac{PV_{N-1\,j} + (1-P)V_{N-1\,j+1}}{\left(1 + R_{f\frac{N}{T}}\right)} + \hat{F}_{N-2\,j}; \quad para \quad j = 1,\ldots,N-1 \tag{5.10}$$

donde $V_{N-1\,j}$ y $V_{N-1\,j+1}$, para *j=1, ..., N*, son los posibles valores del proyecto en el momento *i=N-1*, calculados en el paso anterior.

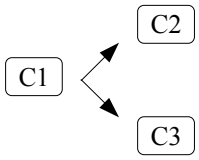
Repitiendo el proceso para cada uno de los posibles estados de la naturaleza descritos por los valores de la producción de automóviles desde el instante *i=N-2* hasta el momento inicial *i=0*, se llega a obtener el valor actual del proyecto, que resulta de añadir al valor actual de los valores esperados del proyecto en el instante *i=1*, el flujo de tesorería obtenido en el intervalo *(0, 1)*, es decir,

$$V_0 = \frac{PV_{11} + (1-P)V_{12}}{\left(1 + R_{f\frac{N}{T}}\right)} + \hat{F}_0 \tag{5.11}$$

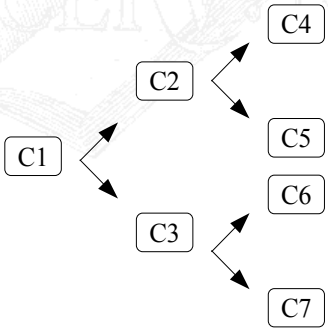
Si por el contrario, el objetivo consistiese en cuantificar el VAN ampliado de la gestión eficiente y continuada del proyecto, la anterior caracterización del proceso de generación de flujos constituiría una buena base a partir de la cual valorar la cartera de derechos de decisión. Para ello, una vez identificados el conjunto de opciones reales, hay que especificar todas y cada una de las distintas combinaciones de ejercicio de los derechos del proyecto y los consiguientes árboles de flujos de tesorería. A partir de los estos últimos, y de nuevo mediante un proceso iterativo de delante hacia atrás, es posible determinar la política óptima de ejercicio de cada uno de los derechos en cada instante y según cuál sea la evolución de la variable de estado, como aquella que maximiza el correspondiente valor del proyecto y, por ende, el VAN ampliado del mismo.

Considérese por ejemplo la valoración de una inversión cuya propiedad posibilita el ejercicio de *k* derechos diferentes distribuidos a lo largo de su vida

útil.[240] Sea *C1* la corriente de los flujos de tesorería equivalentes en certeza de otro proyecto idéntico pero que carece de opciones reales. Asociadas a *C1* y a la opción de más temprano ejercicio se definen otras dos rentas: *C2*, que resulta del ejercicio de la primera opción; y *C3*, que responde a la expiración de la opción sin ejercicio y que, por tanto, coincide con *C1*. Gráficamente,

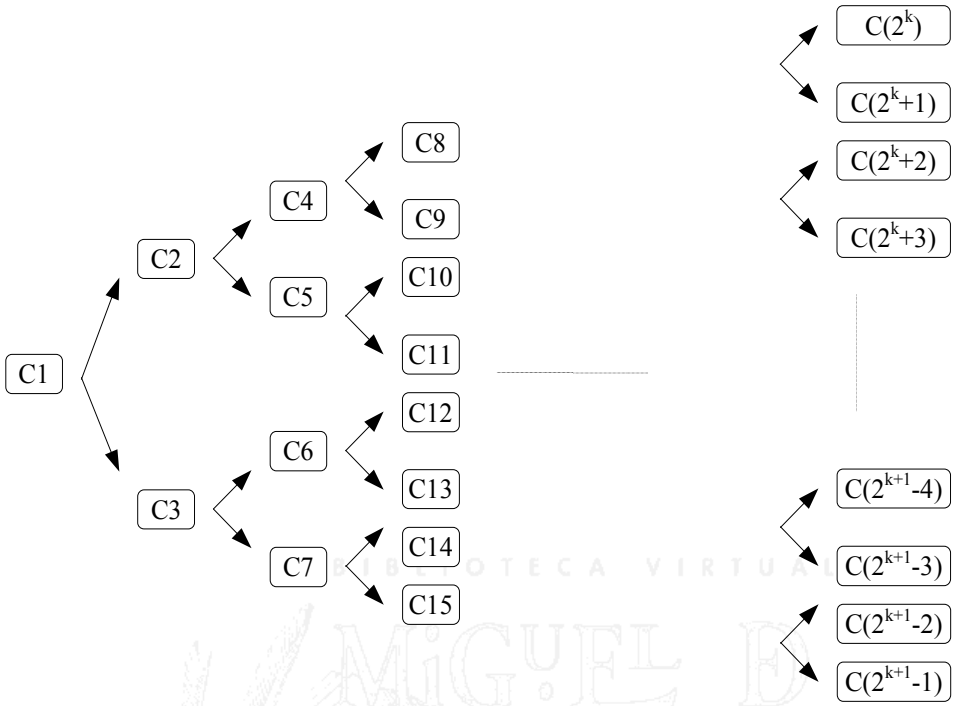


La segunda opción se halla definida sobre la renta resultante de la decisión adoptada con respecto al derecho precedente, con lo que el número de posibles corrientes de flujos de tesorería resultantes de las dos primeras opciones será igual a cuatro, es decir,



donde *C4* representa la corriente de flujos de tesorería derivada del ejercicio de la primera y de la segunda opción; *C5* la correspondiente al ejercicio de la primera opción y no ejercicio de la segunda; *C6* es la corriente resultante de no ejercitar la primera opción pero si la segunda; y, por último, *C7* es la correspondiente al no ejercicio de ninguno de los derechos.

[240] Para simplificar la exposición suponemos que los derechos son del tipo europeo. El razonamiento puede sin embargo extenderse al caso de las opciones americanas sin excesiva complicación.



En general, la concurrencia de k opciones europeas en un proyecto de inversión determina la existencia un abanico de 2^k posibles corrientes de flujos de tesorería que coinciden con otras tantas combinaciones del ejercicio de los derechos. La identificación de las 2^k estrategias de ejercicio dibuja un árbol de $2^{k+1}-1$ corrientes de tesorería de importancia cardinal en la valoración de la cartera de derechos.

Como es lógico, el valor ampliado del proyecto de inversión cuya propiedad incorpora estas k opciones reales es aquél que se deriva de la estrategia que precisamente maximiza este valor. Con lo cual, la estimación del VAN ampliado pasa necesariamente por la identificación de la política óptima de ejercicio de cada una de las opciones, que a su vez depende de la evolución de la variable de estado y del uso del resto de opciones.

Partiendo de la serie de 2^k árboles de flujos de tesorería resultantes de considerar todas las combinaciones posibles de ejercicio de las k opciones –es decir, las corrientes de tesorería denotadas por $C(2^k)$, $C(2^k+1)$, ..., $C(2^{k+1}-2)$, $C(2^{k+1}-1)$– la comparación del valor que resulta de actualizar hasta la fecha de ejercicio del último derecho, t_k, los flujos de tesorería que se esperan percibir con posterioridad a dicho momento, realizada entre cada uno de los 2^{k-1} pares de rentas definidos por el binomio "ejercicio *vs.* no ejercicio" de la opción k-ésima y para cada uno de los

posibles valores de la variable de estado, permite la identificación de la política óptima de ejercicio de la última opción. Sustituyendo el valor óptimo así calculado del ejercicio de la *k*-ésima opción por el flujo correspondiente al instante t_k en cada una de las corrientes de flujos de tesorería de las posibles estrategias de ejercicio de las *k-1* opciones precedentes y para todos los posibles valores de la variable exógena, se consigue obtener las distintas combinaciones de las *k-1* primeras opciones con ejercicio óptimo de la k-ésima. La sucesiva repetición del anterior proceso de maximización permite identificar la correspondiente política de ejercicio óptimo del conjunto de opciones que maximiza el VAN ampliado del proyecto.

El modelo de valoración descrito, operacionalmente complejo cuando el número de derechos y de subintervalos en los que se divide el horizonte temporal del proyecto es elevado, posibilita la identificación del valor de las opciones reales asociadas al proyecto, aventajando en flexibilidad a los modelos de valoración de opciones analíticos[241]. Además, frente a otros modelos de valoración en tiempo discreto, como el de aproximación del proceso estocástico del valor del activo subyacente propuesto por Trigeorgis (1991a), el aquí presentado es menos exigente por cuanto no requiere conocer *a priori* el valor del proyecto de inversión ni la estructura estocástica de su comportamiento en el tiempo. En su lugar, basta con determinar la variable –o variables[242]– inductoras del riesgo del proyecto, estimar su comportamiento estocástico y determinar la función de dependencia de los flujos de tesorería con respecto a aquella.[243]

---

[241] En la práctica, la aplicación del modelo a la valoración de las inversiones del Grupo Antolín-Irausa se instrumentalizó mediante un sencillo programa informático que permitió automatizar el conjunto de los cálculos necesarios para determinar el VAN ampliado, entre ellos, el enmarañado proceso de optimización.

[242] El modelo de valoración podría extenderse al caso de múltiples factores de estado sin mayor complicación que las relativas a la programación del algoritmo de valoración. Al respecto, véase por ejemplo Kamrad y Ritchken (1991).

[243] En realidad, el modelo presentado tiene su origen en la aplicación práctica de la citada propuesta de TRIGEORGIS a la valoración de las inversiones de GAI y en los problemas de estimación de las variables de partida derivados de aquel primer intento.

V.2 LAS OPCIONES OPERATIVAS Y LA ESTRUCTURA DE PAGOS DEL PROYECTO

Por su ligazón con la relación funcional de dependencia entre los flujos de tesorería generados por el proyecto de inversión y los valores de la variable de estado, el primero de los derechos de decisión analizado es el asociado con la capacidad para modificar el ritmo de las operaciones productivas. En este ámbito se enmarcan las opciones de paralización de la producción, las de reinicio de las operaciones, las de ralentización del ritmo operacional y las de aceleración del mismo.

En principio, el importe de los flujos de tesorería de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC ha sido definido en función del número de vehículos producidos en Brasil, por cuanto la actividad productiva de aquellos viene determinada por el correspondiente de sus clientes. Además, tanto estos últimos como aquellos producen bajo el sistema JIT, de manera que la sincronización entre el ritmo de fabricación de compradores y proveedores de componentes de interior es prácticamente perfecta. El mantenimiento de un volumen de producción constante, e independiente del número de vehículos producidos día a día, no resulta rentable puesto que el elevado volumen físico de este tipo de componentes acarrea costes de almacenamiento que no son compensados por el ahorro de los costes de ajuste relacionados con los cambios en el ritmo productivo.

Por su parte, la paralización de la actividad en períodos en los que la demanda no permita llegar al umbral de rentabilidad tampoco resulta rentable, por cuanto el ejercicio de este derecho implicaría inevitablemente la resolución del contrato de suministro. De manera que, aún cuando el derecho a paralizar las operaciones productivas exista, las consecuencias de su ejercicio lo convierten en la práctica en una auténtica opción de abandono; cuyo contrapeso no es una opción de reinicio de la actividad productiva, al menos en su concepción corriente, sino más bien una opción de inversión.[244]

---

[244] Si la paralización de las operaciones conlleva la pérdida de los contratos de suministro vigentes, entonces el reinicio de la actividad exigiría no sólo el pago de unos costes de ajuste,

De las observaciones apuntadas –el ritmo de las operaciones no es decidido por la empresa sino dirigido por la actividad productiva de sus clientes, la opción de paralización es en realidad una opción de abandono y el reinicio de la producción equivale a una nueva inversión– parece desprenderse que la flexibilidad operativa del proyecto es en este caso irrelevante y que, por tanto, el VAN ampliado de la inversión coincide con el VAN ampliado de las opciones relacionadas con el volumen de recursos comprometidos a largo plazo, o lo que es lo mismo, que el valor de las opciones derivadas de la estructura operativa del proyecto resulta insignificante.

Sin embargo, el caso aquí estudiado –al igual que ocurre en la mayoría de las inversiones empresariales– presenta restricciones técnicas cuyas posibles consecuencias sobre el valor de los flujos futuros de tesorería y sobre el ejercicio de las opciones de inversión y abandono merecen un análisis más detallado. Y es que, aún cuando en principio pudiera parecer lógico el hecho de que los flujos de tesorería –y, por tanto, los cobros y los pagos– de la inversión fluctúen con el número de pedidos de la empresa, no lo es menos suponer la existencia de una serie de cobros y de pagos cuyo importe no depende del valor de la variable de estado, generalmente conocidos por cobros fijos y pagos fijos.

Más aún, con la excepción de los cobros por ventas de productos y pagos por compras de materiales, el resto de partidas de cobros y pagos suelen presentar una estructura mixta consistente en un importe mínimo, dependiente del tamaño del proyecto, a partir del cual su volumen evoluciona parejo con el número de pedidos. Analíticamente,

$$F_{ijl} = \text{máx}\left(f_l(Q_{ij}, W, \overline{Q}); m\right) \tag{5.12}$$

donde F_{ijl} representa el flujo de caja generado en el subintervalo *(i, i+1)* en el estado de la naturaleza *j*, correspondiente al concepto de cobro o de pago *l*; f_l, simboliza la

asociados al esfuerzo necesario para recomponer el ritmo productivo de la empresa, sino también la consecución de nuevos contratos que inevitablemente implica inversiones adicionales en activos materiales e inmateriales.

relación funcional entre el importe variable del flujo y la variable de estado Q_{ij}, el número de turnos de trabajo diarios W y la capacidad productiva máxima del proyecto $\overline{Q}$; y, por último, m denota el importe mínimo, independiente del valor de la variable de estado Q_{ij}, que viene determinado por el tamaño de la inversión.[245]

Dicha estructura de los flujos de tesorería es observada en el cálculo del valor de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC. En el modelo propuesto en el epígrafe anterior, la función que relaciona el valor de los flujos de tesorería del proyecto con la producción de automóviles es modificada de manera que, en todo momento y cualquiera que sea el valor de la variable de estado, su importe efectivo no disminuya por debajo del flujo fijo mínimo:

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

(5.13) $$F_{ij} = \sum_{l=1}^{L} \text{máx}\left(f_l(Q_{ij}, W, \overline{Q}); m_l\right)$$

El posterior cálculo de los valores ajustados del número automóviles fabricados en Brasil, requerido para la determinación del flujo de tesorería cierto equivalente, afecta únicamente a la parte variable del flujo correspondiente y no a la parte fija que, en consecuencia, es actualizada en el modelo propuesto sin modificación alguna al tipo de interés libre de riesgo. Esta forma de proceder, razonable a la vista del carácter cierto del componente fijo del flujo de tesorería, parecer omitir el hecho igualmente lógico de que el cobro o pago de este importe está condicionado a la supervivencia del proyecto y que, por tanto, no se trata de un flujo del todo cierto. Dicha circunstancia es sin embargo corregida en el cálculo final del VAN ampliado del proyecto mediante la consideración de la opción de abandono.[246]

---

[245] En realidad, el valor de m depende indirectamente del número de automóviles producidos en Brasil, puesto que el tamaño de la inversión, que es decido a lo largo del tiempo a través del ejercicio de las opciones de crecimiento y abandono, es función, entre otras variables, de la evolución de la variable de estado. Suponiendo, sin embargo, que el tamaño del proyecto de inversión permanece constante hasta la fecha final de su liquidación, el importe de m resulta independiente de los valores que, a lo largo del tiempo, adopte la variable de estado.

[246] Véase epígrafe *V.6*.

La introducción de este tipo de consideraciones en el modelo de valoración propuesto proporciona una nueva aproximación del VAN de la inversión en Brasil. La tabla 5.3 resume el valor estimado de los distintos conceptos de ingresos y de gastos por unidad de vehículo atendido así como el correspondiente importe mínimo e independiente del volumen de la producción brasileña de vehículos, que son empleados en el cálculo de la corriente de flujos de tesorería del proyecto.

Del conjunto de partidas, es posible distinguir cuatro categorías de ingresos y gastos según su relación de dependencia con los valores de la variable de estado. El primero está constituido por los cobros o pagos cuyo importe depende íntegramente del número de vehículos atendidos: las de ventas de productos, compras de materiales, costes de mano de obra directa, impuestos indirectos, otros gastos de fabricación y los costes de asistencia técnica y comercial. En segundo lugar se encuentran los gastos cuyo importe viene indirectamente determinado por el valor de la variable de estado y directamente por el número de turnos diarios de trabajo, cuales son, los gastos del personal indirecto y los costes de mantenimiento y repuestos.

Tabla 5.3
Estructura de ingresos y gastos fijos y variables del proyecto Brasil*

	Importe variable por cada vehículo atendido		Importe fijo por cada turno de trabajo diario		Importe fijo mín. dependiente del tamaño de la inversión	
Concepto	**1996**	**1997-**	**1996**	**1997-**	**1996**	**1997-**
Venta productos	54,1856156	70,0549163	-	-	-	-
Compra materiales	30,9741876	38,6465233	-	-	-	-
Gastos laborales						
Mano de obra directa	1,7217	1,8359	-	-	-	-
Mano de obra indirecta	-	-	1.037.318	1.037.318	-	-
Personal de estructura	-	-	-	-	2.131.346	2.131.346
Gastos de fabricación						
Impuestos indirectos	1,4386	1,8600	-	-	-	-
Amortización	-	-	-	-	3.516.656	4.581.800
Costes de energía	0,4517	0,4726	-	-	60.000	60.000
Mantenimiento y repuestos	-	-	193.298	341.912	-	-
Otros gastos de fabricación	0,0394	0,0267	-	-	-	-
Gastos generales						
Seguros	-	-	-	-	60.037	60.037
Asesorías	-	-	-	-	34.000	34.000
Viajes y relaciones públicas	0,3256	0,3256	-	-	280.000	280.000
Comunicaciones	0,1953	0,1953	-	-	168.000	168.000
Otros tributos	0,0326	0,0326	-	-	26.309	26.309
Otros gastos sociales	0,4233	0,4233	-	-	364.032	364.032
Asistencia técnica y comercial	1,6256	2,1016	-	-	-	-

* Los valores de los distintos conceptos de ingresos y gastos corresponden a la inversión total en Brasil, que agrupa la realizada en el proyecto TRIMTEC y la efectuada en el proyecto IRAMEC, por lo que su estimación se realiza previa compensación de los ingresos y costes derivados de su interrelación.

La tercera categoría recoge el conjunto de partidas clasificadas como gastos fijos, cuyo montante total depende exclusivamente del tamaño del proyecto y no de la evolución de variable exógena, en concreto, las amortizaciones, los gastos de personal de estructura, las primas de seguros y los costes de asesoría. Finalmente, el cuarto de los grupos de pagos se caracteriza porque sus componentes –energía, viajes y relaciones públicas, comunicaciones, otros tributos y otros gastos sociales– se encuentran a medio camino entre los pagos cuyo volumen obedece a la evolución de la variable de estado y aquellos otros ligados de modo exclusivo a la dimensión de la inversión, al depender su valor directamente del número de vehículos fabricados pero solo a partir de un determinado nivel mínimo de este último.

El análisis del comportamiento de la variable de estado se efectúa a partir de los valores anuales de la producción de vehículos en Brasil en el período 1959-1996. La variación relativa anual media del número de unidades fabricadas resulta igual al 9'2 por ciento con una desviación estándar del 14'1 por ciento. Por su parte, el estudio de la hipótesis nula de normalidad del comportamiento probabilístico de la variable a partir de la muestra indicada, revela que no hay evidencia empírica suficiente para su rechazo con un nivel crítico (*p-value*) superior al 37 por ciento –el valor del estadístico Jarque-Bera es igual a 1'986–, mientras que el análisis de la autocorrelación de la citada serie con un retardo igual a uno revela un coeficiente de 0'25. Datos, estos últimos, que aunque no permiten aceptar el supuesto de partida del comportamiento geométrico browniano de la producción de automóviles en Brasil, tampoco representan evidencia suficiente para su rechazo.[247]

La tabla 5.4 presenta el VAN de la inversión en Brasil para distintos valores esperados del incremento anual medio de la variable de estado, que son calculados a partir de los valores dibujados por el recorrido de la variable de estado a lo largo del

[247] La razón de tomar datos anuales en lugar mensuales o trimestrales se halla en la significativa estacionalidad de la variable. No obstante, tampoco la serie muestral de las variaciones relativas mensuales de la producción de vehículos, correspondiente al período octubre del 90 a octubre del 97, permite rechazar la hipótesis nula de normalidad, siendo el nivel crítico (*p-value*) del 20 por ciento (Jarque-Bera=3'21).

horizonte quinquenal de análisis que es dividido en otros 30 subintervalos y considerando como valor inicial el correspondiente al año 1995 que ascendía a 1.629.000 unidades.[248]

Al igual que en la estimación del VAN convencional del proyecto, se atribuye al activo libre de riesgo una rentabilidad anual nominal constante igual al 6'57 por ciento en dólares que, suponiendo de nuevo una tasa de inflación para los precios en dólares del 3 por ciento y para los nominados en reales del 12 por ciento, equivale a una rentabilidad del 16 por ciento en moneda brasileña. El riesgo sistemático inducido por la aleatoriedad de la variable de estado es cuantificado en un coeficiente beta igual a 0'30, que es obtenido a partir de la relación entre las variaciones anuales de la producción de vehículos en Brasil durante el intervalo temporal comprendido entre 1975 y 1996 y las correspondientes rentabilidades anuales de la cartera SP-500 en el mismo período; y que, sustituido en la ecuación fundamental del CAPM, origina una rentabilidad nominal en reales del 18'116 por ciento.

Tabla 5.4
Valor actual neto del proyecto Brasil

	Crecimiento medio				
Volatilidad	0%	5%	7%	10%	15%
7%	-476.608	2.640.824	3.876.072	5.950.726	9.332.192
13%	-710.670	2.408.508	3.723.958	5.725.515	8.895.076
15%	-720.425	2.384.317	3.682.618	5.641.027	8.707.893
20%	-822.866	2.010.217	3.195.695	4.980.657	7.832.553

El VAN es calculado considerando de manera conjunta los flujos de tesorería generados por los proyectos TRIMTEC e IRAMEC y sus respectivos desembolsos iniciales y suponiendo, en ambos casos, valor residual nulo.

De la observación de la tabla anterior se desprende –como cabría esperar– una clara relación positiva entre el VAN del proyecto y la tasa promedio de variación anual de la producción de automóviles: cuanto mayor es la tasa de crecimiento, *ceteris paribus*, mayor es el VAN de la inversión. Por su parte, la volatilidad del proceso estocástico asignado a la variable de estado, incide en menor grado y con signo negativo sobre el VAN del proyecto: mayores valores de la desviación típica

[248] Acerca de la elección la frecuencia decisional y su relación con el valor de la flexibilidad operativa véase Triantis y Hodder (1990, pág. 560).

de la variación anual del número de vehículos producidos implican, *ceteris paribus*, menores valores actuales netos de la inversión.

Frente al VAN negativo de 4.451.298 unidades que se obtendría de actualizar por el método convencional los flujos netos de tesorería generados por la inversión a la citada tasa del 18'116 por ciento, los distintos valores del VAN presentados en la tabla 5.4 se manifiestan notablemente superiores. Únicamente bajo el supuesto de crecimiento de la producción de automóviles nulo, los nuevos valores estimados presentan signo negativo, pero de cuantía bastante alejada de la que se deriva del empleo de valores esperados constantes de la variable de estado.

De entre las posibles justificaciones de esta divergencia destacan dos: de un lado, las características del proceso estocástico supuesto para la variable de estado; de otro, el apalancamiento operativo del propio proyecto. En relación con la primera de las cuestiones, el crecimiento exponencial no acotado del proceso geométrico browniano puede ayudar a explicar los valores positivos del VAN para tasas medias de crecimiento positivas, pero no los bajos valores negativos para los valores nulos de esta tasa. Para esclarecer el peso de valores que por su excesivo tamaño pudieran considerarse no sólo poco probables –propiedad que es reconocida por el propio proceso– sino incluso imposibles[249], el VAN de la inversión es recalculado bajo el supuesto de la existencia de una barrera absorbente fijada en una producción anual máxima de 4.000.000 de unidades. Como muestra la tabla 5.5, en la que se recogen estos resultados, la citada propiedad del proceso geométrico-browniano no parece suficiente para explicar las diferencias observadas.

[249] Por ejemplo, para un valor inicial de la variable de estado igual a 1.629.000 unidades, una tasa anual de crecimiento del 10 y una volatilidad anual del 15 por ciento, el valor esperado de la producción en el año 2000 ascendería a 2.685.767, pero el valor máximo adoptado por el árbol binomial estimado supera la cifra de los 10.000.000 de unidades.

Tabla 5.5
Valor actual neto del proyecto Brasil
con barrera absorbente superior de 4.000.000

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-476.606	3.876.072	9.314.306
13%	-750.559	3.497.665	8.231.099
20%	-2.096.976	867.716	4.438.884

La relevancia de la segunda de las explicaciones planteadas es evaluada a la luz del análisis del efecto del apalancamiento operativo sobre el VAN de la inversión. La tabla 5.6 ofrece los valores que se obtendrían suponiendo un apalancamiento operativo nulo, esto es, en el caso de que el importe total del conjunto de los cobros y pagos del proyecto fuesen siempre proporcionales al valor de la variable de estado. El conjunto de los valores recogidos en este cuadro se encuentra dentro de la intervalo definido por el VAN negativo –de -4.451.298 reales– estimado por el procedimiento convencional y una tasa de descuento del 18'116 por ciento, y el obtenido por el mismo método y un coste de capital del 39'6 por ciento –que ascendía a -16.327.111 reales–.

Tabla 5.6
Valor actual neto del proyecto Brasil
con apalancamiento operativo nulo

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-10.423.787	-8.254.360	-5.567.529
13%	-10.427.092	-8.326.922	-5.880.412
20%	-10.492.449	-8.581.276	-6.419.828

La diferencia entre los datos presentados en la última tabla y los recogidos en la tabla 5.4 revelan el importante papel jugado por el apalancamiento operativo en la rentabilidad económica de la inversión.[250] Cuando los flujos de tesorería son determinados a partir de la relación que éstos guardan con los valores de la variable

[250] Este apalancamiento financiero se caracteriza por la siguiente distribución del total de pagos: 78'67 por ciento variables, 5'62 por ciento dependientes del número de turnos de trabajo y 15'71 por ciento pagos fijos que dependen únicamente del tamaño de la inversión pero no del valor concreto adoptado por la variable de estado.

de estado, el VAN del proyecto resulta significativamente mayor que cero, para los supuestos considerados de volatilidad y tasas de crecimiento positivas. No obstante, dicha característica no puede atribuirse como específica de Brasil, sino del propio proceso productivo y, por ende, común en el conjunto de las inversiones de los fabricantes de este tipo de componentes.

V.3 LA OPCIÓN DE AMPLIACIÓN DEL CAPITAL INICIALMENTE INVERTIDO

A la luz del enfoque de opciones reales, el compromiso inicial en los proyectos TRIMTEC e IRAMEC constituye únicamente la primera de una larga sucesión de decisiones sobre la dimensión de la inversión que serán adoptadas a lo largo de la vida útil del proyecto y en función de la evolución de la producción de automóviles en Brasil y que, conjuntamente, conforman la estrategia de expansión de GAI en el mercado sudamericano de componentes de interior del automóvil.

En la etapa inicial de diseño del proyecto, la estructura original es elegida por sus propietarios teniendo en consideración el posible incremento futuro de la producción de automóviles y, por tanto, el consiguiente aumento de las ventas inicialmente pactadas en los contratos de suministro para cada uno de los modelos. Aun cuando, en principio, el número de automóviles que se prevé atender a lo largo de 1996 se cifra 538.500 y el correspondiente anual esperado a partir de 1997 ronda los 860.000 vehículos; la capacidad de las instalaciones productivas de la inversión asciende a 1.200.000 automóviles anuales. Dicho volumen de fabricación sería alcanzado mediante la utilización del conjunto de las instalaciones productivas en un triple turno de trabajo diario en el que intervendría un total de 308 trabajadores directamente vinculados a la producción, a los que habría que añadir otros 50 empleados de mano de obra indirecta.

Pero además, a partir del momento en que el proyecto es aceptado y hasta que es abandonado, la dirección de GAI dispone del derecho a ampliar las instalaciones y capacidad productiva tanto del proyecto IRAMEC, del que es único propietario, como del proyecto TRIMTEC, del que es socio mayoritario. Mediante la ampliación de las inversiones sin más, GAI no consigue incrementar la demanda de sus

productos por parte de sus clientes, decisión que corresponde únicamente a estos últimos, pero puede adquirir la capacidad suficiente para responder a incrementos de su demanda por encima de los volúmenes inicialmente pactados en los contratos de suministro.

Esta incompetencia para incrementar automáticamente las ventas del proyecto como consecuencia de la inyección de nuevos fondos –omitida en anteriores trabajos de opciones reales que suponen que la ampliación de la inversión implica directamente el incremento proporcional de los flujos de tesorería del proyecto y, por tanto, también de su valor actual– es recogida en el modelo propuesto mediante la caracterización de la opción de compra que implica el derecho de ampliación. El ejercicio de la opción de compra supone únicamente la adquisición de capacidad adicional, que se concreta en el incremento del número máximo de automóviles que pueden ser atendidos, y cuyo coste coincide con el precio de ejercicio de la opción.

La naturaleza de las relaciones proveedor-cliente en la industria auxiliar del automóvil implica además restricciones adicionales sobre la fecha de vencimiento de la opción de ampliación. Aun cuando en principio pudiera parecer razonable suponer que GAI dispone de libertad para de decidir el momento adecuado para expandir la capacidad de sus inversiones, en realidad el plazo de ejercicio expira en el momento en que sus clientes requieren dicha ampliación. Si, una vez agotada la capacidad productiva ociosa de las plantas productiva de GAI en Brasil, éste no responde inmediatamente al incremento adicional de la demanda de sus clientes, las montadoras buscarían nuevas fuentes de suministro que sustituirían a GAI en la fabricación de componentes para la producción de automóviles que exceda su capacidad inicial de servicio, de modo que GAI perdería toda posibilidad de recuperar dicha demanda adicional mediante ulteriores ampliaciones de su capacidad.

Conscientes de esta limitación, los directivos de GAI pueden preservar la opción de ampliación mediante la subcontratación de la citada demanda marginal a uno de sus competidores en Brasil o a otra de sus filiales geográficamente próxima. Es probable que dicha operación reporte al grupo beneficio cero ó incluso pérdidas, pero permite prolongar la vigencia de la opción de ampliación más allá de la fecha

impuesta por las necesidades de sus clientes. Suponiendo que GAI es capaz de subcontratar temporalmente los excesos de la demanda impuestos por eventuales incrementos de la producción de automóviles en Brasil y que los beneficios directos derivados de esta operación son nulos, hemos considerado la posibilidad de que el grupo amplíe la inversión inicial en Brasil en varios momentos sucesivos en el tiempo.

La ampliación del proyecto al doble de su capacidad inicial es analizada suponiendo tasas medias de crecimiento anual comprendidas entre el 0 por ciento y el 15 por ciento y volatilidades entre el 7 por ciento y el 20 por ciento. Tomando como precio de ejercicio el coste en reales de los activos productivos necesarios para la ampliación –se excluyen los gastos de constitución, utillaje, terrenos y construcciones– inflactado al 9 por ciento y suponiendo fechas de ejercicio que van del 31 de diciembre de 1997 al 31 de diciembre de 1998, la ampliación del proyecto en ningún caso se presenta como la política óptima, con lo que el valor de la correspondiente opción es nulo y el VAN de la inversión coincide con su VAN estático.

Bajo el supuesto de una tasa de crecimiento anual y volatilidad de la variable de estado del 9 por ciento y del 14 por ciento, respectivamente, el estudio del derecho de duplicación de la capacidad inicial del proyecto al término de la primera mitad de su vida económica, revela la improcedencia de su ejercicio por precios superiores a los 7 millones de reales; mientras que el ensayo de diferentes porcentajes de ampliación a lo largo del horizonte de análisis, confirma la escasa significación de este tipo de opción en el proyecto objeto de evaluación.

La justificación del no ejercicio de las opciones de ampliación, en contraste con los resultados obtenidos por otros trabajos de opciones reales, se encuentra en el efecto de la estructura competitiva y de las relaciones de poder que caracterizan la cadena de valor del automóvil. Si, en nuestro estudio, hubiéramos omitido dicha caracterización, suponiendo el directo incremento de las ventas de los proyectos y, por tanto, de su cuota de mercado, por el simple hecho de la inyección de nuevos fondos, los resultados de la estimación del VAN ampliado serían, como se muestra en la tabla 5.7, diferentes.

Tabla 5.7
Valor actual de la opción de ampliación de la cuota de mercado
y VAN extendido de la inversión

Incremento cuota de mdo.	Fecha de ejercicio 30/06/97		31/12/97		30/06/98		31/12/98	
50%	Precio Ej.	12.404.768	Precio Ej.	12.939.778	Precio Ej.	13.488.572	Precio Ej.	14.070.326
	V.A. opción	441.256	V.A. opción	91.549	V.A. opción	0	V.A. opción	0
	VAN ampl.	5.475.895	VAN ampl.	5.126.188	VAN ampl.	5.034.639	VAN ampl.	5.034.639
100%	Precio Ej.	24.809.536	Precio Ej.	25.879.555	Precio Ej.	26.977.145	Precio Ej.	28.140.652
	V.A. opción	930.765	V.A. opción	198.087	V.A. opción	0	V.A. opción	0
	VAN ampl.	5.965.404	VAN ampl.	5.232.726	VAN ampl.	5.034.639	VAN ampl.	5.034.639

El precio de ejercicio de la opción de ampliación se supone que incrementa anualmente a una tasa media, en reales, del 9 por ciento, que equivale a un crecimiento medio, en dólares, del 3 por ciento.

En este último caso, la opción de ampliación se ejercita en cuatro de los ocho contextos examinados, en concreto, cuando la decisión es planteada en fecha no posterior al tercer año de operaciones, lo cual resulta totalmente congruente con los supuestos de vida finita del proyecto y valor residual nulo. Nótese además que, supuesta una fecha de ejercicio determinada y dada las características del proyecto y de la variable de estado, el incremento de la cuota de mercado al doble de la inicial dominaría a la estrategia de la ampliación del 50 por ciento.[251]

Con todo, mientras la decisión de ampliar la cuota de mercado de la inversión no corresponda a sus propietarios y el alcance de las resoluciones de estos últimos se reduzca a la determinación de la capacidad máxima de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC, el valor de las correspondientes opciones de expansión se aproximaría a cero y la justificación de la aceptación de la inversión originaria habría que buscarla en otras fuentes de valor diferentes.

V.4 LA OPCIÓN DE REDUCCIÓN DEL CAPITAL INICIALMENTE INVERTIDO

Además de las opciones de ampliación, GAI dispone de la posibilidad de reducir, a lo largo de la vida económica del proyecto, el tamaño inicial de su inversión en Brasil. Este derecho, aunque real, se halla de nuevo limitado por la

[251] En concreto, el valor actual del derecho a ampliar su participación inicial en el mercado de componentes de interior del automóvil en un 100 por cien, una vez transcurridos dos años y medio desde el comienzo de las operaciones, representa un 15'6 por ciento del VAN ampliado del proyecto.

relación de dependencia del fabricante de componentes frente a sus clientes. De hecho, la rescisión unilateral por parte de un proveedor de los contratos de suministro previamente pactados con las empresas ensambladoras ocasionaría la posterior penalización del infractor del acuerdo mediante su exclusión en la negociación de ulteriores contratos. Con lo cual, las decisiones de reducción que afectan al cumplimiento del contrato de suministro constituirían más que el ejercicio de una opción de reducción, el de una opción de abandono.

Lógicamente, la repercusión de la rescisión de uno de los contratos de suministro sobre el resto de acuerdos comerciales con uno de los clientes depende de la particular relación de poder que el proveedor mantenga con aquellos; el cual depende a su vez de las cualidades de sus productos y, por supuesto, de la facilidad de su sustitución. Puesto que, en el caso analizado, las montadoras cuentan con la posibilidad de recurrir a otros proveedores que suministran productos en muchos casos similares a los ofrecidos por GAI, consideramos que el corte de suministro es penalizado con la pérdida inmediata del cliente en lo relativo a las operaciones en Brasil; y el efecto de esta decisión sobre el valor del proyecto es, por tanto, evaluada a través del correspondiente de las opciones de abandono.

Aún así, el proveedor de componentes siempre dispone de la opción de ajustar el tamaño de instalaciones al volumen de producción requerido por la demanda de sus clientes reduciendo así los costes fijos correspondientes y el coste de oportunidad asociado al exceso de capacidad. En el caso aquí analizado, asignamos a esta posibilidad la denominación de opción de reducción y suponemos que su ejercicio implica la disminución del capital inmovilizado en el proyecto y de la consiguiente capacidad máxima de fabricación.

Las tablas 5.8-5.510 muestran los valores estimados del derecho a reducir en un 50 por ciento la capacidad inicial de la inversión y del VAN extendido del proyecto para distintos supuestos sobre los parámetros del proceso geométrico browniano de la variable de estado y sobre la fecha de ejercicio de la opción.

A diferencia de los resultados obtenidos en el anterior análisis de la opción de ampliación, la información obtenida de la evaluación de la opción de reducción revela que, bajo los citados supuestos, siempre existe algún valor de la variable de

estado para el cual resulta óptimo el ejercicio del derecho. No obstante, el valor actual de la opción no es en todos los casos significativo. La tabla 5.11 muestra el porcentaje de participación del valor actual de la opción de citada opción de reducción sobre el correspondiente VAN ampliado del proyecto. Dicho peso relativo únicamente adquiere valores superiores al 35 por ciento cuando la tasa anual de crecimiento de la variable de estado es cero.

Tabla 5.8
Valor actual de la opción y VAN ampliado
Fecha de ejercicio: 1-1-1998

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	398.972	4.385	2	-77.636	3.880.457	9.332.194
13%	427.850	61.334	1.183	-282.820	3.785.292	8.896.259
20%	343.352	104.723	9.200	-479.514	3.300.418	7.841.753

El derecho de reducción, que se supone del tipo europeo, atañe al tamaño de inicial de la inversión y consiste en su disminución en un 50 por ciento.

Tabla 5.9
Valor actual de la opción y VAN ampliado
Fecha de ejercicio: 1-1-1999

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	402.851	8.748	17	-73.757	3.884.820	9.332.209
13%	404.624	75.524	3.276	-306.046	3.799.482	8.898.352
20%	336.453	136.682	27.594	-486.413	3.332.377	7.860.147

El derecho de reducción, que se supone del tipo europeo, atañe al tamaño de inicial de la inversión y consiste en su disminución en un 50 por ciento.

Tabla 5.10
Valor actual de la opción y VAN ampliado
Fecha de ejercicio: 1-1-2000

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	260.677	8.444	12	-215.931	3.884.516	9.332.204
13%	253.002	61.781	3.043	-457.668	3.785.739	8.898.119
20%	217.099	107.762	26.132	-605.767	3.303.457	7.858.685

El derecho de reducción, que se supone del tipo europeo, atañe al tamaño de inicial de la inversión y consiste en su disminución en un 50 por ciento.

Tabla 5.11
Valor actual de la opción de reducción dividido por VAN ampliado de la inversión

	Fecha de ejercicio: 01-01-1998			Fecha de ejercicio: 01-01-1999			Fecha de ejercicio: 01-01-2000		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	513,90%	0,11%	0,00%	546,19%	0,23%	0,00%	120,72%	0,22%	0,00%
13%	151,28%	1,62%	0,01%	132,21%	1,99%	0,04%	55,28%	1,63%	0,03%
20%	71,60%	3,17%	0,12%	69,17%	4,10%	0,35%	35,84%	3,26%	0,33%

Además, en este último caso (α=0%), la relación entre el valor de la opción y la volatilidad de la variación relativa de la producción anual de automóviles presenta un comportamiento anómalo e irregular; a diferencia de lo que ocurre en el resto de casos en los que para un crecimiento anual de la variable de estado dado, mayores niveles de volatilidad implican valores actuales de la opción de reducción también mayores. La explicación se encuentra en la propia definición de la opción de reducción cuyo ejercicio supone el canje de un proyecto con mayor capacidad por otro de menor, de manera que ambos, precio del activo subyacente y precio de ejercicio, dependen de los parámetros del proceso estocástico de la variable de estado y, por tanto, también el valor de la opción en la fecha de ejercicio. En consecuencia, si el incremento de la volatilidad de la producción de automóviles influye en mayor grado sobre el precio de ejercicio que sobre el precio del activo subyacente, el valor de la opción en el primero de los casos resultará inferior. Esto es precisamente lo que ocurre para tasas de crecimiento anual iguales a cero y desviaciones típicas superiores al 13 por ciento.

La comparación de los datos contenidos en las tablas 5.8-5.10 revela también la influencia de la fecha de vencimiento sobre el valor de la opción europea de reducción. De las tres fechas de ejercicio examinadas, la primera de ellas –final del segundo año de funcionamiento– resulta superior al resto –en el sentido de que proporciona un valor actual de la opción y del VAN ampliado mayor al que se deriva del posible ejercicio en las otras dos fechas– únicamente en el caso de crecimiento nulo y elevada volatilidad. En los demás supuestos planteados, los mayores valores del VAN ampliado se obtienen como consecuencia de la evaluación de la opción de reducción al término del tercer año de operaciones.

Lógicamente, la planificación óptima del ejercicio de la opción de reducción requiere un análisis más riguroso que el arriba realizado, cuyo objetivo consistía

simplemente en evaluar la representatividad del valor de la opción en el VAN ampliado. Dicho estudio debiera comprender, aparte de la estimación del VAN ampliado para distintas fechas de ejercicio del derecho, diferentes porcentajes de reducción así como el sucesivo ejercicio de opciones concatenadas.

A modo de ilustración, la tabla 5.12 muestra el VAN ampliado para diferentes fechas de vencimiento y varios porcentajes de reducción, supuesto que el crecimiento anual medio y volatilidad de la variable de estado ascendiesen, respectivamente, al 9 por ciento y al 14 por ciento. Puede observarse como, en general, el valor de la opción de reducción aumenta a medida que incrementa el plazo hasta la fecha de su vencimiento y a medida que disminuye el valor del coeficiente de reducción. Con todo, dados los valores supuestos sobre el proceso seguido por la variable de estado, el actual de la opción de reducción no llega a superar el 2 por ciento del VAN ampliado de la inversión.

Tabla 5.12
VAN ampliado del proyecto
para distintas fechas de ejercicio y porcentajes de reducción

Fecha de ejercicio	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Coeficiente reductor			Crecimiento medio		
	0,25%	0,50%	75,00%	0,25%	0,50%	0,75%
31/12/97	76.750	32.877	0	5.111.389	5.067.516	5.034.639
30/06/98	72.279	35.546	9	5.106.918	5.070.185	5.034.648
31/12/98	90.036	48.653	47	5.124.675	5.083.292	5.034.686

Por su parte, la tabla 5.13 recoge los valores de la flexibilidad y del VAN ampliado de la inversión, cuando la propiedad de ésta incorpora el derecho a reducir en un 25 por ciento la capacidad inicial del proyecto el 30 de junio de 1997 más la posibilidad de disminuir dicho tamaño un año más tarde hasta el 50 por ciento del originario. Resulta inmediato comprobar la superioridad de esta estrategia de ejercicio de la opción de reducción frente al resto de los casos anteriores. El valor actual de la flexibilidad es mayor que cero para todos los supuestos planteados sobre la evolución de la variable de estado y el cociente entre aquél y VAN ampliado supera el 5 por ciento para 5 de los 9 escenarios examinados.

Tabla 5.13
Valor actual de la flexibilidad y VAN ampliado de la inversión

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	463.727	238.675	47	-12.881	4.114.747	9.332.239
13%	615.919	133.346	5.026	-94.751	3.857.304	8.900.102
20%	380.793	234.025	42.500	-442.073	3.429.720	7.875.053

La flexibilidad valorada consiste en dos opciones concatenadas de reducción de la capacidad del proyecto. La primera opción, con fecha de ejercicio el 30 de junio de 1998 y nueva capacidad igual al 75 por ciento de la inicial; y la segunda, con fecha de ejercicio el 30 de junio de 1999 y nueva capacidad igual al 50 por ciento de la inicial.

Del estudio efectuado de la opción de reducción de la capacidad del proyecto, cabe concluir que, aunque su valor no es significativo para todos los posibles valores de los parámetros del proceso estocástico seguido por la producción brasileña de automóviles, lo es sin embargo, en los casos más desfavorables de la evolución de aquella, de manera que el tope inferior impuesto sobre los posibles valores del VAN ampliado de la inversión por la disponibilidad de la opción, contribuye a eliminar en buena medida las posibles reticencias que pudieran plantear las previsiones más pesimistas sobre la evolución del mercado automovilístico en Brasil a lo largo del período considerado.

V.5 LAS OPCIONES DE INVERSIÓN

La consideración de la capacidad de GAI para modificar el tamaño de su inversión en Brasil permite completar la evaluación técnico-económica del proyecto con información adicional sobre su verdadera naturaleza. La inversión en Brasil no implica el compromiso inalterable de unos recursos determinados durante la totalidad del horizonte temporal del proyecto. Al contrario, permite posteriores ampliaciones y reducciones de su capacidad productiva que se efectuarán en función de cuál sea la evolución de la demanda de automóviles en la región. Además, adicionalmente a la continua adaptación del tamaño del proyecto a su cambiante dimensión optima, parece lógico suponer que el equipo directivo de GAI procure también el incremento del volumen de los flujos de tesorería generados mediante la consecución de nuevos contratos de suministro. En un mercado con el potencial de crecimiento como el de Brasil, GAI cuenta con distintas alternativas de expansión. Tanto el próximo establecimiento de nuevas montadoras como el lanzamiento de nuevos modelos por parte de las ensambladoras ya instaladas; ofrecen una buena oportunidad para

incrementar el volumen de los componentes que GAI fabrica inicialmente en Brasil y para introducir la producción de otros componentes fabricados por las filiales del grupo en diferentes países.

Entre los beneficios derivados del compromiso inicial de GAI en Brasil se haya la adquisición de conocimiento sobre las condiciones económicas y sociales del nuevo mercado, la obtención de un cierto grado de eficiencia productiva, así como el establecimiento de relaciones estratégicas con las montadoras ubicadas en Brasil; factores todos ellos que constituyen la base para la obtención de oportunidades de crecimiento futuro. Al igual que en anteriores trabajos de opciones reales, dicha oportunidad de crecimiento podría, en principio, ser considerada como una opción de inversión cuyo ejercicio, vigente hasta el abandono del proyecto, permite que su propietario incremente el valor de la inversión mediante nuevos compromisos en sucesivas etapas del proyecto. No se trata sin embargo de una opción de compra corriente puesto que, en la práctica, el ejercicio del derecho se halla condicionado por la consecución del correspondiente contrato de suministro.

El valor del derecho de inversión depende del correspondiente del activo subyacente, el que es adquirido con el ejercicio de la opción, y éste, a su vez, de la probabilidad de que la empresa consiga efectivamente el contrato. Aún cuando teóricamente este derecho de inversión es del tipo americano, puesto que ninguna restricción impide a la firma ejecutarlo en cualquier instante anterior a la fecha de su vencimiento; sin embargo, el carácter irreversible de su ejercicio junto con la incertidumbre que rodea la definitiva consecución del contrato hasta el momento de la firma del acuerdo; hacen que en la práctica las oportunidades de crecimiento asociadas a subsiguientes contratos de suministro se asimilen más a opciones del tipo europeo, cuyo ejercicio es sólo posible en una fecha determinada. Además, tanto la fecha futura de ejercicio del derecho –que se corresponde con el momento definitivo del establecimiento de otra montadora en Brasil o del lanzamiento de un nuevo modelo– como el resultado de los consiguientes procesos de captación de contratos adicionales, son variables *a priori* desconocidas que permanecen inciertas incluso después de aceptado el proyecto inicial de inversión.

La consideración de dichas circunstancias en la valoración de las opciones de crecimiento puede ser abordada mediante la inclusión de una nueva variable de evolución estocástica discontinua que refleje la variación en el tiempo de la probabilidad de consecución del nuevo contrato. Por ejemplo, el porcentaje de vehículos atendidos por el grupo sobre el total de los producidos en Brasil podría modelarse como un proceso de Poisson en el que los valores de sus parámetros reflejen el tiempo medio de obtención de un nuevo contrato y el incremento medio de la cuota de mercado del proyecto por cada nuevo acuerdo comercial. En este caso, la evolución de los flujos de tesorería del proyecto podrían aproximarse a partir del árbol multinomial que recogiese las probabilidad de transición y la relación entre las distintas variables aleatorias.[252]

De manera alternativa, y para no complicar en exceso la valoración del caso, suponemos conocida la fecha de consecución de los nuevos contratos. El valor del proyecto así calculado es una estimación condicionada al futuro éxito de la negociación, que a su vez dependerá de la satisfacción de las partes en previas relaciones comerciales, de la eficiencia productiva de GAI en Brasil y de la calidad relativa de los componentes ofertados por GAI. Dada la relación positiva entre el valor de la opción europea y el plazo hasta su fecha de vencimiento, la simple existencia del derecho aumenta el valor del proyecto en una cantidad mínima igual al valor de la opción europea de ejercicio inmediato; resultando la diferencia entre este derecho y el de ejercicio aplazado, mayor a medida que incrementa la distancia temporal hasta el vencimiento.

En el análisis de la inversión de GAI en Brasil, hemos considerado tres opciones de crecimiento diferentes asociadas al futuro lanzamiento de otros tantos productos distintos. Los tres componentes para los que se plantea la futura oportunidad de inversión –que denotaremos por A, B y C– son seleccionados de entre los que conforman la cartera de productos de GAI por su representatividad en las ventas totales del grupo. Para la valoración de cada una de las opciones de crecimiento, fueron determinados previamente, tanto los desembolsos requeridos en

[252] Véase, por ejemplo, Kamrad y Ritchken (1991).

la instalación de la oportuna capacidad productiva necesaria para el inicio de la fabricación de los nuevos componentes, como la correspondiente estructura de ingresos y gastos estándares asociados a la misma.

Las tablas 5.14-5.15 presentan los valores de las opciones de crecimiento relativas a cada uno de los mencionados componentes junto con el correspondiente VAN ampliado de la inversión originaria. En todos los casos, se ha considerado idéntica fecha de ejercicio, situada al término del tercer año de funcionamiento del proyecto inicial, y la misma política de endeudamiento que la elegida en la financiación del primer compromiso. Las opciones de inversión difieren, no obstante, no sólo en razón al tipo de producto objeto de fabricación, sino también por su dimensión. Mientras que el ejercicio de la primera de las opciones exige un desembolso que supera los 5 millones de reales, el precio de ejercicio de la segunda se reduce a poco más de 400.000 reales y el de la última se limita a 81.151 reales.

Tabla 5.14
Valor actual de la opción de inversión
en la fabricación y comercialización del componente A
y VAN ampliado del proyecto originario

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	69	171.889	1.288.528	-476.539	4.047.961	10.620.720
13%	15.425	348.435	1.562.811	-695.245	4.072.393	10.457.887
20%	70.348	415.836	1.715.398	-752.518	3.611.531	9.547.951

Tanto la opción como el proyecto originario son valorados en la fecha de aceptación de este último, es decir, a finales de 1995. La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 5.373.986 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre de 1998. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial.

Tabla 5.15
Valor actual de la opción de inversión
en la fabricación y comercialización del componente B
y VAN ampliado del proyecto originario

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	0	155	5.689	-476.608	3.876.227	9.337.881
13%	29	1.632	13.721	-710.641	3.725.590	8.908.797
20%	228	2.702	13.970	-822.638	3.198.397	7.846.523

Tanto la opción como el proyecto originario son valorados en la fecha de aceptación de este último, es decir, a finales de 1995. La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 400.300 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre de 1998. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial.

Tabla 5.16
Valor actual de la opción de inversión
en la fabricación y comercialización del componente C
y VAN ampliado del proyecto originario

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	0	578	31.570	-476.608	3.876.650	9.363.762
13%	75	3.388	36.088	-710.595	3.727.346	8.931.164
20%	811	7.116	40.754	-822.055	3.202.811	7.873.307

Tanto la opción como el proyecto originario son valorados en la fecha de aceptación de este último, es decir, a finales de 1995. La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 81.151 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre de 1998. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial.

De las tres opciones de inversión evaluadas, la que aporta mayor valor al VAN ampliado del proyecto es precisamente la de mayor dimensión. El valor actual de esta opción supera el 5 por ciento y el 10 por ciento del VAN ampliado del proyecto, respectivamente, en seis y cuatro de los nueve contextos considerados. Más aún, el valor actual de la opción de inversión resulta especialmente significativo en los supuestos en los que las anteriores opciones de reducción carecían de valor, esto es, para tasas de crecimiento medio de la variable de estado elevadas. De manera que, siempre y cuando la empresa consiguiese garantizar la independencia entre ambas opciones –que a su vez exige la independencia entre los diferentes contratos de suministro a los que se refieren, o al menos, la posibilidad de reducir la dimensión del proyecto sin descuidar la demanda de sus clientes– el VAN ampliado de la inversión inicial alcanzaría los valores resultantes de sumar al VAN estático inicialmente calculado, el valor actual de la opción de reducción más el valor actual de la opción de inversión.

Considerando los supuestos del caso base y la independencia de las tres oportunidades de inversión planteadas, el valor actual de esta cartera de opciones ascendería a la cifra de 623.613 reales, más del once por ciento del VAN extendido del proyecto evaluado, de modo que, aunque no puede afirmarse que la justificación de la aceptación del proyecto radique en el valor aportado por este tipo de derechos, sin embargo, éste bien pudiera constituir uno de los factores determinantes del resultado de los procesos de jerarquización de las oportunidades de GAI.

Por otra parte, limitar el conjunto de las posibles oportunidades de crecimiento derivadas del compromiso inicial en Brasil al grupo de las tres opciones

anteriores, parece, cuando menos, poco optimista. En su lugar, podría plantearse el análisis de las opciones de inversión asociadas a la renovación del conjunto de los contratos de suministro iniciales al término de la vigencia de éstos. De hecho, la consideración de la oportunidad de reanudación de los acuerdos de aprovisionamiento bien pudiera ser calificado como un enfoque probable, a medio camino entre planteamientos más pesimistas, que calculan que el progresivo incremento de la rivalidad competitiva influye negativamente en las oportunidades iniciales, y otros más optimistas, que apuntan hacia la consolidación de los suministradores multinacionales pioneros en el establecimiento en Brasil.

Un examen preliminar de la renovación del proyecto inicial es formulado en el capítulo anterior, en donde el valor residual de la inversión es estimado, entre otros procedimientos, a través del valor de dicha estrategia. La renovación era entonces evaluada no como el derecho del que en realidad se trata sino como una obligación o consecuencia directamente derivada de la propia decisión inicial de aceptación del proyecto. Por el contrario, la tabla 5.17 presenta el valor actual de la renovación cuando ésta es considerada propiamente como una opción. Dicho valor es estimado a partir de los supuestos de evolución de la variable de estado del caso base y en función del coeficiente de revisión del precio medio de los componentes, que es definido como el incremento porcentual del precio pactado para el primer año del nuevo período de contratación con respecto al precio vigente en el último año del intervalo quinquenal precedente.

Lógicamente, cuando mayor sea el valor del citado coeficiente de revisión mayor resulta el valor actual estimado de la opción de inversión y el porcentaje de participación del mismo sobre el VAN ampliado del proyecto. No obstante, incluso en el peor de los casos –esto es, cuando la revisión del precio del componente se reduzca al reconocimiento de la inflación del último ejercicio[253]– el valor actual de la opción de inversión representa más del 28 por ciento del VAN ampliado del

[253] Nótese, que se está suponiendo que el precio del componente incrementa en cada uno de los años del contrato en un 8’7 por ciento, inferior en 3’3 puntos al índice anual medio de inflación, aquí cifrado en el 12 por ciento.

proyecto, llegando a superar el 80 por ciento en el más optimista de los casos planteados. A partir del supuesto de revisión al alza del 12 por ciento del precio medio del componente, la tabla 5.18 presenta el valor actual de la opción de inversión y el correspondiente del VAN ampliado del proyecto en función de los usuales escenarios de evolución de la variable de estado; mientras que la tabla 5.16 ofrece los correspondientes valores obtenidos bajo el supuesto de aplicación de un coeficiente de revisión del 28'25 por ciento.[254]

Tabla 5.17
Valor actual de la opción de continuación
y VAN ampliado del proyecto

Coeficiente revisión	VAN ampliado	V.A. de la opción	VA opción / VAN ampl.
12%	7.008.508	1.973.869	28,16%
15%	9.623.106	4.588.467	47,68%
20%	14.802.976	9.768.337	65,99%
28%	23.670.579	18.635.940	78,73%
30%	25.866.179	20.831.540	80,54%

Datos correspondientes al supuesto base sobre la futura evolución de la variable de estado, es decir, aquél en el que la producción de automóviles en Brasil incrementa a un tanto anual medio del 9 por ciento con volatilidad anual del 14 por ciento. La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 40.550.352 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre del 2000.

Tabla 5.18
Valor actual de la opción de continuación
y VAN ampliado del proyecto originario
(Coeficiente de revisión de precios=12 por ciento)

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	573	1.020.740	3.619.275	-476.035	4.896.812	12.951.475
13%	62.856	1.256.786	3.986.380	-647.814	4.980.744	12.881.456
20%	199.764	1.188.743	3.336.497	-623.102	4.384.438	11.169.050

La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 40.550.352 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre del 2000. Los flujos netos de tesorería del proyecto originario y la subsiguiente inversión son estimados suponiendo una tasa de incremento anual media para las distintas partidas de

[254] De la observación de los datos contenidos en estas tablas destaca el anómalo comportamiento del valor actual de la opción de continuación en relación con la volatilidad de la variable de estado, por cuanto difiere de la predecible y lógica relación positiva entre ambas variables, no obstante, plenamente coherente con la particular naturaleza del derecho de continuación evaluado que es definido sobre un activo de capacidad productiva limitada y, por tanto, de valor acotado.

gastos del 12 por ciento a lo largo del período 1996-2005; y del 8'7 por ciento para el precio medio de los componentes también durante cada uno de los intervalos anuales del citado horizonte, excepto en el período de renovación de contratos (2000-2001) en el que se considera que aumenta un 12 por ciento. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial.

Tabla 5.19
Valor actual de la opción de continuación
y VAN ampliado del proyecto originario
(Coeficiente de revisión de precios=28'25 por ciento)

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	3.502.103	17.449.609	23.998.379	3.025.495	21.325.681	33.330.579
13%	4.289.151	15.770.853	24.503.254	3.578.481	19.494.811	33.398.330
20%	4.877.884	13.416.202	22.362.496	4.055.018	16.611.897	30.195.049

La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 40.550.352 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre del 2000. Los flujos netos de tesorería del proyecto originario y la subsiguiente inversión son estimados suponiendo una tasa de incremento anual media para las distintas partidas de gastos del 12 por ciento a lo largo del período 1996-2005; y del 8'7 por ciento para el precio medio de los componentes también durante cada uno de los intervalos anuales del citado horizonte, excepto en el período de renovación de contratos (2000-2001) en el que se considera que aumenta un 28'25 por ciento. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial.

El coeficiente finalmente empleado en la revisión de los contratos lógicamente dependerá del grado de rivalidad de la industria de interiores de componentes y del posicionamiento competitivo logrado por las empresas TRIMTEC e IRAMEC en el mercado brasileño. Sin embargo, los anteriores resultados bien podrían ser considerados como mínimos y máximos, respectivamente, del conjunto de los posibles valores actuales de la opción de inversión resultantes de otros tantos coeficientes factibles de revisión. De manera que, de existir un mercado eficiente en el que se negociase esta opción, su valor de mercado fluctuaría dentro de la banda marcada por los anteriores niveles, en función de las expectativas de los inversores acerca las citadas competencias y posibilidades de negociación.

V.6 LA OPCIÓN DE ABANDONO

Además de las opciones reales hasta aquí analizadas, los propietarios de los proyectos TRIMTEC e IRAMEC disponen de la posibilidad de abandonar, en cualquier momento de la vida útil del proyecto, la totalidad o parte de la inversión acumulada. Se trata éste de un derecho inalienable, implícito en los acuerdos comerciales entre proveedor-cliente, que limita las pérdidas potenciales del

compromiso efectuado por cada uno de ellos y, por tanto, también el correspondiente riesgo asumido.

En el contrato de suministro que suscribe GAI con sus clientes, se acuerda explícitamente una duración de cinco años, que será prorrogada automáticamente si, una vez finalizado este período, la vida del modelo para el cual se fabrican los componentes de interior fuese ampliada. Dado el carácter específico e irreversible del compromiso en el que ha de incurrir el proveedor de componentes para llevar a cabo el suministro de piezas a la empresa ensambladora, el establecimiento de un largo período de vigencia del contrato contribuye en cierto modo a limitar el mayor riesgo soportado por el proveedor. Dicha compensación o redistribución de riesgos es, sin embargo, más aparente que real.

El dominio de la ensambladora sobre sus proveedores se refleja en su capacidad de decisión y poder sancionador. De hecho la amenazada de sustitución del proveedor por otro competidor, que se sustenta en el establecimiento de pagos variables distribuidos en el tiempo en función del número de piezas fabricadas y en la adquisición de la propiedad de los troqueles por parte del cliente; otorga a este último claras ventajas frente a sus proveedores en la resolución de los conflictos que emanen de la ejecución del contrato. Si el proveedor inicial no satisface las especificaciones del cliente, éste puede rescindir de manera inmediata el acuerdo sin sufrir mayores pérdidas que las que se derivan de la consiguiente renegociación del suministro.[255]

Por su parte, el proveedor procurará compensar las desventajas en poder de negociación y riesgo soportado, mediante el cobro de la correspondiente prima en el precio del componente. Las diferencias en el poder de negociación entre distintos fabricantes de piezas y equipos son reflejo de su propia competitividad. Factores

[255] El hecho de que los troqueles sean propiedad del fabricante de automóviles, lejos de reducir el riesgo que soporta el proveedor de componentes, conclusión que, a primer vista, podría deducirse de la consiguiente disminución de la especificidad de su compromiso, simplifica aún más la sustitución del proveedor por parte de la ensambladora y, por tanto, también el poder de negociación de esta última.

tales como la calidad o fiabilidad de sus productos, su eficiencia productiva, su innovación tecnológica o, incluso, su proximidad geográfica; definen su posición en el contrato y, determinan, por tanto, la consiguiente distribución del riesgo.

No obstante, todo proveedor de componentes cuenta en última instancia con la posibilidad de abandonar una inversión ruinosa, mediante el ejercicio de la opción de abandono. Como si de un seguro se tratase, la opción de abandono limita las pérdidas potenciales del proyecto sesgando la correspondiente distribución de probabilidad de sus resultados futuros hacia la derecha. Lógicamente, la interrupción de la corriente de pérdidas procedentes de la inversión no es el único efecto del abandono del proyecto. La renuncia a futuras ampliaciones del proyecto y al posible desarrollo de nuevas etapas de la inversión, forman parte del coste de ejercicio de la opción de abandono que, en ocasiones, puede incluso repercutir negativamente sobre otros negocios presentes y futuros de la empresa, en caso de repercutir negativamente sobre la confianza de sus clientes.

En relación con la inversión objeto de análisis, decidimos centrar nuestra atención en la valoración del efecto de la posibilidad de liquidar prematuramente el conjunto del negocio en Brasil. El mismo estudio podría, no obstante, ser ampliado a la evaluación de la opción del abandono de los contratos de suministro pactados con cada uno de sus clientes o de la opción de abandono de una de las empresas en las que se materializa la inversión.

En primer lugar, se analizó la opción de abandono total con precio de ejercicio igual a cero para las distintos supuestos sobre la evolución futura de la variable exógena. Ninguna de las posibles combinaciones de tasas de crecimiento medio y de volatilidad de la producción de automóviles brasileña comprendidas entre el 0 y el 15 por ciento y el 7 y 20 por ciento, respectivamente, justificaron el ejercicio de esta opción de abandono de tipo americano, con fecha de vencimiento coincidente con la finalización de la vida prevista para el proyecto.[256]

---

[256] Lógicamente, si la opción americana no es ejercitada durante la vida del proyecto de inversión, tampoco lo será la del tipo europeo cualquiera que sea su fecha de vencimiento.

Se estudió, en segundo lugar, el ejercicio de la opción de abandono suponiendo un precio de ejercicio igual al valor de mercado de los terrenos más la parte de las construcciones no amortizadas, que en la fecha de finalización del horizonte temporal inicialmente planteado coincidiría con su valor residual. Dicho valor de mercado es estimado siguiendo los mismos criterios que en el capítulo anterior, esto es, suponiendo que el precio inicial de adquisición de los activos incrementa a una tasa anual de inflación del 12 por ciento. La tabla 5.20 presenta el VAN estático del proyecto caracterizado por dicho valor residual para distintos supuestos sobre la evolución de la variable de estado.

Tabla 5.20
VAN de la inversión con valor residual
igual a 5.556.135 reales

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	2.181.168	6.533.844	11.989.966
13%	1.947.102	6.381.729	11.552.844
20%	1.834.904	5.853.467	10.490.320

El valor del VAN del proyecto en el caso considerado base asciende a 7.692.420 reales.

La aceptación del proyecto así definido estaría justificada en todos los posibles escenarios considerados sobre la evolución de la producción de automóviles en Brasil y desde la perspectiva del conjunto de sus propietarios[257]. Además, el análisis de la opción de abandono americana asociada al proyecto así caracterizado revela que la liquidación prematura del negocio resulta prácticamente irrelevante para los valores de los parámetros de la variable de estado analizados, de manera que, bajo los supuestos considerados, el VAN ampliado apenas se diferencia del VAN calculado sin opciones.

[257] La incorporación del valor residual del proyecto no es sin embargo suficiente para justificar la decisión adoptada por los accionistas del proyecto en los casos de crecimiento esperado nulo de la variable de estado, como se concluye en el posterior epígrafe dedicado al análisis del efecto del apalancamiento financiero sobre el valor de la inversión.

En tercer y último lugar, se evaluó la posibilidad de liquidar el proyecto por un precio de ejercicio igual a la suma del valor de mercado referido en el párrafo anterior y el valor contable de los activos pendientes de amortizar. Los resultados del estudio de la opción americana de abandono caracterizada por este precio de ejercicio y fecha de vencimiento coincidente con la de finalización de la inversión, son presentados en la tabla 5.22. Lógicamente, el incremento del precio de ejercicio de la opción de abandono implica valores también mayores de ésta, cuyo porcentaje de participación en el VAN ampliado del proyecto oscila desde el 0 por ciento en el supuesto –de entre los analizados– de máximo crecimiento y menor volatilidad de la variable de estado hasta más del 28 por ciento en el escenario de mayor menor crecimiento y mayor volatilidad, pasando por el 0'46 por ciento del caso base.

Tabla 5.21
Valor actual de la opción de abandono y VAN ampliado de la inversión
(Precio de ejercicio = V. Mdo. terrenos + V. Mdo. construcciones)

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	0	0	0	2.181.168	6.533.844	11.989.966
13%	5	3	2	1.947.107	6.381.732	11.552.846
20%	88	7	5	1.834.992	5.853.474	10.490.325

La opción de abandono considerada es del tipo americano con fecha de vencimiento la de finalización de la vida del proyecto de inversión. Los resultados del caso base ascienden a 4 y 7.692.420 reales respectivamente.

Particularmente interesante resulta la influencia de la opción de abandono sobre el VAN ampliado del proyecto en el supuesto de crecimiento esperado nulo de la variable exógena. En este caso, y a diferencia de lo que ocurría con el VAN estático, el VAN ampliado incrementa a medida que aumenta la volatilidad de la variable de estado, revelando por tanto la preponderancia del efecto positivo de dicha variación sobre el valor de la opción frente al efecto negativo de la misma sobre el VAN estático del proyecto. Además, como era de esperar, la presencia de la opción de abandono juega un papel importante como salvaguarda de futuras pérdidas potenciales, lo cual se manifiesta en la aproximación de los distintos valores del VAN ampliado del proyecto según los diferentes escenarios planteados sobre la evolución de la variable de estado y en comparación con la dispersión de los valores del VAN estático calculados para los mismos supuestos. En concreto, el promedio de los valores estimados de la inversión para los diferentes supuestos sobre la evolución

de la variable exógena incrementa en un 2'4 por ciento cuando se incorpora la opción de abandono, pasando de 6.645.776 reales a 6.807.716 reales, mientras que la correspondiente desviación estándar se reduce en más de un 4 por ciento, desde los 3.864.086 reales del VAN estático a los 3.696.125 del VAN ampliado. Dicha aproximación de valores es aún más patente cuando se comparan los resultados en función de la volatilidad de la variable de estado para un mismo crecimiento esperado de la misma, revelando por tanto la menor influencia del primero de los parámetros como consecuencia de la existencia de la opción de abandono.

Tabla 5.22
Valor actual de la opción de abandono y VAN ampliado de la inversión
(Precio de ejercicio = V. Mdo. terrenos + V. Mdo. construcciones +
V. Contable pendiente de amortizar del resto de activos fijos)

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	116.727	646	8	2.297.895	6.534.490	11.989.974
13%	406.000	51.012	1.692	2.353.102	6.432.741	11.554.536
20%	737.677	230.013	40.172	2.572.581	6.083.480	10.530.492

La opción de abandono es del tipo americano con fecha de vencimiento al final de la vida del proyecto de inversión.
Los resultados del caso base ascienden a 35.456 y 7.727.872 reales, respectivamente.

Con todo, y aun cuando los resultados obtenidos en la valoración de la opción de abandono y del VAN ampliado del proyecto manifiestan la puntual significación de la primera sobre el segundo en varios de los escenarios estudiados, aquellos no implican sin embargo ningún cambio con respecto a la decisión derivada del cálculo del VAN estático del proyecto, o, al menos, no desde la perspectiva del valor de la inversión para el conjunto de sus propietarios.

V.6.1 INTERRELACIÓN DE LA OPCIÓN DE CONTINUACIÓN Y LA OPCIÓN DE ABANDONO

La conocida interrelación del ejercicio –y, por tanto, del valor– de las opciones reales coexistentes en una misma inversión se acentúa cuando los derechos implicados se refieren a la continuación y a la liquidación del negocio. De hecho, toda opción de continuación supone la existencia de otra opción complementaria de

abandono cuyo ejercicio equivale al no ejercicio de la opción de continuación y viceversa.[258]

Siendo esto así, el análisis de la opción de la opción de continuación resumido en el epígrafe dedicado a la opción de inversión sustituye de algún modo el estudio de la opción de abandono europea con fecha de ejercicio la de finalización del período quinquenal originalmente pactada en los contratos de suministro, cuyo ejercicio implica el término de la misma y cuyo no ejercicio representa, previo desembolso del nuevo capital requerido por la misma, la prolongación de la vida del proyecto por un nuevo período de igual duración.

Los resultados anteriormente presentados para la opción de continuación, partían no obstante del supuesto valor residual nulo del proyecto al término de la vigencia de los contratos inicialmente pactados, de manera que, el valor actual de la opción de abandono equivalente refleja así mismo un precio de ejercicio igual a cero. Por su parte, las tablas 5.23 y 5.24 muestran el valor actual del citado derecho cuando el valor de liquidación del negocio en la fecha de finalización de la inversión originaria es igual al –ya referido– valor de mercado de los terrenos y construcciones. Puede observarse cómo el incremento del valor residual del proyecto –de cero a 4.556.135 reales– reduce el valor actual de la opción de continuación cualesquiera que sean los valores supuestos sobre la futura evolución de la variable de estado, como consecuencia de la pérdida de competitividad de la decisión de continuación frente a la decisión complementaria de abandono del proyecto por su valor de liquidación.

[258] Los activos subyacentes sobre los que se hallan definidas cada una de estas opciones pudieran también se considerados complementarios, o al menos relacionados, puesto que la opción de continuación se encuentra definida sobre el proyecto de duración quinquenal derivado de la renovación de los contratos, mientras que la opción de continuación tiene por activo subyacente el hipotético proyecto de vida económica decenal derivado de la renovación automática de los contratos iniciales.

Tabla 5.23
Valor actual de la opción de continuación
y VAN ampliado del proyecto originario
(Coeficiente de revisión de precios=12 por ciento)

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	165	550.424	2.434.456	2.181.333	7.084.268	14.424.422
13%	30.265	774.509	2.876.628	1.977.367	7.156.238	14.429.472
20%	104.019	779.715	2.410.795	1.938.923	6.633.182	12.901.115

La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 40.550.352 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre del 2000. Los flujos netos de tesorería del proyecto originario y la subsiguiente inversión son estimados suponiendo una tasa de incremento anual media para las distintas partidas de gastos del 12 por ciento a lo largo del período 1996-2005; y del 8'7 por ciento para el precio medio de los componentes también durante cada uno de los intervalos anuales del citado horizonte, excepto en el período de renovación de contratos (2000-2001) en el que se considera un coeficiente de revisión del precio medio de los componentes del 12 por ciento. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial. El valor de liquidación del negocio asignado al final del primer subperíodo quinquenal asciende a 5.556.135 reales, que resulta de estimar el valor de mercado de los terrenos y construcciones en dicha fecha, y que al término del segundo subperíodo quinquenal se supone igual a 6.426.000 reales.

Tabla 5.24
Valor actual de la opción de continuación
y VAN ampliado del proyecto originario
(Coeficiente de revisión de precios=28'25 por ciento)

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	2.674.683	16.262.340	22.811.006	4.855.851	22.796.184	34.800.972
13%	3.583.114	14.613.412	23.315.938	5.530.216	20.995.141	34.868.782
20%	4.250.751	12.360.118	21.182.932	6.085.655	18.213.585	31.673.252

La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 40.550.352 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre del 2000. Los flujos netos de tesorería del proyecto originario y la subsiguiente inversión son estimados suponiendo una tasa de incremento anual media para las distintas partidas de gastos del 12 por ciento a lo largo del período 1996-2005; y del 8'7 por ciento para el precio medio de los componentes también durante cada uno de los intervalos anuales del citado horizonte, excepto en el período de renovación de contratos (2000-2001) en el que se considera que aumenta un 28'25 por ciento. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial. El valor de liquidación del negocio asignado al final del primer subperíodo quinquenal asciende a 5.556.135 reales, que resulta de estimar el valor de mercado de los terrenos y construcciones en dicha fecha, y que al término del segundo subperíodo quinquenal se supone igual a 6.426.000 reales.

Con todo, todavía quedaría por analizar el efecto de la posibilidad de ampliar la vida del proyecto al término del período quinquenal inicialmente previsto, sobre el ejercicio y valor de la opción americana de liquidación prematura del negocio a lo largo de primer subperíodo. Con este propósito, definimos sendas opciones, europea y americana, de inversión y de abandono, y volvemos a determinar la estrategia óptima de ejercicio conjunto, así como, el correspondiente valor actual de la cartera de derechos formada por ambas opciones.

Los resultados del estudio, que son resumidos en la tabla 5.25, proporcionan un análisis más completo del verdadero valor actual neto ampliado de la inversión originaria, que, frente al derivado de la aplicación del VAN estático, se ajusta en mayor medida a las expectativas de los directivos sobre la posible evolución futura del proyecto y –lo que es más importante– recoge los efectos de las futuras respuestas que, en relación con el abandono del proyecto, éstos pudieran emprender en función del comportamiento del mercado brasileño –aquí representado por el número de vehículos anualmente fabricados–; y que, frente al precedente tratamiento individualizado de cada una de las opciones, incorpora las consecuencias derivadas de la interrelación de ambos derechos.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

Tabla 5.25
Valor actual de la cartera formada por la opción de abandono y continuación y VAN ampliado del proyecto originario

	VALOR DE LA CARTERA DE OPCIONES			VAN AMPLIADO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	116.887	551.068	2.434.457	2.298.055	7.084.912	14.424.423
13%	436.260	825.516	2.877.994	2.383.362	7.207.245	14.430.838
20%	841.422	1.009.300	2.449.984	2.676.326	6.862.767	12.940.304

La opción de inversión es del tipo europeo, con precio de ejercicio igual 40.550.352 reales y fecha de ejercicio el 31 de diciembre del 2000. Los flujos netos de tesorería del proyecto originario y la subsiguiente inversión son estimados suponiendo una tasa de incremento anual media para las distintas partidas de gastos del 12 por ciento a lo largo del período 1996-2005; y del 8'7 por ciento para el precio medio de los componentes también durante cada uno de los intervalos anuales del citado horizonte, excepto en el período de renovación de contratos (2000-2001) en el que se considera que aumenta un 12 por ciento. Se supone además la misma política de financiación para la futura oportunidad de inversión que la elegida para el compromiso inicial.
La opción de abandono es del tipo americano, con precio de ejercicio igual al valor de mercado de los terrenos y construcciones más el valor contable pendiente de amortizar del resto de activos fijos, y fecha de vencimiento el 31 de diciembre del 2000.
El valor residual del proyecto al final del período decenal considerado es definido como el valor de mercado de los terrenos y construcciones y su valor estimado asciende a 6.426.000 reales.
El valor actual de la cartera de opciones para el caso base es igual a 1.370.818 reales y el correspondiente VAN ampliado del proyecto a 9.063.234 reales.

Una vez más, el signo positivo del VAN estático del proyecto con valor residual igual al valor de mercado de los terrenos y construcciones no permite atribuir a las opciones reales evaluadas un papel determinante en la decisión de aceptación de la inversión, sin embargo la significación de las mismas –que medida a través del cociente entre el valor actual de la cartera de opciones y el VAN ampliado oscila entre más del 5 por ciento y cerca del 20 por ciento, pasando por el 15'13 por ciento del caso base– se revela como razón suficiente para la incorporación de éstas en el análisis del proyecto.

V.7 EL APALANCAMIENTO OPERATIVO, EL APALANCAMIENTO FINANCIERO Y LAS OPCIONES REALES

Entre el conjunto de dimensiones que caracterizan al proyecto evaluado y a las opciones reales asociadas –y aparte de los supuestos sobre la futura evolución de la variable de estado o de la naturaleza de las relaciones de la empresa con sus clientes y competidores, ya consideradas– dos de ellas se presentan, a priori, especialmente relevantes en la determinación del VAN ampliado, cuales son, su estructura operativa y su estructura financiera.

Con respecto al apalancamiento operativo, la existencia de pagos fijos –de importe independiente del valor de la variable de estado– dentro del total de gastos de un proyecto provoca un doble efecto sobre flujo neto de tesorería: de un lado, y como consecuencia del más rápido crecimiento del total de los cobros frente al de los pagos, potencia el volumen de las ganancias en etapas de expansión; de otro y como resultado del más lento declive del importe total de los pagos frente al de los cobros, acentúa el tamaño de las pérdidas en contextos de recesión. En consecuencia, mayores niveles de apalancamiento operativo implican mayor volatilidad de la renta futura, de modo que, es de esperar que, el incremento del apalancamiento operativo, ceteris paribus, multiplique la utilidad y el valor de la opciones reales.

Por su parte, el apalancamiento financiero de la inversión repercute sobre el valor de los capitales propios por medio de dos vías diferentes. Primero, el apalancamiento financiero contribuye al incremento del valor de los capitales propios a través de la consabida deductibilidad de los gastos por intereses. Segundo, la limitación de la responsabilidad de los capitales propios hace que el apalancamiento financiero condicione la política de ejercicio de las sucesivas opciones de crecimiento y de liquidación anticipada del negocio y, por tanto, también su valor actual.

V.7.1 LA ESTRUCTURA OPERATIVA Y LA FLEXIBILIDAD DE LA INVERSIÓN

Para evaluar el efecto del apalancamiento operativo sobre el valor actual de las opciones reales que determinan la flexibilidad de la inversión –opción de

ampliación, de reducción y de abandono–, se calculó los correspondientes valores actuales netos ampliados de dos nuevos proyectos, idénticos al evaluado en todas sus propiedades excepto en el grado de apalancamiento operativo, el cual es definido, en cada caso, de manera que los proyectos resultantes constituyan modelos representativos de niveles extremos, por exceso el uno y por defecto el otro. Así, el primero de los proyectos de referencia cumple con la condición de que el importe íntegro de todos y cada uno de los conceptos de pagos representa un flujo por completo variable; mientras que el segundo de ellos es el resultado de considerar fijo el total de los pagos con la única excepción del importe derivado de la compra de materiales.

Previo al análisis de la influencia del apalancamiento operativo sobre el valor actual de las distintas opciones reales consideradas, resulta obligado hacer referencia a la relación del propio VAN estático con dicha variable. El cuadro 5.26 presenta el valor de este último para cada uno de los citados supuestos de apalancamiento operativo del proyecto y en función de los diferentes escenarios acerca de la evolución futura de la variable de estado.

Tabla 5.26
VAN del proyecto
para diferentes grados de apalancamiento operativo

	APALANC. OPERATIVO NULO			APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MAXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	-10.423.787	-8.254.360	-5.567.529	-476.608	3.876.072	9.332.200	-2.174.669	4.818.315	13.376.376
13%	-10.427.092	-8.326.922	-5.880.412	-710.670	3.723.958	8.895.076	-2.185.957	4.571.099	12.369.834
20%	-10.492.449	-8.581.276	-6.419.828	-822.866	3.195.695	7.832.553	-2.397.973	3.743.646	10.658.802

Para el cálculo de estos datos se ha supuesto un valor residual del proyecto igual a cero.

De la observación de estos datos se desprende, entre otras relaciones, las siguientes: primero, que, para cualquiera de los tres niveles de apalancamiento operativo considerados, el VAN estático es función creciente y decreciente, respectivamente, de la tasa media de incremento y de la volatilidad de la variable de estado; segundo, que a partir de una determinada tasa de variación de la variable exógena, el VAN del proyecto incrementa, ceteris paribus, con el grado de apalancamiento financiero –de los tres escenarios presentados en la referida tabla, esta relación deja de verificarse únicamente para el correspondiente al crecimiento nulo–; y tercero y último, que también a partir de una determinada tasa de variación

de la variable exógena, la sensibilidad del VAN con respecto al crecimiento y a la rentabilidad de aquella parece comportarse como una función creciente del apalancamiento operativo, de manera que este último acentúa tanto el efecto positivo que sobre el VAN del proyecto ejerce la tasa de crecimiento de la variable de estado, como la influencia negativa de la volatilidad de ésta sobre el mismo.

Por lo que respecta a la opción de ampliación, el estudio de la relación entre el valor actual de esta última y el grado de apalancamiento operativo del proyecto reveló la independencia ocasional entre ambos factores. Al igual que ocurría en el análisis de la opción de ampliación del proyecto original, en el caso de apalancamiento operativo máximo, y dados los posibles valores planteados de la variable de estado y del resto de dimensiones del proyecto, este tipo de derecho carece también de utilidad. Este resultado es del todo lógico, ya que mayor apalancamiento operativo implica también un mayor coste de ejercicio de la opción de ampliación –a través del incremento del valor actual de los costes fijos asociado al aumento de la capacidad productiva máxima– y, por tanto, menores posibilidades de aprovechamiento. Pero incluso en el supuesto caso de apalancamiento operativo nulo, el análisis de la opción de ampliación corrobora la futilidad de su ejercicio.[259] De todo lo cual se desprende que la insignificancia de la opción de ampliación viene inducida, en este caso, por factores diferentes del nivel de apalancamiento operativo del proyecto, más relacionados con la propia dimensión inicial del proyecto originario, la evolución futura de la variable de estado y, como se observó en el epígrafe *V.3*, por la propia estructura competitiva del sector de componentes del automóvil.

Bien diferente es el resultado del análisis de la relación entre apalancamiento operativo y valor actual de la opción de reducción. En principio, las opciones de reducción permiten ajustar la dimensión de la inversión –y, por tanto, el volumen de

[259] De hecho, aún suponiendo apalancamiento operativo nulo y los datos del caso base sobre la evolución futura de la variable de estado, la opción de ampliación de la capacidad máxima del proyecto en un 25 por ciento adicional en el ecuador del quinquenio de análisis, no se ejercita para precios de ejercicio superiores a 2.424.155 reales, cuando las estimaciones sobre su valor de mercado rondan los diez millones de reales.

gastos fijos– a niveles menores en función del valor y evolución de la variable de estado. En consecuencia, cuanto mayor es el apalancamiento operativo –lo cual supone un menor grado de flexibilidad–, mayor es la utilidad de la opción de reducción y, por ende, su valor actual. Dicha relación es comprobada con los datos del caso evaluado, considerando para ello una opción de reducción del tipo europeo, con fecha de ejercicio el 1 de enero de 1999, precio de ejercicio igual a cero y coeficiente reductor del 50 por ciento.

La tabla 5.27 presenta el valor actual de la opción de reducción que corresponde al nivel de apalancamiento real junto con el asociado al nivel máximo del mismo. Al igual que ocurre en el caso base de apalancamiento operativo, en el de apalancamiento máximo el valor actual de la opción de reducción es positivo para todos los supuestos planteados sobre la evolución de la variable de estado, lo cual indica que, en la fecha de vencimiento de la opción, siempre existe al menos un valor de aquella para el cual el ejercicio del derecho resulta ser la política óptima.

Tabla 5.27
Valor actual de la opción de reducción
para diferentes grados de apalancamiento operativo

	APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	402.851	8.748	17	2.374.987	254.203	826
13%	404.624	75.524	3.276	2.127.688	693.203	56.685
20%	336.453	136.682	27.594	2.018.121	996.938	255.225

La opción de reducción considerada es del tipo europeo, con fecha de ejercicio el 1 de enero de 1999, precio de ejercicio igual a cero y coeficiente reductor del 50 por ciento. Para el cálculo de estos datos se ha supuesto un valor residual del proyecto igual a cero.

No obstante, el valor actual de la opción de reducción es, en el caso de apalancamiento operativo máximo, mayor que el correspondiente al proyecto base en cualquiera de los escenarios simulados, superioridad además suficientemente notoria como para reconocer la significativa influencia de la variable apalancamiento operativo sobre el valor de este tipo de opción.[260] Los resultados de la tabla 5.28, que

[260] A partir de los datos recogidos en la tabla 5.27 puede además comprobarse que el distanciamiento entre ambos valores incrementa y disminuye, respectivamente, con la tasa de crecimiento medio y volatilidad de la variable exógena.

reflejan el cociente en términos porcentuales entre el valor actual de la opción de reducción y el VAN ampliado de la inversión, no hacen sino corroborar el sentido negativo de la relación entre el apalancamiento operativo y el grado de significación de la opción.

Tabla 5.28
Porcentaje de participación del valor actual de la opción de reducción de la inversión sobre el VAN ampliado

	APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	546,19%	0,23%	0,00%	1185,61%	5,01%	0,01%
13%	132,21%	1,99%	0,04%	3651,49%	13,17%	0,46%
20%	69,17%	4,10%	0,35%	531,29%	21,03%	2,34%

La opción de reducción considerada es del tipo europeo, con fecha de ejercicio el 1 de enero de 1999, precio de ejercicio igual a cero y coeficiente reductor del 50 por ciento. Para el cálculo de estos datos se ha supuesto un valor residual del proyecto igual a cero.

Adicionalmente, el cuadro 5.29 recoge el valor promedio y desviación típica de los valores actuales netos ampliados calculados a partir de las correspondientes estimaciones efectuadas para los distintos escenarios planteados sobre la futura evolución de la variable de estado, en función de la disponibilidad-carencia de la opción de reducción y del grado de apalancamiento operativo. De modo previsible, los resultados obtenidos muestran como la inclusión de la opción de reducción implica simultáneamente el aumento del citado valor promedio y la disminución del coeficiente de volatilidad. De manera igualmente razonable, el citado efecto de la incorporación de la opción de reducción resulta sensiblemente superior en el caso de apalancamiento operativo máximo.

Tabla 5.29
Impacto de la inclusión de la opción de reducción sobre las estimaciones del VAN ampliado del proyecto

		APALANCAMIENTO OP.	
		REAL	MÁXIMO
Sin opción de abandono	Promedio	3.871.712	4.753.275
	Desv. típica	4.079.881	6.280.839
Con opción de abandono	Promedio	4.026.797	5.728.594
	Desv. típica	3.922.455	5.399.502
Incremento del promedio		4,01%	20,52%
Reducción de la D.T.		-3,86%	-14,03%

El valor promedio y la desviación típica son calculados a partir de los valores actuales netos ampliados estimados en función de los distintas combinaciones planteadas sobre los valores de los parámetros del proceso

estocástico seguido por la variable de estado y, puesto que estos supuestos fueron seleccionados con fines meramente ilustrativos y no probabilísticos, carecen de toda representatividad estadística.

Tabla 5.30
Valor actual de la opción de abandono y VAN ampliado del proyecto para diferentes grados de apalancamiento operativo

VALOR ACTUAL DE LA OPCIÓN DE ABANDONO									
	APALANC. OPERATIVO NULO			APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	0	0	0	0	0	0	20	0	0
13%	0	0	0	5	3	2	12.416	403	3
20%	0	0	0	88	7	5	103.251	18.886	1.748
VAN AMPLIADO DEL PROYECTO									
	APALANC. OPERATIVO NULO			APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	-7.766.007	-5.596.579	-2.909.747	2.181.168	6.533.844	11.989.966	483.131	7.476.095	16.034.156
13%	-7.769.311	-5.669.142	-3.222.632	1.947.107	6.381.732	11.552.846	484.239	7.229.282	15.027.617
20%	-7.834.671	-5.923.496	-3.762.049	1.834.992	5.853.474	10.490.325	363.058	6.420.312	13.318.330

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La opción de abandono valorada es del tipo americano, con fecha de vencimiento el 31 de diciembre del 2000 y precio de ejercicio igual al valor de mercado del terreno y de la parte no amortizada de las construcciones.

Siguiendo el mismo esquema de análisis, se evalúa la relación entre la opción de abandono y el grado de apalancamiento operativo del proyecto. La tabla 5.30 presenta los valores de la opción de abandono asociados a diferentes supuestos de apalancamiento operativo de la inversión. Del examen de estos resultados se colige que –como era de esperar– el valor actual de la opción de abandono asociada al proyecto de apalancamiento operativo máximo supera al correspondiente calculado sobre el supuesto base de apalancamiento, cualesquiera que sean los valores de los parámetros de la variable de estado, y este último a su vez al derivado del supuesto apalancamiento operativo nulo; lo cual confirma una vez más la idea de que cuanto menor sea la flexibilidad del proyecto derivada del apalancamiento operativo, mayor es el valor de la flexibilidad aportada por las opciones reales.

Al igual que en el estudio del anterior derecho, son calculados los porcentajes de participación del valor actual de la opción de abandono sobre el VAN ampliado de la inversión, recogidos en la tabla 5.31, y que confirman, a pesar de la nimiedad de la práctica totalidad de los resultados –exceptuando si acaso el porcentaje correspondiente al supuesto crecimiento nulo y volatilidad máxima en el caso de apalancamiento operativo máximo–, la mencionada relación positiva entre el nivel de apalancamiento y el grado de significación del derecho de abandono.

Tabla 5.31
Porcentaje de participación del valor actual de la opción de abandono de la inversión sobre el VAN ampliado

	APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
13%	0,00%	0,00%	0,00%	2,56%	0,01%	0,00%
20%	0,00%	0,00%	0,00%	28,44%	0,29%	0,01%

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La opción de abandono valorada es del tipo americano, con fecha de vencimiento el 31 de diciembre del 2000 y precio de ejercicio igual al valor de mercado del terreno y de la parte no amortizada de las construcciones.

Por último, los datos presentados en el cuadro 5.32 revelan que, una vez más, la inclusión de la opción incrementa y reduce, respectivamente, el valor promedio y desviación típica de los valores actuales netos ampliados correspondientes a los distintos supuestos sobre la futura evolución de la variable exógena, siendo el efecto observado en el supuesto de apalancamiento operativo máximo claramente superior al registrado en el caso básico.

Para completar el análisis de la influencia del apalancamiento operativo sobre el VAN ampliado de la inversión, los anteriores cálculos fueron repetidos para la opción de abandono americana de precio de ejercicio igual al valor de mercado de los terrenos y construcciones más el valor pendiente de amortizar del resto de activos fijos. Las tablas 5.32-5.35 recogen de modo sucesivo los resultados de la nueva estimación que, de manera aún más perceptible –ahora para importes consecuentemente superiores del valor actual de la opción y VAN ampliado del proyecto–, corroboran las relaciones arriba señaladas.

Cabe, por tanto, concluir que si la significación del valor de las opciones de reducción y de abandono no es mayor de lo que manifiestan los resultados de los anteriores epígrafes, en buena parte es debido a que la utilidad que aportan dichas opciones se encuentra parcialmente reemplazada por la flexibilidad proporcionada por el propio apalancamiento operativo del proyecto. De modo que, aún cuando en el caso objeto de estudio, los datos estimados sobre los posibles valores del derecho aconsejan la inclusión de los mismos en la evaluación de la inversión, la relevancia de aquellos se encuentra sin embargo marcadamente condicionada por la propia estructura de pagos fijos-variables del proyecto, a su vez condicionada por el proceso

de fabricación de los componentes de interior y las condiciones del propio mercado brasileño.

Tabla 5.32
Impacto de la inclusión de la opción de abandono
sobre las estimaciones del VAN ampliado del proyecto

		APALANCAMIENTO OP.	
		REAL	MÁXIMO
Sin opción de abandono	Promedio	6.529.483	7.411.055
	Desv. típica	4.079.878	6.280.839
Con opción de abandono	Promedio	6.529.495	7.426.247
	Desv. típica	4.079.865	6.264.321
Incremento del promedio		0,00%	0,20%
Reducción de la D.T.		0,00%	-0,26%

El valor promedio y la desviación típica son calculados a partir de los valores actuales netos ampliados estimados en función de los distintas combinaciones planteadas sobre los valores de los parámetros del proceso estocástico seguido por la variable de estado y, puesto que estos supuestos fueron seleccionados con fines meramente ilustrativos y no probabilísticos, carecen aquellos primeros carecen de representatividad estadística.

Tabla 5.33
Valor actual de la opción de abandono y VAN ampliado del proyecto
para diferentes grados de apalancamiento operativo

VALOR DE LA OPCIÓN DE ABANDONO						
	APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	116.727	646	8	515.116	7.340	16
13%	406.000	51.012	1.692	1.262.954	191.480	8.575
20%	737.677	230.013	40.172	2.286.375	762.023	144.359
VAN AMPLIADO DEL PROYECTO						
	APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	2.297.895	6.534.490	11.989.974	998.227	7.483.435	16.034.172
13%	2.353.102	6.432.741	11.554.536	1.734.777	7.420.359	15.036.189
20%	2.572.581	6.083.480	10.530.492	2.546.182	7.163.449	13.460.941

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La opción de abandono valorada es del tipo americano, con fecha de vencimiento el 31 de diciembre del 2000 y precio de ejercicio igual al valor de mercado del terreno y de la parte no amortizada de las construcciones más el valor contable pendiente de amortizar del resto de activos fijos.

Tabla 5.34
Porcentaje de participación del valor actual de la opción de abandono de la inversión sobre el VAN ampliado

	APALANC. OPERATIVO REAL			APALANC. OPERATIVO MÁXIMO		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	5,08%	0,01%	0,00%	51,60%	0,10%	0,00%
13%	17,25%	0,79%	0,01%	72,80%	2,58%	0,06%
20%	28,67%	3,78%	0,38%	89,80%	10,64%	1,07%

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La opción de abandono valorada es del tipo americano, con fecha de vencimiento el 31 de diciembre del 2000 y precio de ejercicio igual al valor de mercado del terreno y de la parte no amortizada de las construcciones más el valor contable pendiente de amortizar del resto de activos fijos.

Tabla 5.35
Impacto de la inclusión de la opción de abandono sobre las estimaciones del VAN ampliado del proyecto

		APALANCAMIENTO OP. REAL	MÁXIMO
Sin opción de abandono	Promedio	6.529.483	7.411.055
	Desv. típica	4.079.878	6.280.839
Con opción de abandono	Promedio	6.705.477	7.986.415
	Desv. típica	3.905.306	5.735.860
Incremento del promedio		2,70%	7,76%
Reducción de la D.T.		-4,28%	-8,68%

El valor promedio y la desviación típica son calculados a partir de los valores actuales netos ampliados estimados en función de los distintas combinaciones planteadas sobre los valores de los parámetros del proceso estocástico seguido por la variable de estado y, puesto que estos supuestos fueron seleccionados con fines meramente ilustrativos y no probabilísticos, carecen aquellos primeros carecen de representatividad estadística.

V.7.2 LA ESTRUCTURA FINANCIERA Y EL VAN AMPLIADO

Las estimaciones hasta el momento realizadas del VAN de la inversión en Brasil incorporan uno de los efectos de la política de financiación seleccionada por los promotores del proyecto: el aumento del valor actual del ahorro impositivo como consecuencia de la deducibilidad de los intereses de la deuda. Resta por evaluar sin embargo la influencia del apalancamiento financiero sobre la política de ejercicio –y, por ende, sobre el valor– de las distintas opciones reales del proyecto o, lo que es lo

mismo, sobre las futuras decisiones que, en función de su poder y de su responsabilidad, pudieran adoptar los distintos grupos de propietarios. [261]

Los accionistas, como titulares de un derecho residual sobre el conjunto de recursos de la empresa, poseen la facultad de decidir sobre el destino de los flujos de tesorería disponibles una vez satisfechas las obligaciones emanadas de las relaciones contractuales entre la empresa y el resto de partícipes (clientes, proveedores, personal, acreedores, Estado, etc.). Por lo que respecta a sus deberes, la responsabilidad de los accionistas se halla limitada al conjunto de las aportaciones previamente realizadas o pactadas, de manera que –con leves variaciones entre los diferentes ordenamientos jurídicos de los sistemas de mercado–, la probada insuficiencia de la renta generada por la firma para atender las cargas contractuales del resto de partícipes deriva en los correspondientes procedimientos legales que trasladan el derecho de decisión sobre el conjunto de recursos de la empresa, previamente gestionados por los directivos designados por los accionistas, a los titulares de los derechos lesionados.

Este tipo de consideraciones ha sido no obstante deliberadamente omitido en las valoraciones presentadas en los epígrafes precedentes. Al contrario, en la determinación del flujo de tesorería generado por el proyecto durante cada uno de los 30 subperíodos en los que se divide el horizonte de análisis quinquenal, los saldos negativos son tratados como nuevos desembolsos adicionales del conjunto de propietarios de la empresa que, de esta forma, aseguran el cumplimiento de las obligaciones contraídas con los partícipes no aportantes de capital.

Aunque este supuesto contraviene el principio de responsabilidad limitada que gobierna las relaciones entre los propietarios y las compañías societarias en las que participan, puede sin embargo resultar adecuado para representar una particular estrategia de inversión de aquellos, cuya disposición a soportar los eventuales saldos

---

[261] Sobre los efectos de la financiación en el valor de las opciones reales véanse Myers (1977), Trigeorgis (1993a), Triantis y Hodder (1990), Mauer y Triantis (1994) y Vila y Schary (1995); y sobre la relación entre flexibilidad y coste del capital, Chung y Charoenwong (1991) y Chung y Kim (1997).

negativos tiene por objeto el mantenimiento de la supervivencia de la firma en espera de una recompensa futura. Además, por cuanto el procedimiento de valoración no especifica las proporciones del flujo operativo neto de impuestos que corresponden a accionistas y a acreedores, permite plantear diferentes suposiciones al respecto de las estrategias de inversión de unos y otros por separado.

Una primera posibilidad consiste en suponer que los accionistas de la empresa garantizan no sólo a los aportantes de recursos no financieros sino incluso a los titulares de los capitales ajenos, el oportuno cobro de sus derechos financieros, de modo que, la corriente de intereses y devoluciones del principal –propiedad de los acreedores de la firma– adquiere la condición de cierta y, por ende, la deuda de la empresa, la de activo libre de riesgo.

Lógicamente, sobre este supuesto, el tanto de descuento adecuado para valorar la deuda coincide con la rentabilidad esperada del activo sin riesgo –15'89 por ciento– que aplicado a la corriente de intereses y reembolsos del principal proporciona un valor actual de 26.929.734 reales y un VAN de la de deuda de 5.572.049 reales, que se obtiene de sustraer al anterior valor actual el desembolso inicial de la deuda de 22.357.685 reales[262]. Además, comoquiera que el VAN de la inversión ha de coincidir con la suma de los respectivos valores actuales netos de las distintas fuentes de financiación, el VAN de los capitales propios puede deducirse directamente a partir de la fórmula:

(5.14) $$VAN(S) = VAN(V) - VAN(D)$$

donde, *VAN(S)* representa el valor actual neto de los capitales propios; *VAN(V)*, el del conjunto del proyecto; y *VAN(D)*, el de la deuda.

En concreto, empleando las estimaciones del VAN de la inversión recogidas en el cuadro 5.14 –que considera el proyecto sin opciones reales y valor residual

[262] La patente rentabilidad de la inversión de los acreedores en este proyecto se deriva directamente de la consideración de la deuda como no arriesgada cuando la rentabilidad que exigen por su participación en el mismo –25 por ciento– supera de manera significativa la del activo libre de riesgo –15'89 por ciento–.

igual 5.556.135 reales– y la hipotética seguridad de la deuda, los consiguientes resultados de la estimación del VAN del capital propio son ordenados, en función de la futura evolución de la variable de estado, en el cuadro 5.36.

Tabla 5.36
VAN de los capitales propios del proyecto Brasil

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-2.390.881	1.961.795	7.417.917
13%	-2.624.947	1.809.680	6.980.795
20%	-2.728.145	1.281.418	5.918.271

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La valoración de la inversión se realiza suponiendo la ausencia de opciones reales, pero considerando el apalancamiento operativo atribuible a la naturaleza del proyecto.
VAN del caso base igual a 3.120.367 reales.

Es de señalar que, a diferencia de lo que se observaba en la estimación del VAN del proyecto –que resultaba positivo en todos los casos planteados sobre el futuro de la variable de estado, y siempre y cuando fuesen simultáneamente considerados el efecto del apalancamiento operativo y el valor residual del proyecto–, el VAN de los capitales propios presenta saldo negativo en tres de los nueve escenarios analizados. Sobre los supuestos de crecimiento medio nulo de la futura evolución estocástica de la producción de automóviles y responsabilidad ilimitada de los capitales propios, la inversión en los proyectos TRIMTEC e IRAMEC, únicamente crea valor para los propietarios de la deuda, que se benefician del saldo positivo del VAN de la inversión y de una parte, ligeramente mayor, de la riqueza de los accionistas. De todo lo cual se desprende que, de aceptarse el citado supuesto sobre la estrategia de inversión de los accionistas del proyecto, la decisión de aceptación sólo resultaría razonable en el caso en que las expectativas de aquellos sobre el crecimiento anual medio de la producción de automóviles durante el quinquenio inmediato superase un mínimo valor positivo.

Con todo, la decisión de apalancar financieramente el proyecto Brasil domina, en términos de creación de valor, a la alternativa de endeudamiento nulo incluso desde la perspectiva de los accionistas y suponiéndoles responsabilidad ilimitada; conclusión ésta que se sigue del hecho de que el VAN de la deuda, igual a 4.572.049, resulte inferior al valor actual del ahorro impositivo que se deriva de

aquella y que asciende a 5.827.041 reales. De modo que el importe que resta del valor actual del ahorro impositivo una vez satisfechas las obligaciones contraídas con los acreedores, 1.254.992 reales, incrementa el propio VAN del capital-acciones por encima del que correspondería al conjunto de accionistas de optar por financiar el proyecto en su totalidad con la emisión de acciones.

Tabla 5.37
VAN de los capitales propios del proyecto Brasil
suponiendo responsabilidad ilimitada y endeudamiento nulo

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-3.645.873	706.803	6.162.925
13%	-3.879.939	554.688	5.725.803
20%	-3.983.137	26.426	4.663.279

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La valoración de la inversión se realiza suponiendo la ausencia de opciones reales, pero considerando el efecto del apalancamiento operativo atribuible a la naturaleza del proyecto.

Una segunda alternativa que se plantea con respecto al supuesto comportamiento de los accionistas del proyecto frente al problema de la generación de rentas operativas netas insuficientes para atender los derechos de cobro del resto de partícipes del proyecto, consiste en la consideración del posible ejercicio de la opción de abandono que procede de los limites legales de la responsabilidad de aquellos.

En su condición de accionistas de TRIMTEC e IRAMEC, y gracias a los derechos que como tales les confieren las leyes, GAI y ACIL no tendrían por qué realizar desembolso adicional alguno. Muy al contrario, GAI y ACIL cuentan con la posibilidad de cubrir los desajustes temporales de tesorería mediante el recurso a nuevas fuentes de financiación y, en último lugar, optar por el abandono de los proyectos en manos del resto de partícipes. De hecho, el tratamiento de la opción de abandono como un derecho propio de los accionistas que será ejercitado en cualquier momento de la vida del proyecto y en función de las expectativas que éstos mantengan sobre la capacidad del proyecto para incrementar su riqueza personal, constituye un planteamiento cuando menos más realista –por no decir, razonable– que el usual tratamiento recibido por esta opción en muchos de los trabajos de opciones reales en los que se supone que su ejercicio –que, por otra parte, no se

especifica a quién corresponde– se efectúa de manera que el valor total de la empresa o proyecto se haga máximo.[263]

La tabla 5.38 recoge los valores actuales netos ampliados del proyecto para los diferentes escenarios estudiados cuando es considerado el derecho específico de los accionistas a abandonar su participación en el proyecto a través del tratamiento de sus títulos como una opción europea de compra de duración igual a la amplitud del subintevalo de análisis, cuyo ejercicio proporciona –previo pago o cobro del saldo resultante de descontar al flujo neto de tesorería los pagos debidos en concepto de intereses y del oportuno reembolso de la deuda– una nueva opción de compra de análogas características cuyo no ejercicio supone la total e irreversible abdicación de los derechos de propiedad por la que los accionistas perciben el importe neto positivo, si es que existe, de liquidación del negocio una vez saldado el valor actual de las deudas pendientes de pago.[264]

Tabla 5.38
VAN ampliado del proyecto
con opción de abandono de los accionistas

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-7.592.785	4.881.068	11.988.260
13%	-6.608.203	2.562.722	11.239.652
20%	-4.380.107	1.355.599	9.528.185

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales. La valoración de la inversión se realiza teniendo considerando el efecto del apalancamiento operativo atribuible a la naturaleza del proyecto y la posibilidad con que cuentan los accionistas a renunciar a su derecho de propiedad residual en cualquier momento anterior a la finalización de la vida de la inversión. Valor del caso base igual a 5.066.320 reales.

[263] Precisamente, este es el planteamiento adoptado en el epígrafe precedente sobre la opción de abandono asociada a la inversión en Brasil frente al propuesto por el ECM ahora empleado.

[264] Concretamente, en la valoración que a continuación se efectúa se toma como valor liquidativo del negocio el correspondiente valor inflactado del terreno más el no amortizado de las construcciones y que a la finalización de la vida del proyecto coincide con el valor residual considerado en las estimaciones anteriores.

El VAN ampliado de la inversión así gestionada resulta, en todos los casos planteados, inferior al derivado de la supuesta responsabilidad ilimitada de los accionistas, como muestra la tabla 5.39 en donde se presenta la diferencia entre los valores del VAN del proyecto correspondientes a cada una de las mencionadas estrategias de actuación de los accionistas. La negatividad de este saldo no supone sin embargo la ineficacia de la opción de abandono sino que, al contrario, revela el previsible comportamiento oportunista que en la gestión de su derecho de abandono prematuro del negocio emprenderán los accionistas racionales que persigan la maximización de su riqueza personal. De hecho, la inclusión de dicha opción de abandono en la valoración de los capitales propios de la inversión –véase la información al respecto recogida en el cuadro 5.40– incrementa significativamente el VAN de mismos con respecto al obtenido cuando aquella no era considerada[265], al tiempo que reduce el VAN de los capitales ajenos en importe igualmente notorio –véase tabla 5.41–.[266]

El análisis de la relación entre el valor de esta opción y diferentes grados de apalancamiento financiero de la inversión revela la influencia de este último en la utilidad del derecho. Niveles de endeudamiento inferiores al finalmente elegido por los accionistas del proyecto implican valores actuales de la opción igualmente menores y, por ende, una eficacia de la misma decreciente. En concreto, en el caso de endeudamiento nulo, el valor de la opción de abandono implícita en el capital acciones se reduce a importes insignificantes cercanos a cero, incluso para los supuestos de mayor volatilidad de la variable de estado en los que apenas llega a superar la cifra de 550 reales.

---

[265] La significación de esta opción de abandono destaca aún más cuando sus valores actuales son comparados con los de la opción de abandono del proyecto que es ejercitada según el criterio de maximización de la riqueza total del conjunto de propietarios del mismo, anteriormente calculados en el epígrafe dedicado al análisis de la opción de abandono.

[266] Este resultado confirma además las hipótesis planteadas en Vila y Schary (1995) y Trigeorgis (1993) comentadas en el capítulo precedente.

Tabla 5.39
Diferencia entre el VAN ampliado del proyecto con opción de abandono de los accionistas y el VAN del proyecto sin opción

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-9.773.953	-1.652.776	-1.706
13%	-8.555.305	-3.819.007	-313.192
20%	-6.215.011	-4.497.868	-962.135

El valor de la diferencia correspondiente al caso base es igual a –2.626.096 reales.

Tabla 5.40
Valor de la opción de abandono y VAN ampliado de los capitales propios

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO de los cap. propios		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	1.772.644	73.127	162	-618.237	2.034.922	7.418.079
13%	2.321.397	544.546	37.305	-303.550	2.354.226	7.018.100
20%	2.878.875	1.251.368	285.822	150.730	2.532.786	6.204.093

El valor de la opción y VAN ampliado de las acciones correspondiente al caso base es respectivamente igual a 375.228 y 3.495.595 reales.

Tabla 5.41
VAN de la deuda cuando los accionistas disponen de la opción de abandono y pérdida de valor de la deuda inducida por la existencia de dicha opción

	VAN DE LA DEUDA			Valor transferido por la opción		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	-6.974.548	2.846.146	4.570.181	11.546.597	1.725.903	1.868
13%	-6.304.653	208.496	4.221.552	10.876.702	4.363.553	350.497
20%	-4.530.837	-1.177.187	3.324.092	9.102.886	5.749.236	1.247.957

Los valores relativos al caso base son respectivamente 1.570.725 y 3.001.324 reales.

Los datos recogidos en la tabla 5.40 muestran además una clara relación creciente entre el valor de la opción de abandono y la volatilidad de la variable de estado y decreciente entre aquél y el crecimiento media esperado de esta última. Dicha relación domina a las de signo contrario que mantiene el VAN estático de las opciones con respecto a las mismas variables en varios de los supuestos planteados, de manera que tanto en el caso de crecimiento esperado nulo de la variable de estado como en el que alcanza la cifra del 7 por ciento, el incremento de la volatilidad de la producción brasileña de automóviles implica mayores valores del VAN ampliado de los capitales propios.

De todo lo anterior se desprende que la consideración de la opción de abandono implícita en el derecho de propiedad de los capitales propios constituye un factor de primer orden a la hora de explicar las motivaciones que empujan a los accionistas del proyecto evaluado a invertir en Brasil en el modo efectuado, especialmente en los casos de futuro crecimiento medio de la producción local de automóviles bajo o moderado y de elevada volatilidad de la misma. Desde esta perspectiva, no obstante, la participación de los acreedores en la financiación del proyecto exige recurrir al supuesto de mayor optimismo de estos últimos en la formulación de sus expectativas sobre el futuro comportamiento de la variable de estado.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Las dudas al respecto de la veracidad de este último planteamiento nos llevó a revisar el resto de supuestos de partida empleados en la previa valoración de los distintos títulos de propiedad de la inversión y, en especial, a evaluar el efecto de la modificación del valor de liquidación prematura del negocio sobre los anteriores resultados. La tabla 5.42 recoge el VAN ampliado de los capitales propios cuando el precio de ejercicio de la opción de abandono a éstos asociada se define como el valor de mercado de los terrenos y construcciones más el valor contable pendiente de amortizar del resto de activos fijos, mientras que las tablas 5.43 y 5.44 muestran respectivamente los correspondientes valores del VAN ampliado del proyecto y de la deuda.

Tabla 5.42
Valor actual de la opción de abandono
y VAN ampliado de los capitales propios

	VALOR DE LA OPCIÓN			VAN AMPLIADO de los cap. propios		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	1.857.305	73.165	162	-533.576	2.034.960	7.418.079
13%	2.407.819	544.951	37.402	-217.128	2.354.631	7.018.197
20%	2.931.587	1.254.581	287.406	194.442	2.535.999	6.205.677

La opción de abandono es de tipo americano con fecha de vencimiento el 31 de diciembre del 2000 y precio de ejercicio igual a la suma del valor de mercado de los terrenos y construcciones más el valor neto contable del resto de activos fijos.
Los valores relativos al caso base son respectivamente 375.731 y 3.496.098 reales.

Tabla 5.43
VAN ampliado del proyecto
con opción de abandono de los accionistas

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	234.071	6.073.861	11.989.537
13%	680.536	5.582.414	11.481.970
20%	1.405.455	5.310.585	10.392.404

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales.
La valoración de la inversión se realiza teniendo considerando el efecto del apalancamiento operativo atribuible a la naturaleza del proyecto y la posibilidad con que cuentan los accionistas a renunciar a su derecho de propiedad residual en cualquier momento anterior a la finalización de la vida de la inversión, siendo el valor de liquidación del negocio en cada momento igual a la suma del precio de mercado de los terrenos y construcciones más el valor neto contable del resto de activos fijos.
Valor del caso base igual a 7.138.693 reales.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Tabla 5.44
VAN de la deuda cuando los accionistas disponen de la opción de abandono
y pérdida de valor de la deuda inducida por la existencia de dicha opción

	VAN DE LA DEUDA			Valor transferido por la opción		
	Crecimiento medio			Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%	0%	7%	15%
7%	767.647	4.038.901	4.571.458	3.804.402	533.148	591
13%	897.664	3.227.783	4.463.773	3.674.385	1.344.266	108.276
20%	1.211.013	2.774.586	4.186.727	3.361.036	1.797.463	385.322

Los valores relativos al caso base son respectivamente 3.642.595 y 929.454 reales.

Comparando los nuevos resultados del VAN ampliado de los capitales propios con los previamente estimados para un menor precio de ejercicio de la opción de abandono, se desprende que –como era de esperar– el incremento del precio de liquidación del negocio aumenta la utilidad de la opción de liquidación prematura del negocio por parte de los accionistas y, por tanto, también el valor actual de esta última y el VAN ampliado de los capitales propios. El incremento del valor actual de la opción de abandono de los accionistas oscila entre cero –en el caso de menor volatilidad y mayor crecimiento esperado de la variable de estado– y 84.661 reales –en el caso de menor volatilidad y menor crecimiento esperado, que supone una variación positiva en términos relativos del 4’78 por ciento–, pasando por los 503 reales de diferencia del caso base.

Pero aún más interesante resulta el efecto del incremento del precio de ejercicio de la opción de abandono sobre el VAN ampliado del proyecto y de la deuda. A este respecto, los resultados obtenidos muestran como el aumento del

precio de liquidación prematura del negocio de la opción de abandono gestionada por los accionistas del mismo implica el incremento del VAN ampliado del proyecto por importes que varían entre los 1.277 reales correspondiente al caso de menor volatilidad y mayor crecimiento esperado de la variable de estado y los 7.826.856 reales asociados al supuesto de menor volatilidad y crecimiento esperado; y del VAN de la deuda por importes comprendidos entre los 1.277 reales y los 7.742.195 reales respectivamente en cada uno de los supuestos señalados sobre la evolución futura de la variable de estado.

Estos últimos resultados revelan por tanto que si bien un mayor precio de ejercicio de la opción de abandono de los accionistas incrementa el VAN ampliado de sus títulos, los mayores beneficios del mismo son absorbidos sin embargo por los acreedores del proyecto, que como consecuencia de la menor irreversibilidad de éste y gracias al carácter prioritario de su derecho de cobro frente al de los accionistas, obtienen mayores garantías en relación con la recuperación de su inversión en caso de que los accionistas decidan ejercitar su opción de abandono.

Esta conclusión es además ratificada por los resultados ordenados en la tabla 5.45, que representan la diferencia entre el valor de la opción de abandono de los accionistas del proyecto para el nivel de apalancamiento real del proyecto y el derivado de la supuesta financiación sin deuda, y que indican como, en el caso de crecimiento esperado nulo de la variable de estado, parte del valor actual de la opción de abandono es apropiado por los acreedores del proyecto. De donde cabe por tanto inferir que el signo del efecto del endeudamiento sobre el valor actual de la opción de abandono de los accionista se encuentra condicionado tanto por las expectativas de crecimiento futuro como por el propio precio de ejercicio de la opción de abandono.

No ocurre lo mismo, no obstante, con el VAN ampliado de los capitales propios cuyo valor una vez más incrementa con el nivel de endeudamiento –véanse los resultados del cuadro 5.46–, indicando por tanto que, a pesar de las pérdidas puntuales del valor de la opción de abandono en alguno de los supuestos sobre la evolución de la variable de estado, el valor actual del ahorro impositivo de la deuda

domina sobre aquellas, justificando en consecuencia el apalancamiento financiero de la inversión.

Tabla 5.45
Diferencia entre el V.A. de la opción de abandono de los accionistas con el nivel de endeudamiento real del proyecto y con endeudamiento nulo

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	-960.964	68.613	158
13%	-644.518	309.635	30.558
20%	-374.036	414.064	165.445

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales.
Valor del caso base igual a 245.431 reales.

Tabla 5.46
Diferencia entre el VAN ampliado del proyecto con su nivel de endeudamiento real y con endeudamiento nulo

	Crecimiento medio		
Volatilidad	0%	7%	15%
7%	294.027	1.323.609	1.255.146
13%	610.472	1.564.629	1.285.553
20%	880.956	1.669.057	1.420.438

Valor residual del proyecto igual a 5.556.135 reales.
Valor del caso base igual a 1.5421.000 reales.

En definitiva, los nuevos resultados obtenidos sobre el valor del proyecto, de los capitales propios y de la deuda permiten comprender –ahora sí– tanto la decisión de aceptación del proyecto adoptada por los accionistas del mismo, como la de participación en el mismo por parte de los acreedores, pasando por la de emprender la inversión desde la perspectiva global del conjunto de propietarios y la de apalancar financieramente el proyecto en el nivel finalmente elegido por los primeros. Más aún, el elevado tipo de interés exigido por los acreedores del proyecto en relación con el requerido por los propios accionistas tan sólo encuentra justificación cuando se da entrada en el análisis de la inversión a la opción de abandono de los accionistas que emana de su derecho a liquidar prematuramente el negocio. Esta última incrementa el riesgo soportado por los acreedores del proyecto a niveles tan sólo limitados por las expectativas de expansión del negocio y por la reversibilidad de la

inversión, que en el caso aquí evaluado, parecen ser juzgadas por aquellos como suficientes para participar en el proyecto e incrementar así el VAN ampliado del mismo en el correspondiente valor actual del ahorro impositivo.

V.8 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

La razón fundamental que justifica –o al menos, que debiera justificar– la realización de toda inversión empresarial es la creación de valor. Esta afirmación, aparentemente tan lógica, resulta difícil de contrastar en bastantes de las decisiones emprendidas por las empresas en el mundo real. Son repetidas las ocasiones en las que directivos procedentes de diferentes sectores económicos y regiones geográficas defienden primero y explican después la realización de inversiones con VAN negativo –y que, por tanto, destruyen valor en lugar de generarlo– argumentando razones de índole estratégico, competitivo o relacionadas con la simple supervivencia de la empresa.

La aparente incongruencia demostrada en la aceptación de los mencionados proyectos de VAN negativo en función de consideraciones no financieras pero directamente relacionadas con el valor de la empresa y, por tanto, con clara incidencia sobre aquél, conduce a plantear serias dudas sobre la capacidad de los métodos convencionales de valoración de inversiones para recoger el conjunto de ingredientes de valor de éstas y, por ende, sobre la idoneidad de su empleo en el análisis de los proyectos de inversión empresariales. En este sentido, se dice que los métodos cuantitativos permiten valorar tan sólo el efecto de las variables financieras de las inversiones, excluyendo por tanto del análisis importantes implicaciones derivadas de la aceptación de aquellas precisamente por su carácter cualitativo o no cuantificable.

En este contexto, y dejando a parte el debate sobre la capacidad de los métodos financieros para cuantificar el efecto de las referidas variables cualitativas sobre el valor de la empresa (Baldwin y Clark, 1992), son muchos los teóricos y prácticos de las finanzas que durante las dos últimas décadas concentran su estudio en el desarrollo de métodos cuantitativos que, superando el carácter arbitrario y sesgo subjetivo del que padece el análisis cualitativo de inversiones, permitan

incorporar las consecuencias de variables diferentes de las tradicionales que tan sólo recogen las características de los flujos de tesorería directamente generados por el proyecto. Entre las diferentes propuestas, el enfoque de opciones reales, por cuanto ofrece nuevas luces en la compresión del proceso mismo de generación de valor y, por tanto, en la identificación de las fuentes de valor, proporcionando además herramientas cuantitativas para la estimación de la contribución de aquellas al valor total del proyecto; ha conseguido ocupar un lugar privilegiado entre el abanico de modelos financieros.

El enfoque de opciones reales no está, empero, exento de inconvenientes, entre los que destacan –dejando a un lado los problemas derivados de la extensión de los supuestos de los modelos de valoración de opciones financieras, por otra parte no más exigentes que los correspondientes de otros modelos de valoración de activos financieros ampliamente empleados en el análisis de inversiones empresariales– primero, la mayor complejidad de los modelos matemático-estadísticos de los que se sirve el enfoque para la valoración de las mencionadas opciones reales y, segundo, la relativamente escasa evidencia empírica que de modo fehaciente corrobore la efectiva capacidad de los modelos de opciones para superar las arriba mencionadas limitaciones de los métodos tradicionales de valoración.

Haciendo suyo el objetivo de incrementar el número de pruebas empíricas al respecto de la eficiencia del enfoque en el análisis de la inversión empresarial, el presente trabajo de investigación parte de la hipótesis de que la aceptación de un proyecto de inversión de VAN negativo, en una empresa en la que los problemas de agencia asociados a la relación directiva no influyan sobre las asignaciones de capital, implica la existencia en aquél de opciones reales de valor actual mayor que el importe negativo del mencionado VAN estático.

Con este propósito, y dada la profundidad de estudio que exigía la contrastación de la hipótesis, optamos por emplear el estudio del caso como metodología de investigación. La empresa finalmente elegida para la realización del estudio cumplía tanto con los requisitos indispensables de accesibilidad como con los relativos a la ausencia de problemas de agencia en su proceso de selección de inversiones, dado que el total de las acciones de la misma se hallan concentradas en

el ámbito de una única familia y que varios de los propietarios ocupan los principales puestos de dirección de la firma, y a la reciente aceptación de proyectos de inversión cuya estimación del VAN estático había resultado marcadamente negativa.

El proyecto finalmente elegido como objeto de la investigación del caso había sido identificado como el de VAN estático menor de entre el conjunto de las oportunidades de inversión efectivamente aceptadas a lo largo de los entonces dos últimos ejercicios (1994-1995) y consistía en la inversión directa en Brasil en el desarrollo de dos plantas productivas destinadas a la fabricación de varios de los componentes de interior del automóvil producidos y suministrados por el grupo en diferentes países a diversos fabricantes de vehículos. El signo de las estimaciones obtenidas por el departamento económico financiero del grupo eran además corroboradas por los datos ofrecidos por SERASA sobre la rentabilidad media del sector de componentes en Brasil que, aún mostrando una clara tendencia de recuperación, indicaban de manera contundente el escaso atractivo económico del mismo: en 1991 esta rentabilidad media adoptaba un valor negativo del 7 por ciento, que en 1992 lograba reducirse al menos 4 por ciento y en 1993 al menos 2 por ciento.

Dejando inicialmente a un lado a las opciones reales, algunos de los argumentos normalmente esgrimidos para justificar la expansión internacional de los fabricantes de componentes, como por ejemplo los referidos a la reducción de los costes de fabricación o al incremento de la demanda, habían sido ya considerados en la estimación inicial del VAN del proyecto, por lo que no parecían ser suficientes para explicar la aceptación del proyecto evaluado; mientras que otros factores de valoración más compleja, como es el caso de la supervivencia del grupo, fueron descartados a la luz de la información obtenida en el transcurso de la investigación.

En relación con el factor coste, Wells y Rawlinson (1994, pág. 175) proponen como explicación de la localización de las empresas de componentes en regiones periféricas, la presión ejercida por las ensambladoras para que sus proveedores reduzcan sus costes de producción. De hecho, existen importantes diferencias en materia de costes de fabricación entre los países industrializados y las economías emergentes, que son especialmente significativas en el epígrafe de los gastos laborales. Sin embargo, de verificarse esta proposición, la localización de las

empresas dependería directamente del peso relativo de los gastos de personal en el conjunto de gastos de la empresa, de modo que el mapa global de la industria auxiliar del automóvil presentaría una clara distribución asimétrica por tipos de componentes caracterizada por la concentración de las empresas intensivas en personal en las economías emergentes y de las empresas intensivas en capital en los países los países industrializados. Ahora bien, dichas diferencias en costes laborales no pueden evaluarse de forma aislada. Otros muchos factores, como la legislación laboral, las horas de trabajo, el absentismo y conflictividad laboral, la cualificación y productividad de los trabajadores o la estabilidad social y económica, aparte de los costes de materiales, los de transporte o los impuestos, influyen sobremanera en el saldo final de la cuenta de resultados de las empresas de componentes y, por tanto, en la localización de sus inversiones.

El factor coste propuesto Wells y Rawlinson presenta no obstante escasa validez en la justificación de la inversión en Brasil aquí evaluada. Aún cuando las características de los proyectos emprendidos por GAI los situaba claramente más próximos a las inversiones intensivas en mano de obra que a las intensivas en capital, sin embargo la inclusión de los beneficios en materia de ahorro de costes de personal en el análisis financiero inicial no resultaban suficientes para justificar, por si solos, la decisión de invertir. Tampoco las sospechas del personal encargado de la valoración acerca de las posibilidades de materializar finalmente dichas ventajas en la cuenta de resultados como consecuencia de la previsible escasa productividad del personal contratado en Brasil en relación con la eficiencia obtenida en otras zonas geográficas –posteriormente confirmadas por los resultados de los dos primeros años de operaciones– ni el ligeramente superior coste relativo de las materias primas, sirvieron para disuadir a la dirección del grupo de emprender los proyectos. Si a todo lo anterior le añadimos además el prohibitivo coste que, como consecuencia de su elevado volumen y escaso peso, conlleva el transporte de los principales componentes fabricados por GAI, parece evidente que los motivos que llevan al grupo a invertir en Brasil son bien diferentes de los relacionados con el ahorro de costes.

Este último aspecto, el elevado importe de los costes de transporte de los componentes de interior, que limita el mercado de las instalaciones productivas en

Brasil a poco más del territorio nacional, por otra parte inaccesible desde localizaciones geográficamente más alejadas, conduce a pensar en el incremento de la demanda del grupo como motivo fundamental de la inversión evaluada. Sin embargo, la valoración inicial efectuada por GAI, en función de la demanda esperada durante la vida económica del proyecto, manifiesta la debilidad de este nuevo argumento en la justificación de la decisión de inversión. Tampoco el supuesto de renovación automática y perpetua de los contratos de suministro previstos para el horizonte quinquenal inicial, ni la consideración del valor residual de los activos al final de su vida económica, implican variación alguna con respecto a la aceptabilidad del proyecto, como se comprueba en las estimaciones efectuadas epígrafe 5.7.2. con diferentes valores de la tasa de actualización.

Otra de las posibles justificaciones de la inversión objeto de estudio es la que considera la inversión directa en el exterior como una estrategia defensiva que tiende a asegurar la propia supervivencia de la empresa. En esta dirección apunta el razonamiento que Alaez y otros (1996) proponen para explicar los esfuerzos realizados por las empresas de componentes del automóvil en función de la necesidad de adquirir el tamaño mínimo y presencia internacional que las montadoras vienen exigiendo en el reciente proceso de selección de proveedores. Sin embargo, no todas las empresas invierten en todos los países en los que sus clientes tienen ubicada capacidad productiva. El anterior argumento, permite comprender el proceso de expansión internacional emprendido de manera generalizada por las empresas de componentes en los últimos años, pero no proporciona una explicación justificada de por qué determinadas empresas invierten en unos países y no en otros; o, en el caso que nos ocupa, por qué GAI selecciona un proyecto con VAN negativo en Brasil en lugar de invertir en otras regiones tal vez más rentables o simplemente no aplaza su compromiso en espera de nuevas oportunidades más rentables.

De manera alternativa, el presente trabajo analiza las posibilidades de explicar la inversión de GAI en Brasil como consecuencia de la existencia de opciones reales de valor actual superior al importe negativo del VAN estático. El estudio del sector de componentes, del mercado brasileño del automóvil y especialmente del grupo inversión facilitaron la comprensión en profundidad del proyecto y de sus principales características, entre las cuales destacan la clara

dependencia de los flujos de tesorería generados por el proyecto con respecto al número de vehículos producidos en Brasil, el escaso apalancamiento operativo del proyecto definido por un valor relativamente pequeño del cociente costes fijos entre costes totales y de un elevado apalancamiento financiero derivado del protagonismo de la deuda entre las fuentes de financiación de la inversión, la ausencia de opciones operativas de paralización y modificación del ritmo de sus operaciones que viene marcado por la actividad de las montadoras, la clara existencia de opciones de ampliación y reducción del capital inicialmente invertido, su participación en la apertura de nuevas oportunidades de inversión para el grupo y, finalmente, las posibilidades de su liquidación anticipada.

BIBLIOTECA VIRTUAL

Para la estimación del valor actual de las distintas opciones se empleó el modelo log-binomial de Trigeorgis convenientemente adaptado para la valoración tanto de las opciones como del VAN ampliado del proyecto a partir de la corriente de los flujos futuros de tesorería. La simple aplicación del modelo anterior a la valoración del VAN estático del proyecto reveló una primera cuestión: el importante papel desempeñado por el apalancamiento operativo sobre el signo de aquél. Las estimación obtenidas del VAN estático superaban el valor cero para los distintos supuestos de crecimiento anual medio de la producción de automóviles no nulo y de volatilidad de la misma, aún considerando las restricciones derivadas de la capacidad productiva limitada del proyecto. Además, incluso en el caso en que la variable de estado presente crecimiento nulo y volatilidad superior a la media de los últimos años, el valor negativo del VAN estático resultaba notablemente inferior al obtenido mediante la actualización de los flujos medios de tesorería. La posterior modificación de los supuestos acerca de la proporción mantenida entre el volumen de pagos fijos y variables, permitieron interpretar las anteriores diferencias en términos del apalancamiento operativo. Aún presentando el proyecto evaluado un modesto nivel de apalancamiento operativo, éste es suficiente para potenciar el beneficio en contextos favorables de la demanda evitando, al mismo tiempo, un peso excesivo de la presión ejercida por los pagos fijos en posibles recesiones de aquella.

Del análisis de las opciones de ampliación y de reducción del capital inicialmente invertido destaca, en primer lugar, la decisiva influencia del desigual reparto de poder entre los suministradores de componentes y sus clientes, no sólo en

el valor actual de las mismas sino también en la configuración de su naturaleza específica. Si en anteriores trabajos se resaltaba el significativo efecto de la posición competitiva de la empresa en el sector y de las posibles acciones futuras de los competidores actuales y potenciales sobre el valor de las opciones reales, del presente estudio se desprende la necesidad de caracterizar los derechos de ampliación y de reducción del proyecto en función de la propia capacidad de la empresa para modificar unilateralmente, sin previo acuerdo con sus clientes, el volumen de operaciones del proyecto.

A diferencia de lo que podría esperarse en otro tipo de negocio, la ampliación de la dimensión del negocio no tiene por qué implicar el incremento de su volumen de negocio, ni siquiera en proporción a su posición competitiva. La iniciativa de la ampliación de las unidades servidas de un determinado producto por el proveedor de componentes corresponde a la empresa ensambladora, quedando además limitada la capacidad de respuesta del suministrador por la amenaza de la rescisión completa del contrato y de su futura sustitución. Con todo, las empresas de componentes cuentan con la posibilidad de elegir entre incrementar la dimensión inicial del proyecto para atender la demanda marginal del producto que supere su capacidad productiva máxima o subcontratar de algún modo su fabricación a otro proveedor o a otra de sus filiales geográficamente próxima. En este caso, la opción de ampliación ha de definirse como el derecho, disponible durante la vida económica del proyecto, para ampliar directamente, no el volumen de negocio, sino la capacidad productiva máxima del mismo.

La valoración de este derecho, efectuada para diferentes supuestos sobre la futura evolución de la variable de estado y con diversas combinaciones de los valores del precio de ejercicio y del porcentaje de ampliación, reveló no obstante la escasa significación del mismo. Se confirmó además que cuando en la valoración del derecho se omite la mencionada caracterización –suponiendo, por tanto, que el ejercicio de la opción de ampliación implica directamente el incremento de las ventas del proyecto– su utilidad es significativamente mayor, aunque tampoco suficiente para explicar por si sola la decisión de invertir.

Suponiendo de nuevo que el fabricante de componentes cuenta con la posibilidad de subcontratar parte de su producción y que, por tanto, tiene la posibilidad de ajustar la dimensión de su inversión al volumen de producción requerido por sus clientes –y reducir así el peso de los costes fijos y el coste de oportunidad asociado al exceso de capacidad–, las estimaciones del valor actual de la opción de reducción revelaron la utilidad de la misma especialmente en los supuestos más pesimistas sobre la evolución futura del sector automotriz brasileño y, por tanto, su consiguiente significación en el VAN ampliado del proyecto en estos casos.

Además de las posibilidades de ampliar y de reducir la capacidad productiva máxima del proyecto, la inversión inicial constituye una plataforma tanto para la posterior introducción de nuevos productos como para la expansión futura hacia los mercados limítrofes. Si bien es cierto que la consecución de nuevos contratos de suministro que justifiquen la realización de nuevas inversiones dependen de la posición competitiva de la empresa –y, por tanto, también del comportamiento de los competidores actuales y potenciales–, no lo es menos que la decisión última de invertir corresponde en exclusiva a los propietarios del proyecto y, por tanto, como derecho que es, su adecuada valoración pasa por su interpretación en términos de una opción de compra, aunque sea con ejercicio condicionado.

Para evaluar la relevancia de este tipo de opciones en el valor de la inversión inicial fueron planteadas tres oportunidades de inversión futura relacionadas con el lanzamiento de otros tantos componentes diferentes. Aunque claramente condicionado por el tipo de producto, los resultados del análisis ponen de manifiesto la significación de este tipo de oportunidades en el valor de la inversión inicial, que en el caso de la opción de inversión de mayor precio de ejercicio llega a representar el 18 por ciento del VAN ampliado del proyecto para el supuesto de mayor volatilidad y crecimiento futuro del mercado brasileño.

Otro tipo particular de opción de inversión viene definido por la posibilidad de que disponen los propietarios del proyecto de volver a invertir en el mismo a la finalización de su vida económica como consecuencia de la renovación de los contratos de suministro. Una vez más, tanto la obtención de los nuevos contratos como los términos en los que finalmente sean formulados depende de la posición

competitiva que el proyecto ocupe en el conjunto del mercado brasileño, sin embargo, al igual que en el caso de la opción de ampliación, la decisión última de invertir corresponde a los propietarios de aquél. Los resultados de la valoración efectuada para diferentes supuestos sobre el precio medio del componente en los nuevos contratos y sobre la evolución futura del mercado brasileño revelan el importante papel jugado por la opción de continuación sobre el valor total del proyecto.

De algún modo, el estudio de la anterior opción de continuación de la inversión más allá del horizonte inicialmente previsto para su vida económica supone la consideración de la opción de abandonar el proyecto en esta misma fecha. Sin embargo, este último derecho inalienable de abandono se encuentra disponible no sólo en esta fecha, sino también en cualquier momento anterior, ofreciendo así a los titulares del proyecto la posibilidad de decidir sobre la continuidad de su compromiso desde el instante mismo de su aceptación. La valoración conjunta de la opción americana de abandono ejercitable durante el período quinquenal de análisis y de la opción de continuación al término de éste, revela una vez mas la significación de las mismas con valores del cociente entre el valor actual de la cartera de opciones y el VAN ampliado del proyecto que oscilan entre el 5 por ciento y el 20 por ciento en función de los supuestos sobre la evolución futura del mercado brasileño.

Como principal resultado del mencionado análisis de las opciones reales de la inversión evaluada cabe significar que, a pesar de la relevancia de todas ellas con excepción de las de ampliación, ninguna puede ser calificada como determinante de la decisión de invertir en un proyecto en el que la consideración conjunta de su nivel de apalancamiento operativo y valor residual al término del horizonte de planificación, obviadas en el análisis inicial efectuado por GAI, derivan en un valor positivo del VAN estático en todos los supuestos planteados sobre el futuro comportamiento del mercado brasileño.

Esta conclusión plantea no obstante la necesidad de analizar con mayor detalle la relación entre la flexibilidad del capital invertido y la flexibilidad operativa del proyecto. Con este objetivo, las mencionadas opciones reales fueron valoradas una vez más para distintos supuestos sobre el nivel de flexibilidad operativa de la

inversión. La flexibilidad operativa es aquí definida a través del apalancamiento operativo del proyecto y, por tanto, a través de la relación entre costes fijos y costes variables a la que Myers (1977) se refiere como indicador de la flexibilidad de la empresa; mientras que la flexibilidad de capital –o flexibilidad estratégica– es identificada con las posibilidades de ampliación y de reducción del tamaño del proyecto.

Los resultados de este nuevo estudio manifiestan que, dado el tamaño inicial de la inversión y las limitaciones impuestas por el dominio de los clientes del proyecto, el incremento del apalancamiento operativo y, por tanto, la reducción de la flexibilidad operativa, implica el incremento del valor actual de las opciones relacionadas con la flexibilidad del capital invertido y viceversa; de donde se deduce que si la significación del valor de las opciones de reducción y de abandono no es mayor, ello es precisamente debido a que la utilidad que aportan dichas opciones se encuentra parcialmente reemplazada por la flexibilidad proporcionada por el propio apalancamiento operativo del proyecto.

Se confirma así el carácter sustitutivo de las opciones relacionadas con el tamaño de la inversión y su flexibilidad operativa, de modo que, cuanto mayor es el nivel apalancamiento operativo de la inversión –y, por tanto, menores las posibilidades de la dirección para ajustar el flujo de pagos al ritmo de actividad del negocio– mayor es el valor de las opciones reales y más relevante su papel en la decisión de invertir.

El estudio se completó con la valoración de las participaciones de los diferentes propietarios o, lo que es lo mismo, con el análisis de la distribución del valor de la inversión entre sus accionistas y sus acreedores. Lógicamente, el valor de la deuda depende del riesgo asociado al cobro futuro de los intereses y de las devoluciones del principal, y este último depende a su vez tanto del riesgo económico del proyecto como de las decisiones adoptadas por los accionistas del mismo durante el período de vigencia de la deuda, entre las que se encuentran las asociadas al ejercicio de las opciones reales analizadas.

Una de las opciones cuyo ejercicio resulta especialmente relevante en la distribución del valor del proyecto entre accionistas y obligacionistas lo constituye el

derecho de los primeros a liquidar prematuramente el negocio. La valoración del capital propio y de la deuda del proyecto para diferentes supuestos acerca de la política de ejercicio de la opción de abandono, permite comprender mejor tanto las decisiones de inversión y de endeudamiento adoptadas por los accionistas como el elevado valor –en relación con la rentabilidad esperada de los capitales propios– del tipo de interés exigido por los acreedores del proyecto. El análisis de la opción de abandono de los accionistas permite evaluar además los efectos del grado de irreversibilidad de la inversión sobre la política óptima de endeudamiento, de donde cabe inferir que el signo del efecto del endeudamiento sobre el valor actual de la opción de abandono de los accionistas se encuentra condicionado tanto por las expectativas de crecimiento futuro del negocio como por el grado de irreversibilidad del proyecto, de modo que cuanto peores sean las expectativas futuras y menor el grado de irreversibilidad mayor es el valor aportado por el apalancamiento financiero a la opción de abandono y viceversa.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

CONCLUSIONES

En no pocas ocasiones, la inversión empresarial es considerada como un hecho o decisión puntual y discontinua en el tiempo. Tanto el tratamiento que ésta recibe en la mayoría de los manuales de finanzas y de dirección estratégica, como la formalización práctica del proceso de selección de proyectos en la empresa, contribuyen de igual modo a la construcción de esta concepción estática de la inversión. El resultado es una visión fotográfica de la inversión cuya ligazón con la estrategia de la empresa se limita al momento específico de su aceptación o rechazo. Frente al carácter dinámico y prolongado otorgado a la estrategia empresarial, que se define en un momento determinado pero cuyo desarrollo se reconoce extendido en el tiempo; la inversión es considerada una decisión aislada, cuyo origen y cuya conclusión se producen casi de modo simultáneo en un intervalo muy concreto en el tiempo que nace en el instante en el que la oportunidad es detectada y termina en el momento en el que se dictamina su aceptación o rechazo.

A esta concepción estática de la decisión de inversión se contrapone un planteamiento, bastante más realista y acertado, que concibe a la inversión como un proceso continuo de identificación, selección e implementación de oportunidades y que, por ende, reconoce la extensión en el tiempo no sólo de los efectos del compromiso principal, sino también de las sucesivas decisiones que progresivamente configuran el proyecto de inversión, El origen de todo compromiso empresarial antecede incluso al momento de identificación de la oportunidad, se remonta a períodos anteriores en los que inversiones precedentes y sucesivas, mayores y menores, han ido conformando el conjunto de recursos y capacidades que constituyen la base del derecho de explotación de la citada oportunidad; y su final se prolonga más allá de la fecha de abandono del proyecto en tanto en cuanto que sus resultados conforman la plataforma de lanzamiento y de gestión de ulteriores compromisos empresariales.

Al desarrollo de esta concepción “estratégica” de la inversión contribuyen sin duda los modelos de opciones reales. Los trabajos enmarcados en esta línea de investigación enfatizan el carácter dinámico de la decisión de inversión: mediante el

compromiso inicial de la empresa en uno de sus proyectos, ésta adquiere un conjunto de derechos de propiedad y decisión, cuyo ejercicio secuencial se extiende en el tiempo y va definiendo de modo progresivo una nueva composición de la cartera de derechos disponibles.

El valor actual neto de la inversión es entonces calculado como la suma del VAN estático con el valor actual del conjunto de opciones reales asociadas a la propiedad de aquella. Comoquiera que el valor actual de las opciones es, por definición, siempre mayor o igual que cero, la primera de las consecuencias que se derivan de esta formulación es que el verdadero valor actual neto de las inversiones empresariales es siempre mayor o igual que el VAN estático habitualmente estimado.

El enfoque de opciones reales no sólo proporciona unas lentes estratégicas con las que estudiar la inversión empresarial sino que además ofrece una nueva concepción de la estrategia empresarial. La estrategia empresarial se define como una secuencia de sucesivos ejercicios de opciones que de forma continua brotan de anteriores asignaciones de recursos y su formulación consiste en la identificación del conjunto de decisiones adecuadas para la obtención, mantenimiento y ejercicio de las opciones que maximiza el valor de la empresa.

El análisis de la empresa a través del modelo de opciones reales lleva a redefinir la cartera de proyectos de la empresa en términos de la cartera de derechos de propiedad y de decisión que se derivan de las previas asignaciones de recursos. La sucesión de inversiones emprendidas por la empresa a lo largo de su historia deriva en un momento determinado no sólo en un conjunto de derechos de propiedad definidos sobre otras tantas corrientes de flujos de tesorería más o menos relacionados, sino también, y especialmente, en una cartera de derechos de decisión que constituyen la base del comportamiento presente y futuro de la firma.

La identificación de los derechos de decisión indisociables de la propiedad del activo empresarial sirve de puente entre la concepción estratégica de la empresa y la concepción financiera de la misma y de vínculo entre la estrategia y la inversión: esta última constituye el mecanismo principal de adquisición de los recursos y capacidades que permiten a la empresa explotar las oportunidades que ofrece el

mercado y, por tanto, el vehículo a partir del cual son identificadas, adquiridas y ejercitadas las opciones reales y, por ende, implementada la estrategia de la firma.

Si, por un lado, la eficiencia de la estrategia de la empresa queda condicionada por la capacidad de la empresa para adaptarse y responder a los cambios del entorno y para explotar las oportunidades del mercado; y si, por otro, dicha capacidad es determinada por la composición de su cartera de derechos de propiedad y de decisión; entonces el éxito de la firma dependerá, en última instancia, del ajuste entre las opciones reales que conforman su activo y las oportunidades cambiantes que ofrecen los mercados y este último, a su vez, de la habilidad de la compañía para anticipar las futuras posibilidades derivadas de la evolución de los negocios en los que actúa y para identificar consecuentemente la cartera objetivo de opciones.

La analogía entre los derivados financieros y las opciones reales sirve de base para extender los modelos financieros de valoración en equilibrio de los primeros al análisis de las inversiones empresariales. Existen no obstante diferencias entre la naturaleza de los derivados financieros y las opciones reales que condicionan la validez de la aplicación directa de los precitados modelos. Destacan como factores determinantes de discrepancias el efecto que sobre el valor de las opciones reales ejerce el contexto competitivo, la interdepencia entre los derechos que componen la cartera de opciones de la empresa y la influencia de la estructura de propiedad y control sobre la estrategia de adquisición y ejercicio de las opciones de la firma.

Cuando idénticas opciones reales son poseídas simultáneamente por diferentes competidores, su ejercicio por parte de cualquiera de ellos puede alterar de forma significativa las propiedades del derecho compartido residual. Si el valor positivo de las inversiones –y del conjunto de opciones reales a ellas asociadas– nace de algún tipo de imperfección –natural o artificial– que padece el mercado, fruto de la superior posición competitiva de la empresa o de deficiencias de la competencia, entonces la actuación de los rivales de la firma pudiera llegar a anular el valor de los derechos y a convertir oportunidades en amenazas.

La amenaza de la anticipación por parte de la competencia y los beneficios indirectos derivados del ejercicio prematuro de las opciones reales –en especial de

las opciones de inversión– en mercado de competencia imperfecta obliga a situar en primer plano de consideración a los factores competitivos al tiempo que el comportamiento de la competencia –actual y potencial– se convierte en ingrediente esencial e imprescindible en el análisis de la inversión empresarial. En este contexto, el compromiso de recursos en la protección o amplificación de las opciones reales de la firma, a través de la creación de barreras de entrada o ventajas competitivas, constituye un mecanismo de defensa alternativo al ejercicio inmediato de los derechos; que apunta a su vez a la adopción de la mencionada estratégica concéntrica.

La interdependencia de las opciones reales asociadas a un mismo proyecto o incluso también de las vinculadas a inversiones diferentes invalida la aplicación del principio de aditividad en la estimación del VAN ampliado y, por tanto, la valoración individualizada de las opciones reales que conforman la cartera de activos y capacidades de la firma. En su lugar, la valoración de aquellas ha de efectuarse de manera conjunta teniendo en consideración las influencias recíprocas, positivas y negativas, que los diferentes tipos de opciones ejercen entre sí.

Por un lado, se admite con carácter general que el valor incremental aportado por una opción adicional a la cartera de opciones en la que se integre disminuye a medida que aumenta el número de derechos que integran aquella. Por otro, se observa que el signo y la magnitud de la influencia recíproca entre dos opciones vienen condicionados por la particular combinación de los tipos de acción que se deriven de su respectivo ejercicio, por el mayor o menor solapamiento de los plazos de vencimiento y por la separación entre las fechas de ejercicio; factores que, en definitiva, determinan la complementariedad o la sustitutividad de los derechos.

Entre todos los factores determinantes del valor de las opciones destaca el relativo a la política de ejercicio. Normalmente, los modelos de opciones reales calculan el valor de equilibrio, no de la opción, sino de su ejercicio óptimo; lo cual supone admitir que el directivo de la empresa ejercita todas las opciones reales de manera eficiente, es decir, de modo que el valor derivado del ejercicio resulte máximo, e independientemente de quiénes sean los partícipes más beneficiados o cuáles los más perjudicados esta decisión decisión.

Frente a las hipótesis de racionalidad e información perfectas de los modelos financieros, la realidad empresarial revela un paisaje bien diferente. La aceptación del ejercicio óptimo, algo frecuente en el contexto de las opciones financieras, resulta sin embargo simplista e ilusoria en el ámbito de las decisiones empresariales. No en vano, una de las cuestiones que en la actualidad ocupa un lugar destacado en la teoría financiera de la empresa precisamente consiste en el análisis de los incentivos y de los mecanismos correctores de los comportamientos ineficientes que resultan del conflicto de objetivos entre los distintos partícipes de la firma y de la existencia de información incompleta y asimétricamente distribuida. De estos factores dependerá la actuación eficiente de la dirección en el ejercicio de los derechos que componen la cartera de opciones de la empresa y, por ende, el valor asignado por el mercado a la misma.

Diversos trabajos teóricos, varios casos reales y múltiples ejemplos ilustrativos intentan demostrar la significación del valor de las opciones reales en el valor ampliado de las inversiones y estrategias empresariales. Las pruebas empíricas de la relevancia de las opciones reales se encuentran no obstante concentradas en unos pocos sectores de la actividad, fundamentalmente aquellos relacionados con la explotación de recursos naturales, quedando por tanto pendiente de constatar la relevancia de las mismas en otros negocios diferentes y, en su caso, pendiente de explicar las posibles razones de las divergencias.

Haciendo suyo este objetivo, el presente trabajo de investigación contrasta la hipótesis de significación de las opciones reales en el valor de la inversión empresarial a través del estudio en profundidad de las fuentes de valor de un caso de inversión de una multinacional española del sector de componentes del automóvil en Brasil. La aplicación de este enfoque a una industria diferente de las analizadas en anteriores trabajos de opciones reales ofrece la oportunidad de indagar en las posibles particularidades de los derechos asociados a las correspondientes inversiones. Si bien es cierto que aparentemente las opciones de crecimiento y de flexibilidad de las empresas montadoras no debieran diferir en mucho de las ligadas a las inversiones realizadas en otros sectores globalizados, no lo es menos que la relación de dominio que éstas ejercen sobre sus proveedores constituye, por sí mismo, un factor suficientemente relevante como para profundizar en el estudio de

las poseídas por estos últimos. Además, al pertenecer la multinacional de componentes del automóvil objeto de análisis a la categoría de empresas familiares en las que la propiedad participa activamente en su dirección, su elección simplificó el número de variables de la investigación al que quedar excluidas, al menos en principio, las posibles distorsiones derivadas de la separación entre propiedad y control en el ámbito de la decisión de inversión.

La investigación del caso se inicia con la revisión de los informes elaborados por el departamento económico financiero del grupo respecto a las oportunidades de inversión evaluadas en los ejercicios 1994 y 1995. De entre las aceptadas y en curso de realización, se seleccionó la relativa a la instalación de capacidad productiva en Brasil que, presentando un VAN –estimado por el método convencional– claramente negativo, había sido emprendida por su valor estratégico.

La evaluación del proyecto de inversión seleccionado encaja perfectamente en la categoría de "problemas de ardua evaluación" (Phelan, 1997, pág. 4) por cuanto, a primera vista, resulta difícil de aceptar que el valor actual de los flujos futuros directos de tesorería se pueda corresponder con una estimación correcta del valor del proyecto, esto es, con aquél que un inversor racional estaría dispuesto a pagar en un mercado eficiente, para adquirir el derecho de propiedad sobre el mismo, en función de la información pública disponible acerca de la naturaleza del proyecto. Muy al contrario, los resultados no pecuniarios (Kulatilaka, 1988, pág. 250) o indirectos (Baldwin y Clark, 1992, pág. 74) derivados del compromiso inicial de la compañía en Brasil se intuían suficientemente importantes como para limitar y confiar su justa valoración a los clásicos modelos financieros de descuento de flujos, al tiempo que traslucían un indicio claro de la existencia de opciones reales vinculadas a la propiedad del mismo.

Para la identificación y caracterización de la cartera de opciones reales del proyecto se recurrió al examen de la historia de anteriores proyectos de inversión similares al analizado y de la información suministrada por el personal de diferentes departamentos funcionales del grupo que, a su vez, fue contrastada con informes emitidos por fuentes externas sobre el sector de componentes del automóvil, en general, y sobre el mercado automotriz brasileño, en particular. Una primera

clasificación de las opciones reales del proyecto fue debatida con el equipo directivo del departamento económico financiero de la empresa y tuvo como resultado la detallada en el capítulo quinto.

El proyecto analizado presenta, al igual que la mayoría de las inversiones de las distintas ramas en las que se divide la actividad económica, las características de arriesgada e irreversible; mientras que se distingue de la citada generalidad por la fuerte dependencia de los resultados futuros con respecto al comportamiento de sus clientes. La inversión directa en Brasil comporta además un compromiso a medio largo plazo de indudable carácter estratégico. Mediante la instalación de capacidad productiva en dicho mercado, el grupo adquiere el derecho a realizar posteriores ampliaciones de la inversión inicial y explotar así los recursos y capacidades que, con el tiempo, vaya desarrollando su filial brasileña. El incremento de la capacidad productiva original, la introducción de nuevos productos y la penetración en otros mercados próximos geográfica o culturalmente son algunas de las opciones de crecimiento que los propietarios del proyecto adquieren con la inversión inicial. Por su parte, la posibilidad de reducir el volumen de recursos inicialmente asignado, de redistribuir los activos y capacidades hacia los usos más rentables o incluso de liquidar prematuramente el negocio, representan igualmente opciones derivadas del compromiso en Brasil. La disponibilidad de las primeras incrementa el potencial de beneficio futuro del proyecto, mientras que la posesión de las segundas reduce el riesgo de la iniciativa empresarial; efectos ambos que, previsiblemente, han de repercutir positivamente sobre el valor actual neto ampliado de la inversión.

Para la estimación del VAN ampliado fue necesario el diseño de un modelo de valoración apropiado a la idiosincrasia de las inversiones de las empresas de componentes. A partir del supuesto de mercados completos de capital y sobre la base de los argumentos de réplica y arbitraje, el modelo determina el valor actual de los flujos de tesorería generados por el proyecto durante su vida económica condicionados por el ejercicio óptimo del conjunto de derechos de decisión derivados de la propiedad de la inversión. Se trata de un método de valoración numérico similar al log-binomial de Trigeorgis pero en el que el valor del proyecto base es determinado simultáneamente con el valor ampliado del proyecto a partir de la representación log-binomial de la variable de estado.

Aparte de la incorporación del valor de las opciones reales en el valor actual neto del proyecto, este modelo permite resolver, al menos en parte, los tres problemas señalados por Myers (1996, pág. 97) como los más comunes en la aplicación práctica de las técnicas tradicionales de descuento. En primer lugar, la desagregación de los flujos de tesorería del proyecto en sus componentes básicos (cobros por unidad de producto, pagos variables unitarios, pagos fijos y volumen de la demanda) facilita la reducción de los problemas de estimación asociados a todo proceso de valoración de inversiones.

En segundo lugar, la identificación de las principales fuentes de incertidumbre que afectan a la volatilidad de los flujos de tesorería del proyecto –en este caso, simplificadas en la variable número de vehículos producidos en Brasil– junto con el empleo de la técnica de réplica y arbitraje, aminora también las dificultades vinculadas a la estimación de la beta de la inversión. La técnica del DFAR requiere la identificación de la empresa "gemela" para, a partir de los datos históricos de sus rentabilidades, determinar la correspondiente beta del proyecto. Esta forma de actuar implica al menos dos problemas.

Por un lado, aún cuando el activo de la empresa "gemela" coincida exactamente con el de la inversión objeto de evaluación, su apalancamiento y el conjunto de opciones reales de su propiedad no tienen por qué coincidir con los del proyecto y, por ende, tampoco la beta de la acción "gemela" con la beta de la inversión. De hecho, si aceptamos que los gerentes actúan de manera continuada sobre los resultados de las inversiones de la empresa por medio del ejercicio de las opciones reales disponibles, tenemos entonces que reconocer que las rentabilidades de las acción "gemela" no reflejan el riesgo sistemático de su activo sino el correspondiente riesgo de la cartera de derechos. En su lugar, identificar las principales variables de estado generadoras de la incertidumbre de los flujos de tesorería resulta bastante más sencillo que encontrar una empresa cuyo riesgo del activo coincida con el del proyecto. Con este procedimiento se consigue además eludir la siempre engorrosa tarea de ajuste de las betas por razones de diferencias en el apalancamiento financiero o en la cartera de opciones reales.

Por otro lado, aún cuando fuese posible corregir la beta de las acciones de la empresa "gemela" para incorporar las citadas diferencias, la estimación obtenida a partir de los rentabilidades pasadas no tiene por que parecerse a la beta futura del proyecto. A este respecto, la estimación de la relación entre la rentabilidad de mercado con variables distintas a la rentabilidad de la acción no presenta mayores problemas que la usual determinación de la beta.

En tercer y último lugar, el empleo común de tantos de descuento constantes en la actualización de los flujos de tesorería de los proyectos de inversión exige, aparte de la estabilidad de las betas, que los flujos de tesorería sigan un proceso del tipo geométrico Browniano. Esta hipótesis implica la distribución logarítmico normal de los flujos futuros de caja y, por tanto, que éstos nunca tomen valores negativos (Myers, 1996, pág. 97; Fama, 1996). Por el contrario, el modelo aquí propuesto desplaza la suposición sobre la distribución geométrico Browniana a otras variables que efectivamente no pueden tomar valores negativos, como la producción de automóviles, permitiendo así la posibilidad de que los flujos futuros de caja adopten valores inferiores al cero.

La aplicación del modelo a la valoración del proyecto de inversión pone de relieve, además del diferente grado de significación de las distintas opciones reales, la determinante influencia de tres factores concretos sobre la naturaleza y el valor de estos derechos: Primero, la posición de dominio de los clientes del proyecto con respecto a los propietarios del mismo; segundo, el grado de apalancamiento operativo de la inversión; y tercero, el nivel de endeudamiento del proyecto.

La dependencia de la gran mayoría de los proveedores de componentes del automóvil con respecto a sus clientes, reduce sustancialmente la capacidad de decisión de éstos no sólo con respecto al precio del producto sino también en lo relativo a la dirección del ritmo operativo de sus instalaciones, a la determinación y variación de la dimensión de las inversiones o a la gestión de las oportunidades de crecimiento.

La eficiencia de las prácticas de suministro del tipo *just in time* junto con el progresivo éxito de las nuevas redes de comunicación entre clientes y proveedores, conducen al establecimiento de un particular modelo de producción en la cadena de

valor añadido del automóvil en el que la dirección operativa de la actividad del conjunto del sistema formado por la empresa montadora y sus proveedores directos es generalmente delegada en la primera, de modo que ésta, la ensambladora, es la que decide sobre el ritmo de producción de los proveedores en función de la evolución de su interés particular y a través del ejercicio de unos derechos de modificación del ritmo operativo de la cadena a los que renuncian las empresas suministradoras.

Ante esta tesitura, el grado de apalancamiento operativo de la empresa dependiente juega un papel fundamental en la influencia de las decisiones adoptadas por la empresa dominante sobre la cuenta de resultados de aquella. Cuanto menor sea el grado de apalancamiento operativo del proveedor, mayor es su capacidad para adaptarse a las variaciones en el ritmo de actividad impuestas por la empresa ensambladora y, por tanto, menor la influencia de éstas sobre los resultados de la primera. Por el contrario, cuanto mayor sea el nivel de apalancamiento operativo del proveedor, mayores son las variaciones en los resultados de la firma provocados por la modificación del ritmo de la actividad de sus clientes y, por ende, mayor el grado de dependencia de la primera con respecto a las decisiones operativas de la segunda.

En el caso de la inversión evaluada, el efecto del ejercicio de las opciones operativas de los clientes sobre los resultados del proyecto se ve amortiguado por el elevado nivel de flexibilidad que se deriva del reducido grado de apalancamiento operativo; en todo caso, lo suficientemente importante como para que los beneficios apalancados asociados a los posibles escenarios de expansión del mercado dominen a las pérdidas derivadas del peso de los pagos fijos en las etapas de recesión de la demanda, en el balance final de su contribución al valor actual de la inversión..

El dominio de las ensambladoras en la cadena de producción del automóvil influye no sólo sobre las opciones operativas asociadas a las inversiones de los proveedores, sino también sobre las correspondientes opciones de reducción del capital inicialmente invertido y de abandono prematuro del negocio, e incluso sobre las opciones de inversión y de ampliación de la dimensión del proyecto. Cuando la demanda total del mercado resume las necesidades de unos pocos clientes cuya satisfacción futura se formaliza mediante contratos de suministro a largo plazo –

como ocurre en la industria del automóvil– toda decisión de los proveedores que ponga en peligro el buen cumplimiento de aquellos se encuentra sometida a la amenaza inmediata de rescisión, no sólo del pertinente contrato de suministro, sino también del resto de acuerdos establecidos entre el proveedor y la casa automovilística. En consecuencia, los fabricantes de componentes tienen limitadas las posibilidades de reducción y de abandono del capital invertido en instalaciones productivas a aquellas que no interfieran en la correcta satisfacción de las necesidades de suministro reguladas y, por tanto, el valor de las correspondientes opciones de reducción y abandono será inferior al normalmente considerado en otro tipo de mercados.

En algunas ocasiones, no obstante, el proveedor de componentes dispone de la posibilidad de subcontratar parte o la totalidad de la producción convenida en uno o varios contratos, lo cual incrementa a su vez el grado de discrecionalidad disponible para gestionar el tamaño de su inversión. Reconocidas las restricciones impuestas por la estructura de la demanda de componentes y admitida la capacidad de la empresa para subcontratar con beneficio cero la parte de la producción afectada por el ejercicio de las opciones de reducción y de abandono, la valoración de estas últimas pone de manifiesto que, aún cuando su significación en el VAN ampliado del proyecto resulta notoria, es sin embargo insuficiente para explicar por sí sola la decisión de invertir en Brasil.

La influencia de la estructura de la demanda de componentes del automóvil condiciona así mismo la naturaleza y el valor de las opciones de crecimiento. Dado que el precio suele ser uno de los términos cerrados en los contratos de suministro, el incremento de la cifra de negocios de las instalaciones de un proveedor de componentes sólo puede ser debida a las dos razones siguientes: la expansión de la demanda final de automóviles y consiguientemente también del número de vehículos producidos; o la obtención de un nuevo contrato para el suministro de los componentes de un nuevo modelo. En cualquiera de estas dos circunstancias, para que se produzca el incremento del volumen de fabricación del proveedor de componentes es condición necesaria que éste disponga previamente de capacidad productiva suficiente o sino el que ejercite la pertinente opción de ampliación o de inversión respectivamente.

Constituyen estas dos últimas opciones un tipo especial de derecho de crecimiento cuyo ejercicio supone la adquisición de capacidad productiva adicional, pero no necesariamente el incremento de la cifra de negocio del proyecto, que depende –en el caso de la opción de ampliación– de la expansión de la demanda final del modelo abastecido y en el de la opción de crecimiento de la selección por parte de la empresa ensambladora como proveedor del nuevo modelo. Con todo, el hecho de que la decisión final de ampliar o de invertir corresponda al proveedor y no al cliente es lo que permite calificar estas oportunidades como opciones. Los resultados de su valoración ayudan a comprender la ordenación jerárquica de las opciones de crecimiento según su contribución al VAN ampliado del proyecto concreto analizado, que oscila desde la nula significación de las opciones de ampliación a la notable relevancia de las opciones de continuación y de algunas de las de inversión.

El apalancamiento operativo representa el segundo de los factores cuya influencia se observa determinante en la naturaleza y el valor de las opciones reales asociadas al proyecto objeto de estudio. Ya ha sido anticipado el hecho de que en un mercado como el automotriz brasileño, caracterizado tanto por su fuerte crecimiento potencial como por la elevada volatilidad de su demanda final, un apalancamiento operativo del nivel que presenta la inversión analizada permite no sólo reducir el impacto de las decisiones adoptadas por las empresas ensambladoras en el ejercicio de sus opciones operativas, sino además impulsar los beneficios de la inversión durante las etapas expansivas del mercado en cuantía suficiente como para convertir en positivo el VAN estático del proyecto.

Se comprueba además que el reducido nivel del apalancamiento operativo influye negativamente sobre el valor de las opciones de ampliación y reducción del capital invertido. De un lado, la significativa flexibilidad operativa derivada del escaso grado de apalancamiento operativo incrementa el valor actual de los activos instalados en relación al valor actual de ampliación, dando lugar al incremento del tamaño óptimo de la inversión inicial y a la consiguiente disminución de la utilidad y del valor de ulteriores ampliaciones. De otro lado, la mencionada flexibilidad operativa sustituye por su inmediatez y su economicidad parte de la utilidad del sucesivo ejercicio de las opciones de ampliación y de reducción y, por tanto, también una porción de su valor.

Finalmente, la investigación del caso pone de manifiesto la relevancia del apalancamiento financiero del proyecto a la hora de comprender la decisión adoptada por los accionistas y los acreedores de la inversión. Un análisis más detallado del mismo revela la trascendencia del nivel de endeudamiento del proyecto no sólo por el efecto positivo del ahorro impositivo derivado de la deducibilidad de los intereses, sino también y especialmente como consecuencia del valor que la opción de abandono derivada del apalancamiento financiero proporciona al VAN ampliado de sus capitales propios.

Todo lo anterior permite conjeturar que en aquellos negocios en los que la dependencia de clientes sea elevada, las variables flexibilidad operativa, posibilidades de subcontratación y apalancamiento financiero representan factores determinantes del éxito de sus inversiones. Además, dada la conocida relación positiva existente entre el valor de las opciones y la volatilidad del subyacente, la anterior atribución se revela aún más trascendente en aquellas empresas en las que, a la dependencia de clientes, se añada un elevado grado de incertidumbre.

Al igual que en el caso aquí analizado, la consideración de los efectos de estos tres factores en la valoración de muchas de las inversiones empresariales con VAN estático negativo puede ser razón suficiente para justificar su aceptación inmediata. La correcta estimación de su valor pasará entonces por reemplazar los métodos convencionales de valoración por alguna de las diversas alternativas que ofrece el enfoque de opciones reales.

Los resultados obtenidos en la investigación del caso efectuada confirman, en definitiva, la hipótesis central de la que parte el presente trabajo: el valor de la gestión continuada de las inversiones empresariales influye de manera significativa en la asignación estratégica de recursos en proyectos de VAN negativo. El modelo dinámico planteado y aplicado en la valoración de la inversión objeto de análisis constata, primero, la relevancia del valor por estas aportado y, segundo, el mayor poder explicativo del enfoque de opciones reales en comparación con los modelos financieros convencionales en el ámbito del compromiso empresarial en proyectos estratégicos.

Adicionalmente, las conclusiones alcanzadas respecto a los factores determinantes de la relevancia de las opciones reales son expresadas a continuación en forma de hipótesis a contrastar en futuras investigaciones.

En primer lugar, el estudio de las consecuencias del dominio de poder ejercido por las empresas ensambladoras en las relaciones con sus proveedores permite establecer una relación negativa entre el grado de dependencia de clientes y el valor de las opciones operativas asociadas a las inversiones de los proveedores. Relación que, como hipótesis a contrastar, podría formularse en los siguientes términos:

> *Cuanto mayor sea la dependencia de los resultados de una inversión con respecto al comportamiento individual de sus clientes menor es la proporción de su VAN ampliado correspondiente a las opciones reales relacionadas con la gestión de las actividades productivas.*

Los resultados del estudio revelan además que la participación de la flexibilidad en el VAN ampliado del proyecto se halla condicionada por el apalancamiento operativo del proyecto de modo que, aun cuando el grado de dependencia de los clientes sea elevado, el valor de su flexibilidad puede resultar significativamente distinto de cero para valores del ratio de apalancamiento operativo suficientemente pequeños. Más aún, dado el carácter sustitutivo que mantienen entre si el valor de los derechos de modificación del ritmo de la actividad productiva y el valor de la flexibilidad asociada a la estructura temporal de pagos, es de esperar que la parte del VAN ampliado atribuible a este último sea tanto mayor cuanto menor resulte la independencia con respecto al comportamiento de sus clientes. Relación ésta, entre fuentes de flexibilidad, grado de independencia y VAN ampliado del proyecto que puede sintetizarse en la hipótesis siguiente:

> *Cuanto mayor sea la dependencia del proyecto con respecto al comportamiento de sus clientes –y, por tanto, menor la capacidad de la empresa para modificar el ritmo de sus operaciones– mayor es la influencia de su nivel de apalancamiento operativo sobre el VAN ampliado de la inversión.*

Lógicamente, la capacidad de la dirección del proyecto para modificar su ritmo de actividad dependerá no sólo de la relación de poder con sus clientes, sino también del tipo de relación mantenida con el resto de partícipes, tales como, proveedores, personal o acreedores. Además, comoquiera que estas últimas relaciones influyen también sobre el grado de apalancamiento operativo de la empresa, el valor final de la flexibilidad operativa del proyecto y su origen serán fiel reflejo de la distribución de poder entre el nexo contractual y el resto de partícipes.

La asimétrica distribución de poder en las relaciones entre fabricantes y clientes influye asimismo sobre la naturaleza y el valor de las opciones de ampliación y reducción del capital invertido. Cuando el grado de dependencia de clientes es elevado el valor de ejercicio de las opciones de ampliación y reducción queda condicionado por las decisiones adoptadas por aquellos y el VAN ampliado del proyecto se aproxima su VAN estático. Por el contrario, cuando la dependencia de clientes es nula, la empresa tiene plena capacidad para modificar libremente la dimensión de sus inversiones, con lo que el valor de las opciones de ampliación y reducción depende tan sólo de la posición competitiva de la empresa y de las variables tradicionalmente consideradas en las fórmulas de valoración.

La consiguiente relación negativa entre el grado de dependencia de clientes y el valor resultante de las opciones de ampliación y de reducción puede expresarse mediante la hipótesis siguiente:

> *Cuanto mayor es la dependencia de los resultados de un proyecto con respecto al comportamiento individual de sus clientes menor es la proporción de su VAN ampliado correspondiente a las opciones reales relacionadas con la gestión continuada del tamaño de la inversión.*

Las anteriores relaciones se hallan no obstante condicionadas por la capacidad de la empresa para subcontratar parte de su producción con otros competidores o compañías filiales; de modo que la hipótesis acerca de la influencia del grado de dependencia del proyecto sobre el valor de las citadas opciones podría precisarse en los términos siguientes:

Cuanto mayores son las posibilidades de subcontratación de la producción con otras empresas filiales o competidoras, menor es la influencia negativa del grado de dependencia de sus clientes sobre el valor tanto de las opciones operativas como de la de ampliación y de reducción.

El valor añadido por las opciones de ampliación y de reducción de la inversión viene además condicionado por la flexibilidad operativa del proyecto, puesto que, como demostrara Pindyck (1988), mayores niveles de esta última incrementan el volumen óptimo de inversión que *ceteris paribus* redunda en un mayor valor de las opciones de reducción y en un menor valor de las futuras posibilidades de ampliación.

Si el apalancamiento operativo permite amortiguar el efecto de las decisiones de los clientes sobre los resultados del proyecto, el apalancamiento financiero mejora considerablemente el abandono del mismo a través del reparto entre accionistas y acreedores de las consecuencias de un posible fracaso futuro. De aquí que la última de las hipótesis que puede derivarse del presente trabajo es la que relaciona dependencia de clientes con apalancamiento financiero:

Cuanto mayor es la dependencia de los resultados de un proyecto con respecto al comportamiento individual de sus clientes mayor es el grado de apalancamiento financiero elegido por los accionistas para financiar el mismo.

Con el presente trabajo, creemos haber contribuido al desarrollo de varias de las cuestiones planteadas por Trigeorgis (1996, págs.: 375-376) en relación con la investigación en opciones reales, al menos en los términos siguientes:

- Aportando el estudio de un nuevo caso real que contribuye a incrementar la evidencia empírica sobre la relevancia de las opciones reales en la inversión empresarial.

- Ampliando el ámbito de las aplicaciones realizadas en la valoración de inversiones empresariales con el análisis de un sector de actividad diferente a los normalmente seleccionados en este tipo de estudios.

- Profundizando en las posibilidades teóricas de extensión de los modelos de valoración de opciones financieras al análisis de los derechos de decisión indisociables de la propiedad de las inversiones empresariales.

- Diseñando y aplicando un modelo de valoración adaptado a las necesidades prácticas de la empresa en la que se desarrolló el estudio del caso.

- Indagando en la posible utilización del enfoque de opciones reales para la compresión de un particular tipo de estrategia como es la expansión internacional.

- Explorando la influencia de la dependencia de clientes sobre el valor de las opciones reales.

- Y, finalmente, proponiendo hipótesis contrastables que pueden servir de base para posteriores investigaciones en el ámbito de las opciones reales.

Al cierre del presente trabajo –como cabe esperar de todo estudio de estas características– nos planteamos un número mayor de cuestiones que a su comienzo; las cuales nos permiten proponer como posibles áreas de interés para futuras investigaciones las seis siguientes:

- Profundización en la interdependencia de la flexibilidad de las inversiones y estructura de capital de la empresa.

- Análisis de la estrategia de diversificación empresarial a través de las lentes de opciones.

- Extensión de la evidencia empírica relativa a la relevancia de las opciones reales en distintos sectores de actividad; así como de la relación entre aquella y las características distintivas de las empresas.

- Identificación y análisis de los posibles factores determinantes de la política de identificación y de adquisición de opciones reales y, en consecuencia, de la composición de la cartera de opciones reales de la empresa.

- Identificación y análisis de otras variables no contempladas en el presente trabajo que pueden influir en la desviación del ejercicio efectivo de las opciones reales con respecto a su ejercicio óptimo.

- Exploración del grado de adecuación de las estrategias empresariales a la denominada estrategia de opciones, determinación de los posibles factores de influencia y análisis de las relaciones entre aquella y los resultados de la empresa.

Cabe destacar, por último, el atractivo que a nuestro juicio presenta la consideración de la estructura organizativa y del sistema de gobierno de la empresa en el conjunto de las características distintivas o factores de influencia aludidos en las anteriores líneas futuras de investigación.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

BIBLIOGRAFÍA

ABEL, ANDREW B.; DIXIT, AVINASH K.; EBERLY, JANICE C. y PINDYCK, ROBERT S. (1995): "Options, the value of capital, and investment". *National Bureau of Economic Research Working Paper Series*, documento de trabajo, no. 5227.

ACKERMAN, R.W. (1970): "Influence of integration and diversity on the investment process". *Administrative Science Quarterly*, vol. 15, septiembre, págs.: 341-351.

ADLER, MICHAEL y DUMAS, BERNARD (1983): "International portfolio choice and corporate finance: A synthesis". *Journal of Finance*, vol. 38, págs.: 925-984.

AGGARWAL, RAJ (1980): "Corporate use of sophisticated capital budgeting procedures: A strategic Perspective". *Interfaces*, vol. 10, no. 2, págs.: 31-34.

AGGARWAL, RAJ (1989): "Project exit value as a measure of flexibility and risk exposure". *Engineering Economist*, vol. 35, no. 1, págs.: 39-54.

AGGARWAL, RAJ (1993a): "A brief overview of capital budgeting under uncertainty". En AGGARWAL, R. (ed.), *Capital Budgeting under Uncertainty*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, págs.: 9-41.

AGGARWAL, RAJ (1993b): "Justifying strategic investment: The case of manufacturing technology". En AGGARWAL, R. (ed.), *Capital Budgeting under Uncertainty*, Prentice Hall, págs.: 273-292.

AGMON, TAMIR (1993): "Capital budgeting and the utilization of full information: Performance evaluation and the exercise of real options". En AGGARWAL, R. (ed.), *Capital Budgeting under Uncertainty*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, págs.: 232-245.

ALAEZ, RICARDO; BILBAO, JAVIER; CAMINO, VICENTE y LONGAS, JUAN CARLOS (1996): *El sector de automoción: Nuevas tendencias en la organización productiva*. Ed. Civitas.

ALBERTS, W. A. y McTAGGART, JAMES M. (1984): "Value based strategic investment planning". *Interfaces*, vol. 14, no. 1, págs.: 138-151

ALVAREZ, MARÍA J. (1992): "La teoría financiera más allá de las finanzas: Análisis y comentarios del modelo de Leong y Lim (1990)". *Actualidad Financiera*, no. 45, págs.: F779-F798.

AMRAM, MARTHA y KULATILAKA, NALIN (1999a): *Real Options. Managing Strategic Investment in an Uncertain World*. Harvard Business School Press.

ANDRES, PABLO y AZOFRA, VALENTÍN (1992): "Enfoques alternativos en la valoración de estrategias". Trabajo presentado en el *II Congrés Franco-Espagnol de Management des Entreprises*. Burdeos.

ANFAVEA (1997): *Anuario estadístico da indústria automobilística brasileira 1957-1996*. ANFAVEA, Sào Paulo.

ANG, JAMES S. y DUKAS, STEPHEN P. (1993): "Some implications of competition for capital investment". AGGARWAL, RAJ. (ed.), *Capital Budgeting under Uncertainty*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, págs.: 169-186.

AZOFRA, VALENTÍN y MIGUEL, ALBERTO de (1990): "La interrelación de las decisiones de inversión, financiación y dividendos en la gran empresa industrial española". *ESIC-Market*, no. 69, julio-septiembre, págs.: 115-139.

AZOFRA, VALENTÍN y MIGUEL, ALBERTO de (1991): "Teoría financiera de la agencia, endeudamiento y estructura de propiedad". *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 1, no. 2, págs.: 135-146.

BALDWIN, CARLISS Y. (1982): "Optimal sequential investment when capital is not readily reversible". *Journal of Finance*, vol.38, no.3, págs.: 763-782.

BALDWIN, CARLISS Y. (1989): "Análisis de inversiones estratégicas: implicaciones financieras de inversiones a largo plazo". *Cuadernos Económicos de I.C.E.*, no. 42/2, págs.: 109-122.

BALDWIN, CARLISS Y. y RUBACK, RICHARD S. (1986): "Inflation, uncertainty and investment". *Journal of Finance*, vol. 41, no. 3, págs.: 657-669.

BALDWIN, CARLISS Y. y CLARK, KIM B. (1992): "Capabilities and capital investment: New perspectives on capital budgeting". *Journal of Applied Corporate Finance*, julio-septiembre, págs.: 67-82.

BALDWIN, RICHARD E. y KRUGMAN, PAUL R. (1989): "Persistent trade effects of large exchange rate shocks". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 104, no. 4, págs.: 635-654.

BARONE-ADESI, GIOVANNI y WHALEY, ROBERT E. (1988): "On the valuation of american put options on dividend-paying stocks". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 3, págs.: 1-13

BELL, GREGORY K. (1995): "Volatile exchange rates and the multinational firm: Entry, exit, and capacity options". Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 164-181.

BENSAOU, M. (1994): "Interorganizational cooperation: The role of information technology. An empirical comparison of US and Japanese supplier relations", *INSEAD working paper*, no. 94/68/TM/SM.

BENSAOU, M. y VENKATRAMAN, N. (1995): "Vertical relationships and the role of information technology: An empirical study of US and Japanese supplier relationships in the auto industry". *INSEAD working paper*, no. 95/20/TM/SM.

BERNANKE, BEN S. (1983): "Irreversibility, uncertainty and ciclical investment". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 98, no. 1, págs.: 85-106.

BETTIS, RICHARD A. (1994): "Commentary: Shadow options and global exploration strategies". En P. Shrivastava, A.S. Huff and J.Dutton (eds.): *Advances in Strategic Management*, vol. 10 A, págs.: 249-253.

BETTIS, RICHARD A. y HITT, MICHAEL A. (1995): "The new competitive landscape". *Strategic Management Journal*, vol. 16, págs.: 7-19.

BHATTACHARYA, SUDYPTO (1978): "Project valuation with mean-reverting cash-flow streams". *Journal of Finance*, vol. 33, no. 5, págs.: 1317-1331.

BJERKSUND, PETTER y EKERN, STEINAR (1990): "Managing investment opportunities under price uncertainty: From last chance to wait and see strategies". *Financial Management*, vol. 19, no. 3, págs.: 65-83.

BJERKSUND, PETER y EKERN, STEINAR (1995): "Contingent claims evaluation of mean-reverting cash flows in shipping". En Trigeorgis (ed.), *Real options in*

capital investment. Models, strategies, and applications, Praeger Publishers, págs.: 207-219.

BLACK, FISCHER (1972): "Capital market equilibrium with restricted borrowing". *Journal of Business*, vol. 45, julio, págs.: 444-454.

BLACK, FISCHER (1993): "Beta and return". *Journal of Portfolio Management*, vol. 20, págs.: 8-18.

BLACK, FISCHER y COX, JOHN C. (1976): "Valuing corporate securities. Some effects on bond indenture provisions". *Journal of Finance*, vol. 31, págs.: 351-368

BLACK, FISCHER y SCHOLES, MYRON (1973): "The pricing of options and corporate liabilities". *Journal of Political Economy*, vol. 81, págs.: 637-654. Traducido en *Cuadernos Económicos de ICE*, 1986, vol. 1, págs.: 33-50; y en *Análisis Financiero*, 1991, vol. 53, págs.: 18-28.

BLUME, MARSHALL E. (1974): "Unbiased estimators of long-run expected rates of return". *Journal of the American Statistical Association*, vol. 69, no. 347, págs.: 634-638.

BONINI, CHARLES P. (1977): "Capital investment under uncertainty with abandonment options". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 12, marzo, págs.: 39-54.

BOWMAN, EDWARD H. y HURRY, DILEEP (1987): "Strategic option". *Documento de trabajo*, no. 87-20, Reginald Jones Center, Wharton School, University of Pennsylvania, Philadelphia.

BOWMAN, EDWARD H. y HURRY, DILEEP (1993): "Strategy through the option lens: An integrated view of resource investments and the incremental-choice process". *Academy of Management Review*, vol. 18, no. 4, págs.: 760-782.

BOWMAN, EDWARD H. y MOSKOWITZ, GARY T. (1997): "The use of options analysis in strategic decision making". *Documento de trabajo* no. 97-03, Reginald H. Jones Center for Management Policy Strategy and Organization, The Wharton School, Universidad de Pensilvania.

BOYLE, PHELIM P. (1988): "A lattice framework for option pricing with two state variables". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 23, no. 1, págs.: 1-12.

BRANCH, B. y BRADLEY, G. (1984): "Linking corporate stock price performance to strategy formulation". En R. Lamb (ed.): *Strategic Management*, Prentice Hall, págs.: 611-633.

BREALEY, RICHARD A. y MYERS, STEWART C. (1993): *Fundamentos de financiación empresarial*, 4/e. McGraw-Hill.

BRENNAN, MICHAEL J. (1973): "An approach to the valuation of uncertain income streams". *Journal of Finance*, vol. 28, págs.: 661-674.

BRENNAN, MICHAEL J. (1979): "The pricing of contingent claims in discrete time models". *Journal of Finance*, vol. 24, no. 1, págs.: 53-68.

BRENNAN, MICHAEL J. (1991): "The price of convenience and the valuation of commodity contingent claims". En D. Lund y B. Oksendal (eds.): *Stochastic Models and Option Values*, North-Holland.

BRENNAN, MICHAEL J. (1995): "Corporate finance over the past 25 years". *Financial Management*, vol. 24, no. 2, págs.: 9-22

BRENNAN, MICHAEL J. y SCHWARTZ, EDUARDO S. (1977): "The valuation of American put options". *Journal of Finance*, vol. 32, no. 2, págs.: 449-462.

BRENNAN, MICHAEL J. y SCHWARTZ, EDUARDO S. (1982): "Regulation and corporate investment policy". *Journal of Finance*, vol. 37, no. 2, págs.: 289-300.

BRENNAN, MICHAEL J. y SCHWARTZ, EDUARDO S. (1985): "Evaluating natural resource investments". *Journal of Business*, vol. 58, no.2, págs.: 135-157.

BUCKLEY, ADRIAN (1998): *International investment value creation and appraisal. A real options approach*. Copenhagen Business School Press.

BUSBY, J. S. y PITTS, C. G. C. (1997): "Real options in practice: An exploratory survey of how finance officers deal with flexibility in capital appraisal". *Management Accounting Research*, vol. 8, no. 2, págs.: 169-186.

CAMINO, DAVID y PRADAS, IGNACIO (1997): "Decisiones de inversión en el exterior e incertidumbre: Cuándo, cómo y dónde". *VII Congreso Nacional de ACEDE*, Almería, Septiembre.

CAPOZZA, DENNIS y SICK, GORDON (1989): "Risk and return in land markets". *Documento de trabajo*, Faculty of Commerce and Business Administration, University of British Columbia.

CARDOZO, R. N. y SMITH, D. K. Jr. (1983): "Applying financial portfolio theory to product portfolio decisions: An empirical study". *Journal of Marketing*, vol. 47, págs.: 110-119.

CARR, CHRIS. (1990): *Britain´s competitiveness. The management of the vehicle components industry*. Routledge.

CARR, CHRIS; TOMKINS, CYRIL y BAYLISS, BRIAN (1994): *Strategic investment decisions. A comparison of UK and German practices in the motor components industry*. Avebury Business Research Library.

CARR, PETER (1988): "The valuation of sequential exchange opportunities". *Journal of Finance*, vol 43, no.5, págs.: 1235-1256.

CARR, PETER (1995): "The valuation of American exchange options with applications to real options". Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 109-120.

CHI, TAILAN y McGUIRE, DONALD J. (1996): "Collaborative ventures and value of learning: Integrating the transaction cost and strategic option perspectives on the choice of market entry modes". *Journal of International Business Studies*, vol. 27, no. 2, págs.: 285-307.

CHILDS, PAUL D.; OTT, STEVEN H. y TRIANTIS, ALEXANDER J. (1998): "Capital budgeting for interrelated projects: A real options approach". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 33, no. 3, págs.: 305-334.

CHUNG, KEE H. (1990): "Output decision under demand uncertainty with stochastic production function: A contingent claims approach". *Management Science*, vol. 36, no. 11, págs.: 1311-1328.

CHUNG, KEE H. y CHAROENWONG, CHARLIE (1991): "Investment options, assets in place, and the risk of stocks". *Financial Management*, vol. 20, no. 3, págs.: 21-33.

CHUNG, KEE H. y KIM, KIU H. (1997): "Growth opportunities and investment decisions: A new perspective on the cost of capital". *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 24, no.3-4, págs.: 413-424.

CONSTANTINIDES, GEORGE M. (1978): "Market risk adjustment in project valuation". *Journal of Finance*, vol. 33, no. 2, págs.: 603-616.

COPELAND, TOM; KOLLER, TIM y MURRIN, JACK (1996): *Valuation, measuring and managing the value of companies*, 2/e. John Wiley and Sons.

CORTAZAR, GONZALO; SCHWARTZ, EDUARDO S. y SALINAS, MARCELO (1998): "Evaluating environmental investments: A real options approach". *Management Science*, vol. 44, no. 8, págs.: 1059-1070.

COX, D. R. y MILLER, H. D. (1977): *The theory of stochastic processes*. Chapman and Hall.

COX, JOHN C.; INGERSOLL, JONATHAN E.y ROSS, STEPHEN A. (1985): "An intertemporal general equilibrium model of asset prices". *Econometrica*, vol. 53, marzo, págs.: 363-84.

COX, JOHN C. y ROSS, STEPHEN A. (1976): "The valuation of options for alternative stochastic processes". *Journal of Financial Economics*, vol. 3, págs.: 145-166.

COX, JOHN C.; ROSS, STEPHEN A. y RUBINSTEIN, MARK (1979): "Option pricing: A simplified approach". *Journal of Financial Economics*, vol. 7, no. 3, págs.: 229-263.

COX, JOHN C. y RUBINSTEIN, MARK (1985): *Options Markets*, Prentice Hall, Inc.

CUERVO, ALVARO (1991): *Rentabilidad y creación de valor en la empresa*. Publicaciones de la Real Academia de Ciencias Económicas y Financieras.

CUERVO, ALVARO (1994): *Análisis y planificación financiera de la empresa*. Ed. Civitas.

CUKIERMAN, ALEX (1980): "The effects of uncertainty on investment under risk neutrality with endogenous information", *Journal of Political Economy*, vol. 88, no. 3, págs.: 462-475.

DAMODARAN, ASWATH (1996): *Investment valuation: Tools and techniques for valuing any asset*. John Wiley & Sons.

DASGUPTA, PARTHA y STIGLITZ, JOSEPH (1980): "Uncertainty, industrial structure and the speed of R&D". *Bell Journal of Economics*, vol. 11, otoño, págs.: 1-28

DEMERS, MICHEL (1991): "Investment under uncertainty, irreversibility and the arrival of information over time". *Review of Economic Studies*, vol. 58, págs.: 333-350.

DEVINNEY, T. M.; STEWART, D. K. y SHOCKER, A. D. (1985): "A note on the application of financial porfolio theory: A comment on Cardozo and Smith. *Journal of Marketing*, vol. 49, págs.: 107-112.

DIEDRICKX, INGEMAR y COOL, KAREL (1989): "Asset stock accumulation and sustainability of competitive advantage". *Management Science*, vol. 35, no. 12, págs.: 1504-1511.

DIXIT, AVINASH K. (1989a): "Entry and exit decisions under uncertainty". *Journal of Political Economy*, vol. 97, no. 3, págs.: 620-638.

DIXIT, AVINASH K. (1989b): "Hysteresis, import penetration and exchange rate pass-through". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 104, no. 2, págs.: 205-228.

DIXIT, AVINASH K. (1989c): "Intersectoral capital reallocation under price uncertainty". *Journal of International Economics*, vol. 26, págs.: 309-325.

DIXIT, AVINASH K. (1991): "Analytical approximations in models of hysteresis". *Review of Economic Studies*, vol. 58, págs.: 141-151.

DIXIT, AVINASH K. (1992): "Investment and hysteresis". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 6, no. 1, págs.: 107-132.

DIXIT, AVINASH K. (1995): "Irreversible investment with uncertainty and scale economies". *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 19, págs.: 327-350.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

DIXIT, AVINASH K. y PINDYCK, ROBERT S. (1994): *Investment under uncertainty*, Princeton University Press.

DIXIT, AVINASH K. y PINDYCK, ROBERT S. (1995): "The opcions approach to capital investment". *Harvard Business Review*, mayo-junio, págs.: 105-115.

DURÁN, JUAN JOSÉ (1990): *Estrategia y evaluación de inversiones en el exterior*. ICEX.

DURÁN, JUAN JOSÉ y ÚBEDA, F. (1996): "El círculo virtuoso tecnológico en el sector de componentes del automóvil español. El caso de Ficosa." En J. J. Durán: *Multinacionales Españolas I. Algunos casos relevantes*. Ed. Pirámide.

DYER, GIBB W. Jr. Y WILKINS, ALAN L. (1991): "Better stories, not better constructs, to generate better theory: A rejoinder to Eisenhardt". *Academy of Management Review*, vol. 16, no. 3, págs.: 613-619.

DYL, EDWARD A. y LONG, HUGH W. (1969): "Abandonment value and capital budgeting: Comment". *Journal of Finance*, marzo, págs.: 88-95

EDLESON, MICHAEL E. y REINHARDT, FOREST L. (1995): "Investment in pollution compliance options: The case of Georgia Power". En Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 243-263.

EISENHARDT, KATHLEEN M. (1989): "Building theories from case study research". *Academy of Management Review*, vol. 14, no. 4, págs.: 532-550.

EISENHARDT, KATHLEEN M. (1991): "Better stories and better constructs: The case for rigor and comparative logic". *Academy of Management Review*, vol. 16, no. 3, págs.: 620-627.

EKERN, STEINAR (1988): "An option pricing approach to evaluating petroleum projects". *Energy Economics*, abril, págs: 91-99.

EMERY, DOUGLAS R.; PARR, PHILIP C.; MOKKELBOST, PER B.; GANDHI, DAVID y SAUNDERS, ANTHONY (1978): "An investigation of real investment decision making with the options pricing model". *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 5, no. 4, págs.: 363-369.

EPISCOPOS, ATHANASIOS (1992): *Irreversible investment under uncertainty, contingent claims analysis and competition*. Tesis doctoral, State University of New York.

FAMA, EUGENE F. (1977): Risk-adjusted discount rates and capital budgeting under uncertainty". *Journal of Financial Economics*, vol. 5, págs.: 3-24.

FAMA, EUGENE F. (1978): "The effects of a firm´s investment and financing decisions on the welfare of its security holders". *American Economic Review*, vol.68, n.3, págs.: 272-284

FAMA, EUGENE F. (1996): "Discounting under uncertainty". *Journal of Business*, vol. 69, no. 4, págs.: 415-428.

FAMA, EUGENE F. y FRENCH, KENNETH R. (1995): "Size and book-to-market factors in earnings and returns". *Journal of Finance*, vol. 50, págs.: 131-155.

FAMA, EUGENE F. y FRENCH, KENNETH R. (1996): "Multifactor explanations of asset pricing anomalies". *Journal of Finance*, vol. 51, págs.: 55-84.

FAMA, EUGENE F. y FRENCH, KENNETH R. (1997): "Industry costs of equity". *Journal of Financial Economics*, vol. 43, págs.: 153-193.

FAMA, EUGENE F. y FRENCH, KENNETH R. (1998): "Value versus growth: The international evidence". Journal of Finance, vol. 53, no. 6, págs.: 1975-1999.

FAUS, JOSEP (1996): "Análisis financiero de las decisiones de inversión: Un intento de puesta en perspectiva". *Harvard Deusto Finanzas & Contabilidad*, no. págs.:

FENÁNDEZ, ANA I. (1992): "Inversiones y recursos circulantes de la empresa española en el período 1982-1989". *ICE*, no. 70, págs.: 91-100.

FERNÁNDEZ, ANA I. y GARCÍA OLALLA, MYRIAM (1992): *Las decisiones financieras de la empresa*. Ariel Economía.

FERNÁNDEZ, MATILDE (1987): "El precio de las opciones y la teoría financiera". *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, vol. 18, no.60, págs.: 733-770.

FERNÁNDEZ, MATILDE (1991): *Dirección financiera de la empresa*. Pirámide.

FERNÁNDEZ, PABLO (1996): *Opciones, futuros e instrumentos derivados.* Ediciones Deusto.

FERNÁNDEZ, PABLO (1999): *Valoración de empresas*. Gestión 2000.

FIGLEWSKI, STEPHEN; SILVER, WILLIAM L. y SUBRAHMANYAM, MARTI G. (1990): *Financial options: From theory to practice*. Salomon Brothers Center for the Study of Financial Institutions.

FINE, CHARLES H. y FREUND, ROBERT M. (1990): "Optimal investment in product flexible manufacturing capacity". *Management Science*, vol. 36, no. 4, págs.: 449-466.

FISCHER, S. (1978): "Call option Princing when the exercise price in uncertain, and the valuation of Index bonds". *Journal of Finance*, marzo, 1978, 169-176

FRANKS, J. y TOROUS, W. (1989): "An empirical investigation of US firms in reorganization". *Journal of Finance*, vol. 44, no. 3, págs.: 747-769

FREMGEN, J.M. (1973): "Capital budgeting practices: A survey". *Management Accounting*, vol. 54, mayo, págs.: 15-25.

FUENTE, JUAN MANUEL; AZOFRA, VALENTÍN y HERNANGÓMEZ, JUAN (1995): "Análisis del comportamiento estratégico de las instituciones financieras españolas. 1987–1991." *Documentos de Trabajo de la Fundación Fondo para la Investigación Económica y Social*, no. 117.

GALAI, DAN y MASULIS, RONALD W. (1976): "The option pricing model and the risk factor of stock". *Journal of Financial Economics*, vol. 3, págs.: 53-82

GARCÍA, MYRIAM (1990): "Utilidad de la teoría de opciones para la administración financiera de la empresa". *Documento de trabajo*, no. 025/90, Facultad de CC. Económicas y Empresariales, Universidad de Oviedo.

GESKE, ROBERT (1977): "The valuation of corporate liabilities as compound options". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 12, págs.: 541-552

GESKE, ROBERT (1978): "The princing of options with stochastic dividend yield". *Journal of Finance*, mayo, págs.: 617-625

GESKE, ROBERT y JOHNSON, H. E. (1984): "The american put option valued analitically". *Journal of Finance*, vol. 39, diciembre, págs.: 1511-1524.

GESKE, ROBERT y SHASTRI, KULDEEP (1985): "Valuation by appoximation: A comparison of alternative option valuation techniques". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 20, no. 1, págs.: 45-71.

GIBSON, RAJNA y SCHWARTZ, EDUARDO S. (1990): "Stochastic convenience yield and the pricing of oil contingent claims". *Journal of Finance*, vol.45, no.3, págs.: 959-976.

GIL, Mª ELENA (1991): *Valoración de inversiones estratégicas: El enfoque de la OPT.* Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid.

GIL, Mª ELENA (1992): "Inversiones estratégicas en la empresa según la Option Pricing Theory". *Boletín de Estudios Económicos*, vol. 48, no. 146, págs.: 407-426.

GODFREY, PAUL C. y HILL, CHARLES W. L. (1995): "The problem of unobservables in strategic management research". *Strategic Management Journal*, vol. 16, págs.: 519-533.

GODFREY, STEPHEN y ESPINOSA, RAMÓN (1996): "A practical approach to calculating costs of equity for investments in emerging markets". *Journal of Applied Corporate Finance*, vol. 9, no. 3, págs.: 80-89.

GÓMEZ-BEZARES, FERNANDO; MADARIAGA, JOSÉ ANTONIO y SANTIBÁÑEZ, JAVIER (1996): "El efecto de la inflación en el análisis de inversiones". *Harvard-Deusto Finanzas y Contabilidad*, págs.: 47-56.

GRENADIER, S.R. y WEISS, A.M. (1997): "Investment in technological innovations: An option pricing approach". *Journal of Financial Economics*, vol. 44, págs.: 397-416.

GRINBLATT, MARK y TITMAN, SHERIDAN (1998): *Financial markets and corporate strategy*. Inwin/McGraw-Hill.

GROSMAN, S. J. y HART, OLIVER (1982): "An analysis of the principal-agent problem". *Econometrica*, vol. 15, no. 1, págs.: 7-45.

HARRISON, J. MICHAEL (1985): *Brownian motion and stochastic flow systems*. John Wiley and Sons

HARRISON, J. MICHAEL y KREPS, DAVID (1979): "Martingales and arbitrage in multiperiod securities markets". *Journal of Economic Theory*, vol. 20, junio, págs.: 381-408

HARVEY, CAMPBELL R. (1991): "The world price of covariance risk". *Journal of Finance*, vol. 46, no. 1, págs.: 111-155.

HAYES, ROBERT H. y ABERNATHY, WILLIAM J. (1980): "Managing our way to economic decline". *Harvard Business Review*, vol. 58, págs.: 67-77.

HAYES, ROBERT H. y GARVIN, DAVID A. (1982): "Managing as if tomorrow mattered". *Harvard Business Review*, vol. 60, págs.: 71-79.

HAYES ROBERT H. y WHEELWRIGHT, STEVEN, C. (1984): Restoring our competitive edge: *Competing through manufacturing*. John Wiley & Sons.

HIRAKI, TAKATO (1995): "Corporate governance, long-term investment orientation, and real options in Japan". En Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 151-161.

HODDER, JAMES E. (1986): "Evaluation of manufacturing investments: a comparision of US and Japanese practices". *Financial Management* 15, no 1, págs: 17-24

HODDER, JAMES E. y RIGGS, HENRY E. (1985): "Pitfalls in evaluating risky projects". *Harvard Business Review*, no. 1, págs.: 128-135.

HÖGER, ANDRAS (1997): "The effect of interest rate uncertainty and taxation on the optimal timing of investment". Trabajo presentado en el *Real Options Symphosium*, Copenhague, Septiembre.

HOWELL, SYDNEY D. Y JÄGLE, AXEL J. (1997): "Laboratory evidence on how managers intuitively value real growth options". *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 24, no. 7 y 8, págs.: 915-935.

HUDSON, R. y SCHAMP, W. (1995): *Towards a new map of automobile manufacturing in Europe?*. Springer.

HULL, JOHN C. (1993): *Options, futures and other derivative securities* 2/e. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.

HURRY, DILEEP (1993): "Restructuring in the global economy: The consequences of strategic linkages between Japanese and U.S. firms". *Strategic Management Journal*, vol. 14, págs.: 69-82.

HURRY, DILEEP (1994): "Shadow options and global exploration strategies". En P. Shrivastava, A.S. Huff and J.Dutton (eds.): *Advances in Strategic Management*, vol. 10 A, págs.: 229-248.

HURRY, DILEEP; MILLER, ADAM T. y BOWMAN, EDWARD H. (1992): "Calls on high-technology: Japanese exploration of venture capital investments in the United States". *Strategic Management Journal*, vol. 13, págs.: 85-101.

HYAFIL, ANTOINE (1991): "Décisions stratégiques et valeur de la firme". *Revue Française de Gestion*, enero-febrero, págs.: 45-56.

INGERSOLL, J. y ROSS, S.A. (1992): "Waiting to invest: Investment and uncertainty". *Journal of Business*, vol. 65, no. 1, págs.: 1-29.

JENSEN, MICHAEL (1986): "Agency costs of free cash flow, corporate finance and takeovers". *American Economic Review*, vol.76, no. 2, págs.: 323-329

JENSEN, MICHAEL (1993): "The modern industrial revolution, exit, and the failure of internal control systems". *Journal of Finance*, vol. 48, no. 3, págs.: 831-880

JENSEN, MICHAEL C. y MECKLING, WILLIAM H. (1976): "Theory of the firm: managerial behavior, acency costs and ownership structure". *Journal of Financial Economics*, vol. 3, oct., págs.:305-360.

JENSEN, MICHAEL C. y MECKLING, WILLIAM H. (1995): "Specific and general knowledge, and organizational structure". *Journal of Applied Corporate Finance*, vol. 8, no. 2, págs.: 4-18.

JICK, TODD D. (1979): "Mixing qualitative and quantitative methods: Triangulation in action". *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, págs.: 602-611.

JOHNSON, HERB E. (1983): "An analytic approximation for the American put price". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 18, no. 1, págs.: 141-148.

JOHNSON, HERB E. (1987): "Options on the maximum or the minimum of several assets". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 22, no. 3, págs.: 277-283.

JONES, DANIEL T. (1991): "From protection to global players: Corporate strategy and the European auto industry". *Corporate and Industry Strategies for Europe*, págs.: 171-191.

JONES, E. PHILLIP; MASON, SCOTT P. Y ROSENFELD, ERIC (1984): "Contingent Claims Analysis of Corporate Capital Structures: An Empirical Investigation". *Journal of Finance*, vol. 39, no. 3, págs.: 611-624.

JOY, O. MAURICE (1976): "Abandonment values and abandonment decisions: A clarification". *Journal of Finance*, vol. 31, no. 4, págs.: 1225-1228.

KAMRAD, BARDIA y ERNST, RICARDO (1995): "Multiproduct manufacturing with stochastic input prices and output yield uncertainty". Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 281-302.

KAMRAD, BARDIA y RICHKEN, PETER (1991): "Multinomial approximating models for options with k state variables". *Management Science*, vol. 37, no. 12, págs.: 1640-1652.

KAPLAN, STEVEN N. y RUBACK, RICHARD S. (1995): "The valuation of cash flow forecasts: An empirical analysis". *Journal of Finance*, vol. 50, no. 4, págs.: 1059-1093.

KARLIN, SAMUEL y TAYLOR, HOWARD M. (1975): *A first course in stochastic processes*. Academic Press

KARLIN, SAMUEL y TAYLOR, HOWARD M. (1981): *A second course in stochastic processes*. Academic Press

KASANEN, EERO (1993): "Creating value by spawning investment opportunities". *Financial Management*, vol. 22, no. 3, págs.: 251-258

KASANEN, EERO y TRIGEORGIS, LENOS G. (1993): "Flexibility, synergy and control in strategic investment planning". AGGARWAL, RAJ. (ed.), *Capital Budgeting under Uncertainty*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, págs.: 208-231.

KASANEN, EERO y TRIGEORGIS, LENOS G. (1994): "A market utility approach to investment valuation". *European Journal of Operational Research* (Special Issue on Financial Modeling), vol. 74, no. 2, págs: 294-309

KASANEN, EERO y TRIGEORGIS, LENOS G. (1995): "Merging finance theory and decision analysis". En L. G. Trigeorgis (ed.): *Real options in capital investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 47-68

KEMNA, A. (1993): "Case studies on real options". *Financial Management*, vol. 22, no. 3, págs.: 259-270.

KENSINGER, J. W. (1980): "Project abandonment as a put option: Dealing with the capital investment decision and operating risk using option pricing theory". *Documento de trabajo*, no. 80-121, Edwin L. Cox School of Business, Southern Methodist University, Dallas.

KENSINGER, J. W. (1987): "Adding the value of active management into the capital budgeting equation". *Midland Corporate Finance Journal*, vol. 5, no. 1, págs.: 31-42.

KESTER, W. CARL (1984): "Today's options for tomorrow growth". *Harvard Business Review*, vol. 62, no.2, págs.: 153-160.

KESTER, W. CARL (1986): "An options approach in Corporate Finance". En ALTMAN, EDWARD I. (Ed.): *Handbook of Corporate Finance*. John Wiley and Sons.

KESTER, W. CARL (1993): "Turning growth options into real assets". AGGARWAL, RAJ. (ed.), *Capital Budgeting under Uncertainty*, Prentice Hall, Englewood Cliffs, págs.: 187-207.

KIM, DONG JAE y KOGUT, BRUCE (1996): "Technological platforms and diversification". *Organization Science*, vol. 7, no. 3, págs.: 283-301

KOGUT, BRUCE (1991): "Joint ventures and the option to expand and acquire". *Management Science*, vol. 37, no. 1, págs.: 19-33.

KOGUT, BRUCE y KIM, D. J. (1991): "Technological accumulation, growth options, and the sequence of entry". *Documento de trabajo,* no. *91-11*, Reginald Jones Center, Wharton School, University of Pennsylvania.

KOGUT, BRUCE y KULATILAKA, NALIN (1988): "Multinational flexibility and the theory of foreign direct investment". *Documento de Trabajo*, no. 88-10, Reginald H. Jones Center, The Wharton School, University of Pennsylvania.

KOGUT, BRUCE y KULATILAKA, NALIN (1994a): "Operating flexibility, global manufacturing, and the option value of a multinational network". *Management Science*, vol. 40, no. 1, págs.: 123-139.

KOGUT, BRUCE y KULATILAKA, NALIN (1994b): "Options thinking and platform investments: Investing in opportunity". *California Management Review*, vol. 36, invierno, págs: 52-71.

KOGUT, BRUCE y KULATILAKA, NALIN (1998): "Capabilities as real options". *Documento de trabajo*, no. 98-05, Reginald H. Jones Center, The Warton School, Universidad de Pensilvania.

KULATILAKA, NALIN (1988): "Valuing the flexibility of flexible manufacturing systems". *IEEE Transactions in Engineering Management*, vol. 35, no. 4, págs.: 250-257.

KULATILAKA, NALIN (1993): "The value of flexibility: The case of a dual-fuel industrial stream boiler". *Financial Management*, vol. 22, no. 3, págs.: 271-280.

KULATILAKA, NALIN (1995a): "The value of flexibility: A general model of real options". En Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 89-107.

KULATILAKA, NALIN (1995b): "The operating flexibilities in capital budgeting: Substitutability and complementarity in real options". En Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 121-132.

KULATILAKA, NALIN y MARCUS, ALAN J. (1992): "Project valuation under uncertainty: When does DCF fail?". *Journal Applied Corporate Finance*, vol.5, no.3, págs.: 92-100

KULATILAKA, NALIN y PEROTTI, ENRICO C. (1992): "Strategic investment timing under uncertainty". *Documento de discusión*, no 145. Financial Market Group, London School of Economics.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

KULATILAKA, NALIN y PEROTTI, ENRICO C. (1998): "Strategic Growth Options". *Management Science*, vol. 44, no. 8, págs.: 1021-1031.

KULATILAKA, NALIN y TRIGEORGIS, LENOS G. (1994): "The general flexibility to swith: Real options revisited". *International Journal of Finance*, vol. 6, no. 2, págs.: 778-798.

LABER, GENE (1992): "Bond covenants and forgone opportunities: The case of burlington northern railroad company". *Financial Management*, vol. 21, no. 2, págs: 71-77.

LAI, VAN SON y TRIGEORGIS, LENOS G. (1995): "The strategic capital budgeting process: A review of theories and practice". En Trigeorgis (ed.), *Real options in capital investment. Models, strategies, and applications*, Praeger Publishers, págs.: 69-86.

LAKONISHOK, JOSEF; SHLEIFER, ANDREI y VISHNY, ROBERT W. (1994): "Contrarian investment, extrapolation, and risk". *Journal of Finance*, vol. 49, págs.: 1541-1578.

LAUGHTON, DAVID G. y JACOBY, HENRY D. (1991):" A two-method solution to the investment timing option". *Advances in Futures and Options Research* 5, pags.: 71-87

LAUGHTON, DAVID G. y JACOBY, HENRY D. (1993): "Reversion, timing opcions, and long-term decision making". *Financial Management*, vol. 22, no. 3 págs.: 225-240.

LAUGHTON, DAVID G. y JACOBY, HENRY D. (1995): "The effects of reversion on commodity projects of different length". En Trigeorgis (ed.), *Real options in capital investment. Models, strategies, and applications*, Praeger Publishers, págs.: 185-206.

LAW, C. M. (1991): *Restructuring the global automobile industry. National and regional impacts*. Routledge.

LEAHY, JOHN V. (1993): "Investment in competitive equilibrium: The optimality of myopic behavior". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 108, noviembre, págs: 1105-1132.

LEE, C JEVONS (1988): "Capital budgeting under uncertainty: The issue of optimal timing". *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 15, no. 2, págs.: 155-168.

LEE, MOON HOE (1997): "Valuing finite-maturity investment-timing options". *Financial Management*, vol. 26, no. 2, págs.: 58-66.

LEONG, SIEW MENG y LIM, KIAN GUAN (1991): "Extending financial portfolio theory for product manatement". *Decision Science*, vol. 22, no. 1, págs.: 181-193.

LIEBERMAN, M. B. y MONTGOMERY, D. B. (1988): "First mover advantages". *Strategic Management Journal*, vol. 9, págs.: 41-58

LINT, O. y PENNINGS, E. (1998): "The option value of developing two product standars simultaneously when the final standard is uncertain". Trabajo presentado en el *Real Options Symphosium*, Copenhague, Septiembre.

LINTNER, JOHN (1965): "The valuation of risk assets and the selection of risky investments in stock portfolios and capital budgets". *Review of Economics and Statistics*, vol. 47, no.1, págs.: 13-37

LUEHRMAN, TIMOTHY A. (1995): "Capital projects as real options: An introduction". *Documento de trabajo*, no. 295-074, Harvard Business School.

LUND, DIDERIK (1992): "Petroleum taxation under uncertainty: contingent claims analysis with an application to Norway". *Energy Economics*, enero, págs: 23-31

MacKIE-MASON, JEFFREY K. (1990): "Some non-linear tax effects on asset values and investment decision under uncertainty". *Journal of Public Economics*, vol. 42, págs.: 301-327

MacKINLAY, A. C. (1995): "Multifactor models do not explain deviations from the CAPM". *Journal of Financial Economics*, vol. 38, págs.: 3-28.

MacMILLAN, L. W. (1986): "Analytic approximation for the American put option". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 1, págs.: 119-139

MAJD, SAMAN y MYERS, STEWART C. (1985): "Valuing the Government's tax claim on risky assets". *Documento de trabajo*, no. 1553, National Bureau of Economic Reserch, Cambridge.

MAJD, SAMAN y PINDYCK, ROBERT S. (1987): "Time to build, option value, and investment decisions". *Journal of Financial Economics*, vol. 18, págs.: 7-27.

MARGRABE, WILLIAM (1978): "The value of an option to exchange one asset for another". *Journal of Finance*, vol. 33, no.1, págs.: 177-186

MARTZOUKOS, SPIROS H. y TEPLITZ-SEMBITZKY, WITOLD (1992): "Optimal timing of transmission line investment in the face of uncertain demand. An option valuation approach". *Energy Economics*, enero, págs.: 3-10.

MASCAREÑAS, JUAN (1998): "Las decisiones de inversión como opciones reales: Un enfoque conceptual". *Documento de Trabajo*, no. 61, Universidad Complutense de Madrid.

MASON, SCOTT P. y BALDWIN, CARLISS Y. (1988): "Evaluation of government subsidies to large-scale energy projects: A contingent claims approach". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 3, págs.: 169-181.

MASON, SCOTT P. y MERTON, ROBERT C. (1985): "The role of contingent claims analysis in corporate finance". En E. ALTMAN y M. SUBRAHMANYAM (ed.): *Recent advances in Corporate Finance*, Richard D. Irwin, págs.: 7-54.

MAUER, DAVID C. y TRIANTIS, ALEXANDER J. (1994): "Interactions of corporate financing and investment decisions: A dynamic framework". *Journal of Finance*, vol. 49, no. 4, págs.: 1253-1277.

MAY, DON O. (1995): "Do managerial motives influence firm risk reduction strategies?". *Journal of Finance*, vol. 50, no. 4, págs.: 1291-1308.

McDONALD, ROBERT y SIEGEL DANIEL (1984): "Option Pricing When the Underlying Asset Earns a Bellow-Equilibrium Rate of Return: A Note". *Journal of Finance*, vol. 39, no. 1, 261-265

McDONALD, ROBERT y SIEGEL DANIEL (1985): "Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down". *International Economic Review*, vol. 26, no. 2, págs.: 331-349.

McDONALD, ROBERT y SIEGEL DANIEL (1986): "The value of waiting to invest". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 101, no. 4, págs.: 707-727.

McGRATH, RITA G. (1997a): "A real options logic for initiating technology positioning investments". *Academy of Management Review*, vol. 22, no. 4, págs.: 974-996.

McGRATH, RITA G. (1997b): "Robust technology strategy". Trabajo presentado en el *Annual Meeting of the Academy of Management*.

McGRATH, RIGA G. y MacMILLAN (1997): "The effect of uncertainty on technology investment strategies in high velocity environments. A real options view". Trabajo presentado en el *Annual Meeting of the Academy of Management*.

McLAUGHLIN, ROBYN. y TAGGART, ROBERT A. Jr. (1992): "The opportunity cost of using excess capacity". *Financial Management*, vol. 21, no. 2, págs.: 12-23.

McLAUGHLIN, ROBYN y TAGGART, ROBERT A. Jr. (1995): "Using real options analysis in capital budgeting: The opportunity cost of excess capacity". En D. K. Ghosh (ed.): *New Advances in Financial Economics*, Elsevier Science Ltd, págs.: 179-262.

MERTON, ROBERT C. (1973a): "Theory of rational option pricing". *Bell Journal of Economics and Management Science*, vol. 4, págs.: 141-183.

MERTON, ROBERT C. (1973b): "An Intertemporal Capital Asset Pricing Model". *Econometrica*, vol. 41, págs.: 867-887.

MERTON, ROBERT C. (1974): "On the pricing of corporate debt: The risk structure of interest rates". *Journal of Finance*, vol. 29, págs.: 449-470.

MERTON, ROBERT C. (1976): "Option pricing when underlying stock return are discontinuous". *Journal of Financial Economics*, vol. 3, marzo, págs.: 125-144.

MERTON, ROBERT C. (1977): "On the pricing of contingent claims and the MM theorem". *Journal of Financial Economics*, vol. 5, noviembre, págs.: 241-249.

MERTON, ROBERT C. (1980): "On estimating the expected return on the market: An exploratory investigation". *Journal of Financial Economics*, vol. 8, diciembre, págs.: 323-361.

MERTON, ROBERT C. (1998): "Applications of option pricing theory: Twenty five years later". *American Economic Review*, vol. 88, no. 3, págs.: 323-349.

MIEGHEM, JAN A. VAN (1998): "Investment strategies for flexible resources". *Management Science*, vol. 44, no. 8, págs.: 1071-1078.

MILGROM, PAUL y ROBERTS, JOHN (1993): *Economía, organización y gestión de la empresa*. Ariel Economía.

MILLER, MERTON H. y MODIGLIANI, FRANCO (1961): "Dividend policy, growth, and the valuation of shares". *Journal of Business*, vol. 34, no. 4, págs.: 411-433

MINTZBERG, HENRY (1979): "An emerging strategy of direct research". *Administrative Science Quarterly*, vol. 24, págs.: 582-589.

MITCHELL, GRAHAM R. y HAMILTON, WILLIAM F. (1988): "Managing R&D as a Strategic Option". *Research Tegnology Management*, vol. 31, págs: 15-22.

MODIGLIANI, FRANCO, y MILLER, MERTON H. (1958): "The cost of capital, corportation finance and the theory of investment". *American Economic Review*, vol. 48, no. 3, págs.: 261-297.

MODIGLIANI, FRANCO, y MILLER, MERTON H. (1963): "Corporate income taxes and the cost of capital: A correction". *American Economic Review*, vol. 53, págs.: 433-443.

MORCK, RANDALL; SCHWARTZ, EDUARDO y STANGELAND, D. (1989): "The Valuation of Forestry Resources Under Stochastic Prices and Inventories". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 24, diciembre, págs: 473-487

MUÑOZ, RAFAEL (1993): "La industria de automoción: su evolución e incidencia social y económica". *Cuadernos de Estudios Empresariales*, no. 3, págs.: 289-317.

MYERS, STEWART C. (1968): "Procedures for capital budgeting under uncertainty". *Industrial Management Review*, vol. 9, primavera, págs.: 1-19. Reproducido en S. C. Myers (ed.): *Modern Developments in Financial Management*, Praeger.

MYERS, STEWART C. (1977): "Determinants of corporate borrowing". *Journal of Financial Economics*, vol. 5, págs.: 147-175.

MYERS, STEWART C. (1984): "Finance theory and financial strategy". *Interfaces,* vol. 14, no. 1, págs.: 12-137. También publicado bajo el mismo título en 1987 en *Midland Corporate Finance Journal*, vol. 5, no. 1, págs.: 6-13.

MYERS, STEWART C. (1996): "Fischer Black´s contributions to Corporate Finance". *Financial Management*, vol. 25, no. 4, págs.: 95-103.

MYERS, STEWART C. y MAJD, SAMAN (1986): "Cálculo del valor de abandono utilizando la teoría de valoración de opciones". *Cuadernos económicos de ICE*, 1986/1.

MYERS, STEWART C. y MAJD, SAMAN (1990): "Abandonment value and project life". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 4, págs.: 1-21.

MYERS, STEWART C. y TURNBULL, S. M. (1977): "Capital budgeting and the capital asset pricing model: Good news and bad news". *Journal of Finance*, vol. 32, no. 2, págs.: 321-333.

NEWTON, D.P. y PEARSON, A.W. (1994): "Application of OPT to R&D". *R&D Management*, vol.24, no.1, págs.:83-89.

NICHOLS, NANCY A. (1994): "Scientific management at Merck: An interview with CFO Judy Lewent". *Harvard Business Review*, enero-febrero, págs.: 89-99.

PADDOCK, JAMES L.; SIEGEL, DANIEL R. y SMITH, JAMES L. (1988): "Option valuation of claims on real assets: The case of offshore petroleum leases". *Quarterly Journal of Economics*, vol. 103, no.3, págs.: 479-508.

PAPPAS, JAMES L. (1976): "The role of abandonment value in capital asset management". *Engineering Economist*, vol. 22, no. 1, págs: 53-61

PÉREZ, WALDO (1998): "El estudio de casos por patrones de comportamiento". *IV Taller de Metodología*, ACEDE, Arnedillo.

PETRUZZI, CHRISTOPHER R. (1986): "An options approach to setting risk adjusted hurdle rates". *Engineering Economist*, vol. 31, no. 3, págs.: 237-248.

PHELAN, STEVEN E. (1996): "The role of strategic thinking in the analysis of hard investment evaluation problems". Trabajo presentado en *II Conference of the International Federation for Scholarly Associations of Management*, Agosto, París, y en *Real Options Symphosium*, Copenhague, Septiembre, 1997.

PIKE, RICHARD (1996): "A longitudinal survey on capital budgeting practices". *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 23, no. 1, págs.: 79-92.

PINDYCK, ROBERT S. (1988): "Irreversible investment, capacity choice, and the value of the firm". *American Economic Review*, vol. 78, no. 5, págs.: 969-985.

PINDYCK, ROBERT S. (1991): "Irreversibility, uncertainty, and investment". *Journal of Economic Literature*, vol. 39, págs.: 1110-1148.

PORTER, MICHAEL E. (1985): *Competitive Advantage: Creating and sustaining superior performance*. Free Press.

PORTER, MICHAEL E. (1987): "From competitive advantage to corporate strategy". *Harvard Business Review*, vol. 65, no. 3, págs.: 43-59

PRIETO, M. BEGOÑA (1998): "Análisis de casos en contabilidad de gestión". *IV Taller de Metodología*, ACEDE, Arnedillo.

QUIGG, LAURA (1993): "Empirical testing of real option-pricing models". *Journal of Finance*, vol. 48, no. 2, págs.: 621-640.

QUIGG, LAURA (1995): "Optimal land development". Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 265-280.

RAHNEMA, AHMAD y NOUSAN, GABRIEL (1996): "Limitaciones del VAN y del TIR". *Harvard Deusto Finanzas y Contabilidad*, págs.: 24-27

RAO, RAMESH K.S. y MARTIN, JOHN D. (1981): "Another look at the use of options pricing theory to evaluate real asset investment opportunities". *Journal of Business Finance and Accounting*, vol. 8, no. 3, págs.: 421-429.

RAPPAPORT, ALFRED (1986): *Creating shareholder value. The new standard for business performance*. Free Press.

RAVARA, FILIPE A. (1994): *Food multinational enterprises investment strategies: An option theory perspective*. Tesis doctoral, Purdue University.

RAYO CANTÓN, SALVADOR y CAMINO BLASCO, DAVID (1998): "La valoración de activos mediante opciones de intercambio: Aplicación a las finanzas empresariales". *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, vol. 7, no. 2, págs.: 99-108.

REINGANUM, J. (1983): "Uncertain innovation and the persistence of monopoly". *American Economic Review*, vol. 73, no. 4, págs.: 741-748.

RENDLEMAN, RICHARD J. Jr. y BARTTER, BRIT J. (1979): "Two state option pricing". *Journal of Finance*, vol. 34, no. 5, págs.: 1093-1110.

RIALP, ALEX (1998): "El método del caso como técnica de investigación y su aplicación al estudio de la función directiva". *IV Taller de Metodología*, ACEDE, Arnedillo.

RITCHKEN, PETER y RABINOWITZ, GAD (1988): "Capital budgeting using contingent analysis: A tutorial". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 3, págs.: 119-143.

ROBICHEK, ALEXANDER A. y VAN HORNE, JAMES C. (1967): "Abandonment value and capital budgeting". *Journal of Finance*, vol. 22, no. 4, págs.: 577-589.

ROBICHEK, ALEXANDER A. y VAN HORNE, JAMES C. (1969): "Abandonment value and capital budgeting: Reply". *Journal of Finance*, vol. 24, no. 1, págs.: 96-97.

ROSENBLATT, M. (1980): "A survey and analysis of capital budgeting process in multi-division firms". *Engineering Economist*, vol. 25, no. 4, págs.: 259-273.

ROSS, SHELDON M. (1996): *Stochastic proccesses*, 2/e. John Wiley & Sons.

ROSS, STEWART A. (1976): "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing". *Journal of Economic Theory*, vol. 13, diciembre, págs.: 343-362

ROSS, STEWART A. (1995): "Uses, abuses, and alternatives to the net-present-value rule". *Financial Management*, vol. 24, no. 3, págs.: 96-102.

RUBINSTEIN, MARK E. (1976): "The Valuation of Uncertain Income Streams and the Pricing of Options". *Bell Journal of Economics*, vol. 7, no.2, págs: 407-425

RUBINSTEIN, MARK E. (1987): "Derivative Assets Analysis". *Journal of Economic Perspectives*, vol. 1, otoño, págs.: 73-94

RUBINSTEIN, MARK E. (1994): "Implied binomial trees". *Journal of Finance*, vol.49, no.3, págs.: 771-818

RYAN, BOB; SCAPENS, ROBERT W. y THEOBALD, MICHAEL (1997): *Research method and methodology in Finance and Accounting*. Dryden.

SAMUELSON, PAUL A. (1965): "Rational theory of warrant pricing". *Industrial Management Review*, vol. 6, no. 1, págs.: 41-50

SANCHEZ, RONALD (1993): "Strategic flexibility, firm organization, and managerial work in dynamic markets: A strategic-options perspective". En P.

Shrivastava, A. S. Huff and J. Dutton (eds.): *Advances in Strategic Management*, vol. 9, págs.: 251-291.

SANCHEZ, RONALD (1994): "Higher-order organization and commitment in strategic options theory: A reply to Christopher Bartlett". *Advances in Strategic Management*, vol. 10B, págs.: 299-307.

SANCHEZ, RONALD (1995): "Strategic flexibility in product competition". *Strategic Management Journal*, vol. 16, págs.: 135-159.

SERCU, PIET y UPPAL, RAMAN (1994): "International capital budgeting using option pricing theory". *Managerial Finance*, vol. 20, no. 8, págs.: 3-21.

SERCU, PIET y UPPAL, RAMAN (1995): *International financial markets and the firm*. South-Western College Publishing.

SHARP, DAVID J. (1991): "Uncovering the hidden value in high-risk investments". *Sloan Management Review*, vol. 32, no. 2, págs.: 69-74.

SHARPE, WILLIAM F. (1964): Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk". *Journal of Finance*, vol. 19, sept., págs.: 425-442

SICK, GORDON (1989): "Capital budgeting with real options". *Monograph Series in Finance and Economics*, no. 3, Salomon Brothers Center for the Study of Financial Institutions, New York University.

SIEGEL, DANIEL R.; SMITH, JAMES L. y PADDOCK, JAMES L. (1987): "Valuing offshore oil properties with option pricing models". *Midland Corporate Finance Journal*, vol. 5, no. 1, págs.: 22-30.

SINDIPEÇAS (1995): *Desempenho do sector 1974-1994*. Sindipeças

SMIT, HAN T. J. (1995): "The flexibility value of strategic investments under competition". En Ghosh, Dilip K. y Khaksari, Shahriar (eds.): *New Directions in Finance*, Routledge, págs.: 240-253.

SMIT, HAN T. J. (1997): "Investment analysis of offshore concessions in the Netherlands". *Financial Management*, vol. 26, no. 2, págs.: 5-17.

SMIT, HAN T. J. y ANKUN, L.A. (1993): "A real options and game theoretic approach to corporate investment strategy under competition". *Financial Management*, vol. 22, no.3, págs: 241-250.

SMIT, HAN T.J. y TRIGEORGIS, LENOS G. (1997a): "Flexibility and commitment in strategic investment". Trabajo presentado en el *Real Options Symphosium*, Copenhague, Septiembre.

SMIT, HAN T.J. y TRIGEORGIS, LENOS G. (1997b): "Flexibility and competitive R&D strategies". Trabajo presentado en *Real Options Symphosium*, Copenhague, Septiembre.

SMITH, CLIFFORD W. (1976): "Option pricing: A review". *Journal of Financial Economics*, vol. 3, págs.: 3-51

SMITH, CLIFFORD W. (1979): "Applications of Option Pricing Analysis". En J.L. Bicksler (ed): *Handbook of Financial Economics*, North-Holland Publishing Company, 1979, 80-121.

SMITH, JAMES E. y NAU, ROBERT F. (1995): "Valuing risky projects: Option pricing theory and decision analysis". *Management Science*, vol. 41, no. 5, págs.: 795-816.

SMITH, KENNETH W. y TRIANTIS, ALEXANDER J. (1995): "The value of options in strategic acquisitions". Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 135-149.

SOLNIK, BRUNO (1974): "The international pricing of risk: An emprical investigation of world capital structure". *Journal of Finance*, vol. 29, págs.: 48-54.

SOLNIK, BRUNO (1991): *International investments* 2/e, Addison-Wesley Publishing Company.

SPENCE, MICHAEL A. (1977): "Entry, capacity, investment, and oligopolistic pricing". *Bell Journal of Economics*, vol. 8, no. 2, págs.: 534-544.

SPENCE, MICHAEL A. (1979): "Investment strategy and growth in a new market". *Bell Journal of Economics*, vol. 10, no. 1, págs.: 1-19

STAKE, ROBERT E. (1995): *The art of case study research.* Sage Publications.

STULZ, RENÉ M. (1982): "Options on the minimum or maximum of two risky assets: Analysis and aplications". *Journal of Financial Economics*, vol. 10, julio, págs.: 161-185.

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES

STULZ, RENÉ M. (1990): "Managerial discretion and optimal financing policies". *Journal of Financial Economics*, vol. 18, julio, págs.: 3-28

SUÁREZ, ANDRÉS S. (1995): *Decisiones óptimas de inversión y financiación en la empresa*, /e. Ediciones Pirámide, Madrid.

SZEWCZYK, SAMUEL H.; TSETSEKOS, GEORGE P. y ZANTOUT, ZAHER (1996): "The valuation of corporate R&D expenditures: Evidence from investment opportunities and free cash flow". *Financial Management*, vol. 25, no.1, págs.: 105-110.

TEISBERG, ELIZABETH O. (1994): "An option valutation analysis of investment choices by a regulated firm". *Management Science*, vol. 40, no. 4, págs.: 535-548.

TEISBERG, ELIZABETH O. (1995): "Methods for evaluating capital investment decisions under uncertainty". En Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 31-46.

THIMANN, CHRISTIAN y THUM, MARCEL (1998): "Investing in Terra Incognita: Waiting and Learning". *SSRN Electronic Paper Collection*.

THOMAS, L.G. (1986): *The economics of strategy planning*. Lexington Books.

TITMAN, SHERIDAN (1985): "Urban land prices under uncertainty". *American Economic Review*, vol. 75, no. 3, págs.: 505-514.

TRIANTIS, ALEXANDER J. (1988): *Contingent claims valuation of flexible production systems*. Tesis doctoral, Standford University.

TRIANTIS, ALEXANDER J. y HODDER, J.E. (1990): "Valuing flexibility as a complex option". *Journal of Finance*, vol. 45, no. 2, págs.: 549-565.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1986): *Valuing real investment opportunities: An options approach to strategic capital budgeting*. Tesis doctoral, Harvard University.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1988): "A conceptual options framework for capital budgeting". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 3, págs.: 145-167.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1990): "A real-options application in natural-resource investments". *Advances in Futures and Options Research*, vol. 4, págs.: 153-164.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1991a): "A log-transformed binomial numerical analysis method for valuing complex multi-option investments". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 26, no. 3, págs.: 309-326.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1991b): "Anticipated competitive entry and early preemptive investment in deferrable projects". *Journal of Economics and Business*, vol. 43, mayo, págs.: 143-456.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1993a): "Real options and interactions with financial flexibility". *Financial Management*, vol. 22, no. 3, págs.: 202-224.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1993b): "The nature of option interactions and the valuation of investments with multiple real options". *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, vol. 28, no. 1, págs.: 1-20.

TRIGEORGIS, LENOS G. (1996): *Real options. Managerial flexibility and strategy in resource allocation*, The MIT Press.

TRIGEORGIS, LENOS G. y KASANEN, EERO (1991): "An integrated options-based strategic planning and control model". *Managerial Finance*, vol. 17, no. 2/3, págs.: 16-28.

TRIGEORGIS, LENOS G. y MASON, SCOTT P. (1987): "Valuing managerial flexibility". *Midland Corporate Finance Journal*, vol. 5, no. 1, págs.: 14-21.

TURKI, LASSAAD (1994): *A contingent claims approach to valuing new ventures*. Tesis doctoral, Stanford University.

TURNBULL, PETER; OLIVER, NICK y WILKINSON, BARRY (1992): "Buyer-supplier relations in the UK automotive industry: Strategic implications of the Japanese manufacturing model". *Strategic Management Journal*, vol. 13, págs.: 159-168.

VAN HORNE, JAMES C. (1996): *Administración financiera*, 9/e. Prentice Hall.

VILA, ANNE F. y SCHARY, MARTHA (1995): "Default risk in the contingent claims model of debt" , Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 303-321.

WELLS, PETER y RAWLINSON, MICHAEL (1994): *The new european automobile industry*. St. Martin's Press.

WESTON, FRED J. y COPELAND, THOMAS E. (1995): *Finanzas en administración*, 9/e. McGraw-Hill.

WILLNER, RAM (1995): "Valuing start-up venture growth options". Trigeorgis (ed.): *Real Options in Capital Investment. Models, strategies, and applications*, págs.: 221-239.

WOMAK, P., JONES, D. T. y ROOS, D. (1990): *The machine that changed the world*. Rawson Associates.

WOODS, JOHN C. y RANDALL, MAURY R.(1989): "The net present value of future investment opportunities: Its impact on shareholder wealth and implications for capital budgeting theory". *Financial Management*, vol. 18, págs.: 85-92.

YIN, ROBERT K. (1981): "The case study crisis: Some answers". *Administrative Science Quarterly*, vol. 26, págs.: 58-65.

YIN, ROBERT K. (1984): *Case study research. Design and Methods.* Applied Social Research Methods Series, vol. 5. Sage Publications. La segunda edición ha sido publicada en 1994.

ZANIBBI, LOUIS y PIKE, RICHARD (1996): "Behaviour congruence in capital budgeting judgements". *Management Accounting Research*, vol. 7, no. 3, págs.: 305-320.

AGRADECIMIENTO ..... **I**

PRESENTACIÓN ..... **III**

INVERSIÓN, OPCIONES REALES Y ESTRATEGIA EMPRESARIAL **1**

I FUNDAMENTOS DE VALORACIÓN DE INVERSIONES EMPRESARIALES Y DE OPCIONES REALES **2**

I.1 Las técnicas del descuento ajustado por el riesgo y los ingredientes de valor de los proyectos de inversión 6

I.1.1 La insuficiencia del binomio rentabilidad-riesgo en la explicación del valor del proyecto 9

I.1.2 Flexibilidad y oportunidades de crecimiento como ingredientes de valor15

I.2 El enfoque de opciones reales 18

I.3 Modelos de valoración de opciones financieras 26

I.3.1 El modelo de réplica y arbitraje 26

I.3.2 El modelo de valoración de opciones mediante equivalentes ciertos 32

I.4 Extensión de la teoría de opciones a la decisión de inversión empresarial: Justificación y problemas que plantea 36

I.4.1 Ventajas e inconvenientes de la extensión del modelo de opciones a la decisión de inversión 39

I.4.2 Extensión de los fundamentos de valoración: Problemas y soluciones . 42

I.5 Hacia un modelo general de valoración de derechos contingentes 52

I.5.1 Equivalencia entre el modelo binomial, el de equivalentes ciertos y el modelo general de valoración contingente 59

II CARACTERIZACIÓN Y VALORACIÓN DE LAS OPCIONES REALES **68**

II.1 Las opciones de crecimiento 71

II.1.1 Valor de la opción de inversión 75

II.1.1.1 La opción de crecimiento perpetua con precio de ejercicio conocido y constante 76

II.1.1.2 Valor de la opción de inversión con fecha de expiración predeterminada 84

II.1.1.3 Valor y coste de la inversión aleatorios 88

II.1.1.4 Factores determinantes del proceso estocástico del valor del proyecto de inversión 94

II.1.1.5 Otros modelos alternativos sobre la evolución estocástica del valor del activo subyacente 95

II.1.1.5.1 El proceso de reversión a la media 96

II.1.1.5.2 El proceso de Poisson 98
II.1.2 La opción de aplazamiento 101
II.1.3 La opción de ampliación y el tamaño óptimo de la inversión 106
II.2 Los derechos de abandono 109
II.2.1 Valor de la opción de abandono 111
II.2.2 La opción de inversión, la opción de abandono e histéresis 115
II.2.3 La inversión secuencial y la opción de abandono en la construcción del proyecto 121
II.3 La flexibilidad tecnológica y las opciones operativas 125
II.3.1 Valor de la opción de paralización y reactivación de la actividad del proyecto 127
II.3.1.1 Los costes de reinicio y de mantenimiento asociados a la opción de paralización 133
II.3.2 Otras opciones operativas: La modificación del ritmo de las operaciones, intercambio de factores e intercambio de productos 136
II.4 El valor actual neto ampliado 140

III LAS OPCIONES REALES EN LA ESTRATEGIA EMPRESARIAL Y EL MODELO DE CARTERA DE OPCIONES 143

III.1 La inversión en la estrategia empresarial 146
III.1.1 La interacción de la inversión y de la estrategia 148
III.1.2 La interdependencia de proyectos de inversión 150
III.1.3 La cartera estratégica de proyectos 151
III.1.4 La cartera estratégica de opciones reales 154
III.2 Origen y adquisición de las opciones reales 159
III.2.1 Separación entre oportunidades y opciones reales 160
III.2.1.1 Origen de las oportunidades del entorno 162
III.2.1.2 Origen de las opciones de la empresa 163
III.2.1.3 La relación entre las oportunidades del entorno y las opciones de la empresa 166
III.2.2 El modelo de cartera de derechos 172
III.3 Factores determinantes del valor de la cartera de derechos 182
III.3.1 Competencia y derechos de decisión 183
III.3.1.1 Relajación de los supuestos de exclusividad del derecho y de competencia perfecta 185
III.3.1.2 Otros efectos indirectos derivados del ejercicio del derecho ... 191
III.3.2 Interdependencia de los derechos de decisión 192

III.3.3 Otros factores determinantes del valor de las opciones reales: Ejercicio eficiente, sistemas de incentivos y mecanismos de control 198

III.3.3.1 El ejercicio de las opciones reales y el conflicto de intereses entre accionistas y acreedores 199

III.3.3.2 El ejercicio de las opciones reales y el conflicto de intereses entre accionistas y directivos..... 207

LAS OPCIONES REALES EN LA INVERSIÓN DIRECTA EXTERIOR DE LOS PROVEEDORES DEL SECTOR DEL AUTOMÓVIL. UNA APROXIMACIÓN A TRAVÉS DE LA INVESTIGACIÓN DEL CASO 213

IV DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INVERSIÓN EVALUADO: CARACTERÍSTICAS Y VAN ESTÁTICO 214

IV.1 Presentación de la investigación: Objeto y método 216

IV.1.1 El método de investigación del caso 223

IV.1.2 Etapas de la investigación: selección del caso, recogida de información y procedimiento de análisis 227

IV.2 La industria del automóvil..... 231

IV.2.1 Evolución reciente de la industria ensambladora..... 233

IV.2.1.1 La década de los ochenta: el proceso de racionalización 234

IV.2.1.2 La década de los noventa: el proceso de globalización..... 236

IV.3 El sector de equipos y componentes del automóvil 245

IV.4 Descripción de la empresa..... 253

IV.4.1 El proceso de evaluación y selección de inversiones en GAI 261

IV.5 El proyecto "BRASIL"..... 262

IV.5.1 Los fabricantes de componentes en Brasil 269

IV.5.2 Estructura económica y financiera del proyecto 276

IV.6 Valoración de la inversión: VAN estático o convencional 286

IV.6.1 Estimación del tanto de descuento 287

IV.6.2 Valor residual y VAN de la inversión..... 294

V VALORACIÓN DE LAS OPCIONES REALES. PRINCIPALES RESULTADOS..... 304

V.1 Las opciones reales en la estrategia de inversión directa exterior evaluada306

V.1.1 Identificación y clasificación de las opciones reales del proyecto... 310

V.1.2 El modelo de valoración..... 314

V.2 Las opciones operativas y la estructura de pagos del proyecto..... 323

V.3 La opción de ampliación del capital inicialmente invertido 331

V.4 La opción de reducción del capital inicialmente invertido 335
V.5 Las opciones de inversión 340
V.6 La opción de abandono..... 347
V.6.1 Interrelación de la opción de continuación y la opción de abandono352
V.7 El apalancamiento operativo, el apalancamiento financiero y las opciones reales 355
V.7.1 La Estructura operativa y la flexibilidad de la inversión 356
V.7.2 La estructura financiera y el VAN ampliado 364
V.8 Análisis de los resultados de la investigación 376

CONCLUSIONES 387

BIBLIOGRAFÍA 405

BIBLIOTECA VIRTUAL MIGUEL DE CERVANTES