

Costo de capital y riesgo
Costo de capital para firmas no transadas en bolsa

Ignacio Vélez-Pareja
ivelez@poligran.edu.co

I Seminario Internacional de finanzas
Las variables financieras en la óptica Latinoamericana
Facultad de Ciencias Económicas y Estadística
Especialización y Maestría en Finanzas
Universidad Nacional de Rosario
Rosario, Argentina
Diciembre 1 de 2004

Ignacio Vélez Pareja
Profesor de Finanzas y Decano
Facultad de Ingeniería Industrial
Politécnico Grancolombiano
Bogotá, Colombia.

Abstract

In this paper I make a short review of the major statistics regarding the non traded firms in the U.S. and in Colombia and Argentina as examples of an emerging market. I show some alternatives to estimate the cost of equity capital when there is not enough trading information. Some of them use the Capital Assets Pricing Model (CAPM), some of them use accounting information or simply, subjective estimation of risk.

The note is organized as follows: In Section One I present some relevant statistics regarding the non traded firms in the U. S. and in Colombia. In Section Two I mention the importance of the emerging markets mostly composed of non trading firms and the relevance of popular approaches to the estimation of cost of equity capital. In Section Three I distinguish between total and systematic risk and present methods to estimate the cost of equity capital with systematic risk and total risk. When using Accounting Risk Models (ARM) I use data from a well known firm in the Colombian stock market. In this section it is discussed how to use the weighted average cost of capital WACC when risk is explicitly involved in the analysis. In Section Four I present some concluding remarks.

Key words

Stocks, stock markets, Colombia, Colombian stock market, nominal returns on stocks, Colombian firms, CAPM, cost equity capital, levered cost of equity capital, unlevered cost of equity capital, non trading firms, risk free rate of return, risk premium, Accounting Risk Models (ARM), Asset Pricing, Capital Budgeting, Investment Policy, cost of capital, risk analysis, Monte Carlo Simulation.

Resumen

En este trabajo se hace un breve repaso de las principales estadísticas de las firmas no transadas en bolsa tanto en los Estados Unidos como en Colombia y Argentina como ejemplos de un Mercado emergente o en desarrollo. Se presentan algunas alternativas para calcular el costo del patrimonio o capital propio cuando no existe información suficiente. Algunas de ellas utilizan el *Capital Assets Pricing Model (CAPM)*, otras utilizan información contable o simplemente, una apreciación subjetiva del riesgo.

El trabajo está organizado de la siguiente forma: En la Primera Sección se presentan algunas estadísticas de las firmas que no se tranzan en bolsa, tanto en Estados Unidos, como en Colombia. En la Segunda Sección se menciona la importancia de los mercados en desarrollo, los cuales están compuestos principalmente de firmas que no se transan en bolsa y la importancia de los enfoques más populares que se utilizan en el cálculo del costo de capital del patrimonio. En la Tercera Sección se distingue entre riesgo total y riesgo sistemático y se presentan métodos para calcular el costo del patrimonio con riesgo sistemático solamente y con riesgo total. Al ilustrar el uso de métodos o modelos que calculan el riesgo basados en información contable (*Accounting Risk Models (ARM)*, en inglés), utilizan los datos de una firma muy conocida en el mercado de valores de Colombia. Al final de esta sección se discute como usar el costo promedio ponderado de capital cuando el riesgo se incluye de manera explícita en el análisis. En la Cuarta Sección se concluye.

Palabras clave

Acciones, mercados de valores, Colombia, mercado de valores colombiano, rentabilidad nominal de las acciones, firmas colombianas, CAPM, costo del patrimonio, costo del capital propio, costo del capital propio sin deuda, firmas que no se negocian en bolsa, tasa libre de riesgo, prima de riesgo de mercado, *Accounting Risk Models (ARM)*, valoración de activos, presupuesto de capital, política de inversiones, costo de capital, análisis del riesgo, Simulación de Monte Carlo.

Clasificación JEL: G12, N26, D92, G14, G31

Costo de capital y riesgo

Costo de Capital para firmas no transadas en bolsa

En este trabajo se hace un breve repaso de las principales estadísticas de las firmas no transadas en bolsa tanto en los Estados Unidos como en Colombia como un ejemplo de un Mercado emergente o en desarrollo. Se presentan algunas alternativas para calcular el costo del patrimonio o capital propio cuando no existe información suficiente. Algunas de ellas utilizan el *Capital Assets Pricing Model (CAPM)*, otras utilizan información contable o simplemente, una apreciación subjetiva del riesgo.

En finanzas se trabaja con supuestos heroicos en relación con la validez de modelos como el Capital Asset Pricing Model (CAPM) (el modelo predominante para calcular el riesgo asociado a un activo o acción) o en relación con las proposiciones de Modigliani y Miller. El CAPM dice que en equilibrio, la rentabilidad de los activos o acciones se debe definir como la tasa libre de riesgo más una prima de riesgo. La prima de riesgo de una acción es igual al coeficiente beta de la acción (una medida de la sensibilidad de la rentabilidad de la acción en relación con la rentabilidad del mercado) multiplicado por el riesgo de mercado. (Rentabilidad del mercado, R_m menos la tasa libre de riesgo, R_f). El CAPM se utiliza como un modelo *ex ante*. Esto significa que se utiliza para hacer un cálculo puntual de una rentabilidad futura. Para hacerlo debemos introducir en el modelo los valores que se espera para la tasa libre de riesgo, la tasa de rentabilidad del mercado y el coeficiente beta de la acción. En la práctica se utilizan los valores históricos de estos parámetros, lo cual es una suposición muy fuerte.

Es muy fácil predecir que cuando no tenemos suficiente información este método fallará., porque en esencia, se requiere de información histórica que usualmente no está disponible para empresas pequeñas y medianas (PYMES) o empresas que sin calificar como PYMES no se transan en bolsa.

Sin embargo, algunos consideran que el CAPM y otros modelos no funcionan siquiera en mercados desarrollados. ¿Qué podemos decir entonces de esos modelos en mercados en desarrollo? Por supuesto que nuestros supuestos heroicos no son válidos en mercados en desarrollo o con mercados bursátiles pequeños. Presentamos un contexto para las empresas que no se transan en bolsa y en particular un ejemplo de una firma del mercado accionario de Colombia.

La carencia de información pública le impone restricciones a las empresas no transadas en bolsa para acceder a fondos de financiación a través del mercado de valores. Esto es, a financiarse con emisión de acciones en lugar de financiarse con deuda. Esto nos obliga a ofrecer alternativas para calcular el costo del patrimonio o capital propio, bajo el supuesto que los métodos muy conocidos como el *Capital Asset Pricing Model, CAPM*, no son válidos en el contexto de las firmas que no se transan en bolsa, la mayoría de ellas PYMES.

El trabajo está organizado de la siguiente forma: En la Primera Sección se presentan algunas estadísticas de las firmas que no se transan en bolsa, tanto en Estados Unidos, como en Colombia. En la Segunda Sección se menciona la importancia de los mercados en desarrollo, los cuales están compuestos principalmente de firmas que no se transan en bolsa y la importancia de los enfoques más populares que se utilizan en el cálculo del costo de capital del patrimonio. En la Tercera Sección se distingue entre riesgo total y riesgo

sistemático y se presentan métodos para calcular el costo del patrimonio con riesgo sistemático solamente y con riesgo total. Al ilustrar el uso de métodos o modelos que calculan el riesgo basados en información contable (*Accounting Risk Models (ARM)*, en inglés), utilizan los datos de una firma muy conocida en el mercado de valores de Colombia. Al final de esta sección se discute como usar el costo promedio ponderado de capital cuando el riesgo se incluye de manera explícita en el análisis. En la Cuarta Sección se concluye.

Primera Sección

El mercado de valores en los Estados Unidos

El mercado de valores de los Estados Unidos se considera que es un mercado casi perfecto para las empresas que se negocian en bolsa. El número de empresas que se negociaban en las principales bolsas de valores en noviembre de 2004, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Número de empresas registradas en las bolsas de valores de los Estados Unidos

Bolsa	Número de firmas
NYSE	2.800
NASDAQ	3.300
AMEX	800
Total	6.900

Para tener una idea de la importancia relativa de estas cifras debemos compararlas el número total de firmas en los Estados Unidos. En la tabla 2 se muestran las firmas existentes en los Estados Unidos clasificadas por el número de empleados.

Tabla 2. Firmas de los Estados Unidos según el número de empleados, 2001

Tamaño de la firma	Número de firmas	Participación
Total	5.657.774	100,0%
0*	703.837	12,4%
1-4	2.697.839	47,7%
5-9	1.019.105	18,0%
10-14	405.542	7,2%
15-19	210.522	3,7%
20-24	130.636	2,3%
25-29	87.156	1,5%
30-34	63.231	1,1%
35-39	46.795	0,8%
40-44	36.523	0,6%
45-49	28.957	0,5%
50-54	23.765	0,4%
55-59	18.981	0,3%
60-64	16.364	0,3%
65-69	13.887	0,2%
70-74	11.740	0,2%
75-79	9.997	0,2%
80-84	9.021	0,2%
85-89	7.803	0,1%
90-94	7.122	0,1%
95-99	6.280	0,1%
100-499	85.304	1,5%
500-999	8.572	0,2%
1.000-1.499	2.854	0,1%
1.500-2.499	2.307	0,0%
2.500+	3.634	0,1%
<20	5.036.845	89,0%
<50	5.430.143	96,0%
<100	5.555.103	98,2%
<500	5.640.407	99,7%

* El número de empleados se mide en marzo, de manera que algunas firmas (firmas creadas después de marzo, empresas cerradas antes de marzo y empresas estacionales) aparecerán sin empleados y algún gasto de nómina.

Fuente: Office of Advocacy, U.S. Small Business Administration, con datos del U.S. Department of Commerce, Bureau of Census, Statistics of U.S. Businesses.

Se puede observar que el número de firmas en los EE. UU. es más de 5,657 millones y que de esas firmas más del 98% tienen menos de 100 empleados y 99,7% tienen menos de 500 empleados.

Aunque el total de firmas en bolsa y el total de firmas en los EE. UU. están referidos a años diferentes, podemos formarnos una idea de la proporción de

empresas que se negocian en bolsa en relación con las que no se negocian.¹. En este contexto (en los EE. UU.) se considera que una firma es grande si tiene 500 o más empleados.

No hay consenso sobre el criterio para clasificar a las firmas por tamaño, inclusive a nivel mundial. En algunos países se usa el volumen de activos, en otros, el número de empleados. Inclusive, en la definición de los límites de cada categoría tampoco hay acuerdo. Por ejemplo, mientras en los EE. UU. Una firma se considera grande si tiene más de 500 empleados, en in Europa, una firma se clasifica como grande si tiene más de 250 empleados, lo mismo que en Japón².

El mercado de valores en los mercados en desarrollo

No aspiramos a hacer un estudio exhaustivo de los mercados de valores de los países en desarrollo. Para efectos de comparación presentamos alguna información sobre las empresas que se negocian en bolsa y el número total de empresas en Colombia. Información similar a esta se puede encontrar para otros países en desarrollo. El perfil en otros países en desarrollo puede ser similar al de Colombia.

Tabla 3. Micro empresas por sector año 2000³
Colombia

	Total Micro empresas	Proporción %
Comercio	557.759	57,7
Servicios	288.771	29,9
Industria	120.785	12,5
Total	967.315	100,0

¹ El número de firmas registradas en las bolsas es 0,1220% del total de firmas y 0,3058% de las firmas con más de 4 empleados en 2001 y 39,73% de las firmas con más de 500 empleados.

² En Japón estos límites dependen de la actividad.

³ Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2000 Colombia. Encuesta nacional de microestablecimientos de comercio, servicios e industria. <http://www.dane.gov.co>

Esta encuesta incluye micro empresas formalizadas y no formalizadas Las empresas formalizadas (registradas como negocios en una cámara de comercio) en Colombia se muestran en la tabla 4.

Tabla 4. Número total de empresas registradas en Confecámaras 2001⁴

Tamaño	No de firmas	Proporción
Sin datos de activos	46.550	8,74%
Micro empresas	432.269	81,19%
Pequeñas	39.963	7,51%
Medianas	7.786	1,46%
Grandes	5.845	1,10%
Total	532.413	100,00%

De las empresas registradas, 13.631 están clasificadas como medianas y grandes. Por el otro lado, el número total de firmas registradas en la bolsa de valores de Colombia es 221 y de estas menos de 30 acciones se negocian con alguna frecuencia. Para mayores detalles sobre el mercado de valores en Colombia véase Vélez-Pareja (2000).

Existen aproximadamente 1,1 millones de firmas, incluyendo las del sector informal. Las empresas registradas en bolsa son el 0,0207% del total de firmas, y las que se negocian con alguna frecuencia son el 0,0028% del total de firmas. Si consideramos sólo las firmas de más de 4 empleados (firmas pequeñas, medianas y grandes) tenemos que las firmas registradas en la bolsa de valores son el 0,412% y las que se negocian con frecuencia son el 0,056%. Si sólo consideramos las 13.631 firmas grandes y medianas el número de empresas registradas en bolsa es el 1,621% y el número de las que se negocian con frecuencia es el 0,22%. El número

⁴ Confecámaras es la confederación nacional de cámaras de comercio. <http://www.confecamaras.org.co/>. No hay acuerdo en el criterio para clasificar las firmas por tamaño. Algunos usan el nivel de activos, otros el número de empleados.

de empresas registradas en bolsa es el 3,781% de las firmas grandes y el número de las que se negocian con frecuencia es el 0,51%.

En la Argentina Merval tiene registradas 131 empresas. En el índice Merval 25 hay registradas sólo 25 de las 131. En 2003 según Iberoamérica Empresarial habría cerca de 353.000 empresas (incluidas las PYMES). Esto significa que apenas el 0,037% de las firmas se transa en bolsa y apenas 0,007% están incluidas en el índice.

Debemos reconocer que en los países en desarrollo y con certeza sus empresas que no se negocian en bolsa y probablemente la mayoría de las firmas que no se transan en bolsa en los países desarrollados son inconsistentes con el CAPM. Mejor dicho, el CAPM es inconsistente con esas firmas.

En resumen, las pequeñas y medianas empresas (PYMES) son un porcentaje substancial de la economía de los EE. UU. y de los países en desarrollo. Sin embargo, la carencia de información impone restricciones para el acceso de estas firmas a los recursos de financiación a través de acciones. Debemos ofrecer alternativas para calcular el costo del patrimonio, dado que los métodos populares y bien conocidos como el *Capital Asset Pricing Model*, *CAPM*, no son válidos en el contexto de las empresas que no se negocian en bolsa (la mayoría de ellas PYMES). Esta afirmación se refuerza con lo presentado por Vélez Pareja 2000 y se puede apreciar también en la firma que utilizamos como ejemplo en este trabajo: la prima de riesgo de mercado es con frecuencia negativa.

Segunda Sección

¿Qué se puede hacer con las firmas que no se negocian en bolsa y con los mercados en desarrollo?

Todo lo anterior apunta a la pertinencia o no de los modelos típicos tales como el CAPM en las firmas que no se negocian en bolsa y en general en los países en desarrollo.

Creemos que los países en desarrollo son importantes en sí mismos. Bruner, *et al.* (2002) mencionan cuatro razones que justifican el estudio de [las empresas que no transan en bolsa y] los países en desarrollo. Primero, “no existe una clara y única mejor forma (*best practice*) para valorar [...] en los países en desarrollo.” [...] Inclusive, hay “desacuerdo en lo básico sobre asuntos fundamentales, tales como el calculo del costo de capital [...]”. Segundo hay diferencias entre las economías de los países en desarrollo y de los países desarrollados en relación con la “transparencia contable, liquidez, corrupción, volatilidad, *governance*, impuestos y costos de transacción.” Tercero, el Banco Mundial informa que durante 2000, “300 millones fluyeron hacia cerca de 150 países que se consideraban como no desarrollados” de los cuales más del 83% fue a 30 países. Cuarto, “esos 30 países en desarrollo crecen a tasas dos o tres veces más altas que los países desarrollados”.

A su vez, Bekaert y Harvey (2003) indican, con base en una información para 16 países⁵, que las inversiones de los EE. UU. Han aumentado 11,3 veces desde 5 años antes de la liberación de la economía⁶ y 5 años después de la

⁵ Estos países son Argentina, Brazil, Chile, Colombia, Grecia, India, Indonesia, Korea, Malaysia, México, Filipinas, Portugal, Taiwan, Thailandia, Turquía y Venezuela.

⁶ Bekaert y Harvey tienen un sitio en Internet con detalles sobre las fechas de liberalización de 45 países emergentes lo cual fue la base para las fechas de Bekaert y Harvey (2000). Ver http://www.duke.edu:80/~charvey/Country_risk/chronology/chronology_index.htm

liberación de la misma⁷. Los aumentos van desde 4,9 para las Filipinas hasta 28,4 para Grecia. Y la participación promedio de los EE. UU. en la capitalización del mercado se ha duplicado desde 0,9 veces para Filipinas hasta 17,9 veces para el caso de Brasil.⁸

Usualmente se acepta que un modelo o enfoque que no sea consistente con el CAPM se debe rechazar como teóricamente errado. Pero antes debemos responder algunas preguntas muy simples y a la vez complejas: ¿Cuándo trabajamos con información de un mercado en desarrollo creemos que éste es consistente con el CAPM? O como se dijo arriba, ¿es el CAPM consistente con la realidad de este mercado? ¿Qué podemos hacer con el CAPM cuando con frecuencia tenemos una prima de riesgo de mercado negativa? ¿Qué podemos hacer cuando la mejor aproximación (*proxy*) a la tasa libre de riesgo está en un nivel más alto que la tasa de mercado para inversiones de corto plazo?

Otro hecho que debemos reconocer es que las empresas que no se negocian en bolsa no están en venta y los inversionistas de esas empresas no están diversificados (inclusive en los EE. UU.). ¿Entonces, cuál consistencia entre el CAPM y esas firmas podemos esperar? Por supuesto, si establecemos como estándar para las firmas que no cotizan en bolsa o de los mercados en desarrollo que las condiciones del CAPM se cumplan, todo lo que se haga al valorarlas estará equivocado. Entonces, lo que en realidad estamos haciendo es fijar un punto de comparación que sabemos de antemano está errado y que no es válido (inclusive,

⁷ “Por liberalización financiera, [los autores] entienden el permitir el ingreso y salida de inversión extranjera. En un mercado de valores liberalizado, los inversionistas extranjeros pueden comprar y vender acciones del mercado local sin ninguna restricción. Además, que los inversionistas locales pueden comprar y vender acciones o papeles extranjeros.”

⁸ Los cálculos sobre el crecimiento de las inversiones y capitalización de los EE.UU. fueron hechos por el autor.

como ya se dijo, muchos consideran que esos modelos no son válidos siquiera en mercados desarrollados). No podemos cerrar nuestras mentes y seguir pensando que el CAPM es la verdad. Sabemos, por otro lado, que si no tenemos un mejor modelo, debemos utilizar el que tengamos, pero cuando estamos trabajando con empresas que no se negocian en bolsa o en general en mercados emergentes ¿será mejor utilizar un modelo que sabemos que está equivocado o utilizar, por ejemplo, betas contables? Inclusive con las betas contables podemos encontrar problemas en relación con el cálculo de la prima de riesgo de mercado. ¿Será mejor usar esos modelos equivocados que estimar de manera subjetiva el costo del patrimonio con deuda, K_e , o sin deuda, K_u ? ¿Será mejor utilizar múltiplos o coeficientes betas sin deuda?

¿Tiene sentido pretender utilizar un modelo que puede ser bueno para 6.900 firmas (en los EE. UU.), como se dijo arriba y probablemente errado para muchas de las 2.247.303 firmas con más de 4 empleados y menos de 1.000 y definitivamente errado para las 2.697.839 firmas con menos de 5 empleados en los EE. UU.? Se puede decir que esas 6.900 firmas tienen un valor mucho mayor que todas las demás. Es cierto, pero también es cierto que ese pequeño número de firmas no necesitan de los métodos de valoración por flujo de caja descontado que se encuentran en textos y que se enseñan en los cursos de pregrado y de postgrado de las escuelas de administración. Con solo comprar el periódico o visitar el sitio *web* de la bolsa de valores encuentran el precio de su acción y con ello conocen el valor de su firma.

¿Tiene sentido utilizar el CAPM para inversionistas que se supone que están diversificados, pero que en definitiva no lo están? Quizás el reto consiste en

modificar los métodos aproximados que supuestamente miden el riesgo sistemático (del mercado) y encontrar formas que incluyan el riesgo no sistemático en el modelo.

¿Es el mercado en desarrollo inconsistente con el CAPM? Sí, lo son o pueden serlo. Pero el problema no es que la realidad sea inconsistente con el modelo. Es todo lo contrario. El problema es que el modelo es inconsistente con la realidad. Éste es el meollo del asunto. Es muy frecuente encontrar personas que tratan de forzar la realidad para que se ajusten al modelo cuando debe ser lo contrario. Pretender ajustar la realidad al modelo es un error craso.

Todas las consideraciones anteriores no tienen como propósito descalificar el CAPM. Muchos lo han intentado y el CAPM sigue vivo y campante. No es ése nuestro propósito. Sólo queremos llamar la atención del lector sobre el hecho que debemos ofrecer alternativas para manejar las herramientas de valoración para las empresas que no se transan en bolsa o en general para firmas de mercados en desarrollo.

Tercera Sección

Riesgo sistemático y riesgo total

Debemos tener en cuenta que la mayoría de los inversionistas en las empresas que no se transan en bolsa pueden no estar diversificados. Por el otro lado, que unos métodos capturan el riesgo total (sistemático y no sistemático o que se puede diversificar), mientras otros capturan sólo el riesgo sistemático. Los métodos que incluyen el riesgo total son aquellos que se basan en apreciaciones subjetivas del riesgo y aquellos que se basan en datos históricos incluyen sólo el riesgo sistemático. En términos generales podemos considerar la siguiente relación:

El riesgo total está medido por la desviación estándar de los rendimientos y se compone del riesgo no sistemático y del sistemático.

$$\begin{aligned}\text{Riesgo total } (\sigma) &= \text{Riesgo no sistemático} + \text{riesgo sistemático} \\ &= \text{Riesgo no sistemático} + \beta(\text{Prima de riesgo de mercado})\end{aligned}\quad (1)$$

β (Prima de riesgo de mercado) mide sólo el riesgo sistemático (β sólo está asociada a ese riesgo sistemático) y σ es la desviación estándar de los rendimientos y mide el riesgo total.

Debemos definir si en la valoración de las firmas que no se transan en bolsa los flujos de caja con riesgo deben ser evaluados con el riesgo total o con el riesgo sistemático incluido en la tasa de descuento.

Existe abundante evidencia que las firmas que no se transan en bolsa (en particular pequeñas empresas) tienen un riesgo adicional que debe ser considerado. Para mencionar sólo un par de estudios, citamos a McMahon y Stanger (1995) y Heaton (1998).

McMahon y Stanger (1995) dicen que la función objetivo desde el punto de vista financiero de las pequeñas empresas debe ser redefinido teniendo en cuenta varias dimensiones o variables: rentabilidad, riesgo, liquidez, diversificación, transferibilidad, flexibilidad, control y responsabilidad (*accountability*). Ellos reconocen que cierta rentabilidad puede ser pecuniaria y otra parte de esa rentabilidad puede ser no pecuniaria y en particular sobre el riesgo no sistemático dicen,

“[...] there is need to comment on the nature of risk from the viewpoint of small enterprise owner-manager. Contrary to precepts of existing financial thought, there is good reason to believing both systematic and unsystematic risk are important to owner-manager of small enterprises. [...] The principal

sources of unsystematic or enterprise or specific risk, which appear to require attention, and which should be made explicit in the financial objective function of a small enterprise [...].”

[...]

“In summary, the available empirical evidence on the small firm effect suggests that it exists and persists on stock exchanges around the world, and then this is so for main boards and second boards. There is some evidence which is not conclusive that the cause of small firm effect may be related to the limited availability of information on listed small enterprises, and to a lack of marketability of their shares. Hence, it is argued that ignorance and illiquidity confront investors in small enterprises with greater unique or unsystematic risk, and that they therefore expect to receive higher returns than would be predicted from the CAPM which prices only systematic risk. It is probable that the existence of transaction costs which bear more heavily on small enterprises, and which CAPM assumes away, also plays a part in accounting for the small firm effect.”

Por el otro lado, Heaton (1995) dice,

“An appraiser must also consider the impact on required return of smallness itself beyond the systematic risk captured by beta. In a study on the effect of size on required return, Banz [1981] found that returns for small companies were substantially higher, even after the adjustments for bet risk had been made. In one test, Banz created portfolios identical beta risk, and found “the average excess return from holding very small firms long and very large firms short is, on average, 1.52% per month or 19.8% on an annualized basis”.

[...]

“Because of the difficulty of estimating the cost of capital of small illiquid businesses, venture capital companies which specializes in buying and selling small illiquid businesses, will often use a discount rate of 20-50% for the cost of equity capital.”

En la misma línea de pensamiento “Bekaert (1995) distingue [...] barreras que surgen de los riesgos específicos de los mercados emergentes (EMSRs por sus siglas en inglés, *Emerging Markets Specific Risk*) que desincentivan a la inversión extranjera y conducen a una segmentación de hecho⁹. EMSRs incluyen el riesgo de

⁹ De acuerdo con Bekaert y Harvey (2003), “un país segmentado (integrado) es un país que establece (exime de) impuestos para la inversión que llega o sale del ese país.”

liquidez, riesgo político,¹⁰ riesgo de política económica, y, quizás, riesgo cambiario.”¹¹ Al contrario de lo que algunos puedan pensar, estos riesgos no son diversificables. Por lo tanto, hacen parte del riesgo total. Bekaert y Harvey (2003) anotan que “[...] las encuestas del Banco Mundial sobre los inversionistas institucionales en los países desarrollados indican que los problemas de liquidez que se encuentran en los países en desarrollo fueron percibidos como un impedimento importante para invertir en mercados emergentes. Más aun, Bekaert, Erb, Harvey y Viskanta (1997) encontraron que el riesgo político era pagado por el mercado de valores de los países emergentes.”

En resumen, hay evidencia de que las empresas no transadas en bolsa (PYMES) e inclusive, empresas transadas en bolsa de los mercados emergentes, tienen riesgos no diversificables que deben ser incluidos en las mediciones del riesgo total.

Algunos enfoques heterodoxos para el cálculo del costo de capital propio

Como ya se mencionó, la situación de las firmas no transadas o en general firmas de mercados en desarrollo es que o el enfoque tradicional (CAPM y similares) no funciona o se carece de información. Dadas estas restricciones debemos desarrollar enfoques que nos permitan resolver el problema.

Muchos analistas en los países en desarrollo usan coeficientes beta o primas de riesgo de mercado calculadas para las 500 empresas de Standard / Poors (S&P) de los EE. UU. y añaden una prima por riesgo país. Esta prima por riesgo país se estima por lo general como la diferencia (*spread*) entre el rendimiento de los títulos

¹⁰ El riesgo político se puede medir como la diferencia (*spread*) entre el rendimiento de los bonos en dólares de los mercados emergentes y el rendimiento de los bonos en dólares de los mercados desarrollados.

¹¹ Bekaert y Harvey (2003).

del tesoro de los EE. UU. (*U.S. Treasury Bills*) y el rendimiento de la deuda soberana en dólares que ha emitido el país en desarrollo. Otros utilizan acciones comparables y así sucesivamente. Aquí mostraremos y describiremos procedimientos que incluyen esos enfoques.

Cálculos para K_e y K_u que implican riesgo sistemático

El secreto de todo este tema está en el cálculo de K_e , el costo del patrimonio con deuda o de K_u , el costo del patrimonio sin deuda¹². Se puede conocer K_e para un período dado, por ejemplo, el período inicial y así calcular K_u . Por este motivo se presentan algunas alternativas de cálculo tanto para K_e como para K_u .

El cálculo del costo del patrimonio K_e , con riesgo sistemático

Para calcular K_e con sólo riesgo sistemático, tenemos varias alternativas (con las precauciones y *caveats* mencionados arriba):

1. Con el *Capital Asset Pricing Model*, *CAPM* ajustando las betas. Este enfoque también se conoce como comparables. Este es el caso cuando una firma no se encuentra inscrita en bolsa, o si estando inscrita no se negocia con frecuencia y se cree que el *CAPM* funciona satisfactoriamente. Se elige un grupo de acciones similares o comparables (del mismo sector, del mismo tamaño, ojalá con el mismo nivel de endeudamiento) y se ajusta el coeficiente beta por el endeudamiento (se desapalanca el coeficiente beta) que exista en las empresas seleccionadas (*proxy*) y la empresa para la cual se desea calcular el K_e . Se debe calcular el promedio de los coeficientes beta desapalancados de las firmas (una

¹² K_u se escribe en otros textos como ρ o como K_A , el costo de los activos de la firma.

vez se ha ajustado por el endeudamiento de cada una) y ajustar ese coeficiente por el endeudamiento de la firma que se estudia.

Antes de presentar la fórmula para desapalancar y apalancar el coeficiente β , presentamos la fórmula general de K_e . Este conjunto de fórmulas se deriva de la definición de K_e , el costo del capital con deuda. En Vélez-Pareja y Tham 2000 (Apéndice C) se derivó la muy conocida expresión general para el cálculo de K_e .

$$K_{e_i} = K_{u_i} + (K_{u_i} - K_{d_i}) \frac{D_{i-1}}{P_{i-1}^L} - (K_{u_i} - \psi_i) \frac{V_{i-1}^{AI}}{P_{i-1}^L} \quad (2)$$

Donde K_e es el costo del patrimonio con deuda, K_u es el costo del patrimonio sin deuda, K_d es el costo de la deuda, D es el valor de mercado de la deuda en el período anterior, P^L es el valor de mercado del patrimonio en el período anterior, ψ es la tasa de descuento apropiada para los ahorros en impuestos y V^{AI} es el valor presente de los ahorros en impuestos.

Cuando $\psi = K_d$, entonces la ecuación (1) es

$$K_{e_i} = K_{u_i} + (K_{u_i} - K_{d_i}) \frac{D_{i-1}}{P_{i-1}^L} - (K_{u_i} - K_{d_i}) \frac{V_{i-1}^{AI}}{P_{i-1}^L} \quad (3a)$$

Esta expresión es válida para flujos de caja finitos o perpetuidades. Si tenemos perpetuidades, entonces V_{i-1}^{AI} , el valor presente de los ahorros en impuestos es TD_{i-1} y la expresión para K_e es

$$K_{e_i} = K_{u_i} + (K_{u_i} - K_{d_i}) \frac{D_{i-1}}{P_{i-1}^L} - (K_{u_i} - K_{d_i}) \frac{V_{i-1}^{AI}}{P_{i-1}^L} \quad (3b)$$

$$K_{e_i} = K_{u_i} + (K_{u_i} - K_{d_i})(1 - T) \frac{D_{i-1}}{P_{i-1}^L}$$

Si se supone que ψ_i , la tasa de descuento apropiada para los ahorros en impuestos es K_u , entonces la ecuación (2) es

$$Ke_i = Ku_i + (Ku_i - Kd_i) \frac{D_{i-1}}{P_{i-1}^L} - (Ku_i - Ku_i) \frac{V_{i-1}^{AI}}{P_{i-1}^L} \quad (3c)$$

$$Ke_i = Ku_i + (Ku_i - Kd_i) \frac{D_{i-1}}{P_{i-1}^L}$$

Y esta expresión es válida para perpetuidades y flujos de caja finitos.

Estas ecuaciones se pueden escribir en términos de β como se indica a continuación (eliminamos el subíndice i):

$$\beta_{\text{con deuda}} = \beta_{\text{sin deuda}} + (\beta_{\text{sin deuda}} - \beta_D)(1-T) \frac{D}{P} \quad (4)$$

y

$$\beta_{\text{con deuda}} = \beta_{\text{sin deuda}} + (\beta_{\text{sin deuda}} - \beta_D) \frac{D}{P} \quad (5)$$

Sin embargo, la ecuación (4) es válida sólo para perpetuidades. Cuando trabajamos con flujos de caja finitos esta fórmula no se puede utilizar.

Si se cambia el subíndice Con deuda y i-1 por *proxy* y si se elimina el superíndice L, cuando $\psi = Kd$ el ajuste de β se hace con

$$\beta_{\text{Sin deuda}} = \frac{\beta_{\text{proxy}} + \left[\beta_D \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1-T) \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1-T) \right]} \quad (6a)$$

Entonces “endeudamos” el promedio de los coeficientes β desendeudados usando los valores para la firma que no se negocia en bolsa utilizando la siguiente expresión:

$$\beta_{\text{no negociada}} = \beta_{\text{sin deuda}} \left[1 + \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} (1-T) \right] - \left[\beta_D \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} (1-T) \right] \quad (6b)$$

Si se considera que la deuda es libre de riesgo, entonces β_D es cero y la expresión se reduce a

$$\beta_{\text{no negociada}} = \beta_{\text{proxy}} \frac{\left[1 + \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} (1 - T) \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1 - T) \right]} \quad (6c)$$

Donde, $\beta_{\text{no negociada}}$ es el coeficiente β de la acción no registrada en bolsa, $D_{\text{no negociada}}$ es el valor de mercado de la deuda, $P_{\text{no negociada}}$ es el valor de mercado del patrimonio de la acción no transada, D_{proxy} es el valor de mercado de la deuda de la firma *proxy*, P_{proxy} es el valor de mercado de la firma *proxy*. En este caso, como se mencionó arriba, K_d es la tasa de descuento de los ahorros en impuestos.

Por ejemplo, si se tiene una acción en bolsa con una β_{ab} de 1,3; con una deuda D_{proxy} que vale 80, P_{proxy} que vale 100, y se desea calcular el coeficiente beta de una acción no registrada en bolsa con una deuda de $D_{\text{no negociada}}$ 70 y con un patrimonio $P_{\text{no negociada}}$ de 145 y una tasa de impuestos de 35%, entonces la beta de la acción no registrada en bolsa $\beta_{\text{no negociada}}$ será de

$$\beta_{\text{no negociada}} = \beta_{\text{proxy}} \frac{\left[1 + \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} (1 - T) \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1 - T) \right]} = 1,3 \frac{\left[1 + \frac{70}{145} (1 - 35\%) \right]}{\left[1 + \frac{80}{100} (1 - 35\%) \right]} = 1,12$$

Sin embargo, esto es más fácil decirlo que hacerlo. Hemos ilustrado el uso de la fórmula, pero debemos recordar que el valor de mercado de la firma que no se transa en bolsa no se conoce. Este valor es el que estamos tratando de calcular cuando valoramos una firma. Por lo tanto, hay una circularidad en este cálculo.

Si suponemos que la tasa de descuento para los ahorros en impuestos es K_u , entonces el ajuste es

$$\beta_{\text{Sin deuda}} = \frac{\beta_{\text{proxy}} + \left[\beta_D \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]} \quad (6d)$$

Entonces, tal como se hizo antes, endeudamos este coeficiente β usando los valores de la firma no transada usando la siguiente expresión:

$$\beta_{\text{no negociada}} = \beta_{\text{sin deuda}} \left[1 + \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} \right] - \left[\beta_D \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} \right] \quad (6e)$$

Si la deuda es libre de riesgo, el coeficiente β_D es cero y por lo tanto

$$\beta_{\text{no negociada}} = \beta_{\text{proxy}} \frac{\left[1 + \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]} \quad (6f)$$

Nuestro ejemplo sencillo de arriba, suponiendo una deuda libre de riesgo ($\beta_D = 0$) será ahora

$$\beta_{\text{no negociada}} = \beta_{\text{proxy}} \frac{\left[1 + \frac{D_{\text{no negociada}}}{P_{\text{no negociada}}} \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]} = 1.3 \frac{\left[1 + \frac{70}{145} \right]}{\left[1 + \frac{80}{100} \right]} = 1.3 \times \frac{1.48275862}{1.8} = 1.071$$

Observe que en ambos casos que el coeficiente $\beta_{\text{no negociada}}$ es más bajo que el coeficiente β_{proxy} tal y como se esperaba.

Como también se dijo, estos cálculos no se deben hacer para una firma *proxy* aislada. Debemos identificar el sector de la economía al cual pertenece la

firma, calcular el costo del patrimonio sin deuda, K_u , para un número apropiado de empresas (depende de la disponibilidad de información) del sector, calcular un promedio ponderado (de acuerdo con las ventas o la utilidad operacional) del coeficiente beta sin deuda y apalancar o endeudar el coeficiente beta para la firma no transada. Al hacer todo esto debemos ser conscientes que el valor de mercado del patrimonio de la firma no transada es lo que deseamos calcular y esto genera una circularidad. (Para entender cómo se resuelve este problema véase Vélez-Pareja and Tham 2000). Una alternativa es suponer que el endeudamiento de la firma no transada converge hacia el promedio de las firmas transadas en el mismo sector.

Con el coeficiente beta de la firma no transada y recordando la existencia de circularidad, calculamos el costo del patrimonio con deuda K_e como

$$K_{e_{\text{no transada}}} = R_f + \beta_{\text{no transada}}(R_m - R_f)$$

(7)

2. Calcular K_e basándose en datos contables (si los estados financieros están ajustados por inflación o se ha hecho una revaluación de activos los errores pueden ser menores ya que los valores en libros serían una mejor aproximación a los valores de mercado). Los modelos desarrollados para predecir el riesgo utilizando información contable se conocen como *Accounting Risk Models (ARM)*. Entre ellos está el hacer regresión de varias variables contables de la firma (por ejemplo, la rentabilidad contables, la razón ácida, la razón corriente, el endeudamiento en libros, etcétera). Estos modelos suponen que la contabilidad incorpora información que nos permite medir el riesgo.

Un ejemplo

Podemos medir la rentabilidad contable de una firma usando la siguiente expresión:

$$Ke_t = \frac{D_t + P_t + RP_t - NIP_t}{P_{t-1}} - 1 \quad (8)$$

Donde Ke_t es la rentabilidad contable del patrimonio en el período t , D_t son los dividendos o utilidades pagadas en el período t , P_t es el patrimonio en el período t , RP_t es la recompra de patrimonio en el período t , NIP_t es la nueva inversión patrimonial en el período t y P_{t-1} es el patrimonio en el período $t-1$.

Como ejemplo utilizaremos los datos de una empresa que se negocia en bolsa en el mercado bursátil colombiano (la Compañía Nacional de Chocolates) y utilizaremos la rentabilidad contable calculada como los dividendos más el valor en libros del patrimonio de un año dado dividido por el valor en libros del patrimonio del año anterior menos 1¹³. No haremos regresión de los datos sino que calcularemos el promedio de algunos de esos indicadores y con ello estimaremos el valor del costo del capital propio.

¹³ En este caso particular no hay nueva inversión ni recompra de acciones.

Tabla 5. Información financiera de la Compañía Nacional de Chocolates

Fecha	Valor en libros del patrimonio P	Dividendos pagados D	$Ke_t = ((D_t + P_t) / P_{t-1}) - 1$
Mar-95	546.700,52	\$0	
Jun-95	563.745,79	\$0	3,12%
Sep-95	549.097,79	\$0	-2,60%
Dic-95	561.882,38	\$0	2,33%
Mar-96	544.304,62	\$0	-3,13%
Jun-96	566.816,16	\$0	4,14%
Sep-96	567.560,62	\$0	0,13%
Dic-96	608.808,37	\$0	7,27%
Mar-97	719.957,35	\$0	18,26%
Jun-97	846.828,94	\$7.381	18,65%
Sep-97	885.689,07	\$7.496	5,47%
Dic-97	831.811,47	\$7.512	-5,23%
Mar-98	673.276,10	\$7.842	-18,12%
Jun-98	676.738,46	\$8.770	1,82%
Sep-98	547.263,97	\$11.559	-17,42%
Dic-98	633.984,09	\$6.401	17,02%
Mar-99	643.547,71	\$9.614	3,02%
Jun-99	688.732,37	\$10.525	8,66%
Sep-99	673.644,99	\$10.481	-0,67%
Dic-99	711.111,20	\$10.602	7,14%
Mar-00	698.350,90	\$11.249	-0,21%
Jun-00	677.131,00	\$11.721	-1,36%
Sep-00	688.043,00	\$11.662	3,33%
Dic-00	701.038,17	\$11.743	3,60%
Mar-01	616.113,11	\$12.382	-10,35%
Jun-01	655.407,67	\$167.457	33,56%
Sep-01	638.510,79	\$0	-2,58%
Dic-01	639.569,92	\$0	0,17%

Por ejemplo, para el trimestre terminado en diciembre de 2000 se tiene:

$$Ke_t = \frac{11.743 + 701.038,17}{688.043,00} - 1 = 3,6\%$$

Tabla 6 Información macroeconómica y prima de riesgo

Fecha	IPC	Inflación $i_f =$ $(IPC_t/IPC_{t-1})-1$	Tasa libre de riesgo R_f	Tasa de interés real $i_r = (1+R_f)/(1+i_f)-1$	Prima de riesgo de la firma $i_0 = Ke_t - R_{ft}$
Mar-95	54,21				
Jun-95	57,03	5,19%	6,97%	1,70%	-3,86%
Sep-95	58,33	2,28%	6,74%	4,36%	-9,34%
Dic-95	59,86	2,63%	6,97%	4,23%	-4,64%
Mar-96	65,17	8,87%	6,98%	-1,74%	-10,11%
Jun-96	68,27	4,75%	6,85%	2,01%	-2,71%
Sep-96	70,90	3,85%	6,53%	2,58%	-6,40%
Dic-96	72,81	2,70%	6,16%	3,36%	1,11%
Mar-97	77,51	6,46%	5,79%	-0,63%	12,47%
Jun-97	81,01	4,52%	5,47%	0,91%	13,18%
Sep-97	83,67	3,28%	5,28%	1,94%	0,19%
Dic-97	85,69	2,41%	5,36%	2,88%	-10,60%
Mar-98	92,43	7,87%	6,78%	-1,01%	-24,90%
Jun-98	97,78	5,79%	7,19%	1,32%	-5,37%
Sep-98	98,57	0,80%	7,79%	6,93%	-25,22%
Dic-98	100,00	1,45%	7,19%	5,65%	9,83%
Mar-99	104,92	4,92%	5,22%	0,28%	-2,19%
Jun-99	106,55	1,55%	4,33%	2,74%	4,32%
Sep-99	107,76	1,14%	4,55%	3,38%	-5,22%
Dic-99	109,23	1,36%	3,52%	2,13%	3,61%
Mar-00	115,12	5,39%	3,22%	-2,06%	-3,43%
Jun-00	116,85	1,50%	3,57%	2,04%	-4,93%
Sep-00	117,68	0,71%	3,41%	2,68%	-0,07%
Dic-00	118,79	0,94%	3,15%	2,18%	0,45%
Mar-01	124,12	4,49%	3,23%	-1,20%	-13,58%
Jun-01	126,12	1,61%	3,08%	1,45%	30,47%
Sep-01	127,06	0,75%	2,91%	2,14%	-5,48%
Dic-01	127,87	0,64%	2,82%	2,16%	-2,65%
			Promedio	1,94%	-2,41%

La prima de riesgo la calculamos a partir de la formulación del CAPM

$$Ke = R_f + \beta(R_m - R_f) \Rightarrow \text{Prima de riesgo} = \beta(R_m - R_f) = Ke - R_f. \text{ Por ejemplo,}$$

para diciembre de 2001 tenemos una prima de riesgo de $0,17\% - 2,82\% = -2,65\%$

La tasa de interés real la calculamos usando la ecuación de Fisher

$$(1+R_f) = (1+i_f)(1+i_r) \Rightarrow i_r = (1+R_f)/(1+i_f) - 1 = 1,0282/1,0064 - 1 = 2,16\%$$

La tasa de interés libre de riesgo prevista para el primer trimestre de 2002, suponiendo una inflación de 1,4% para ese trimestre y una tasa libre de riesgo igual al promedio es:

$$R_{f2001} = ((1+i_{f\ est.})(1+i_{r\ avg.}) - 1) = ((1+1,4\%)(1,94\%) - 1) = 3,37\%$$

Costo del patrimonio K_e suponiendo que la prima de riesgo del primer trimestre es igual a la del último trimestre, $K_e = R_{f2001} + i_{\theta\ average} = 3,37\% - 2,41\% = 0,96\%$

Como podemos observar, este resultado es inconsistente porque la prima de riesgo de la firma que hemos obtenido de los datos es negativa. Esta es una situación muy común en el mercado accionario colombiano. Es posible que la situación sea similar en muchos mercados emergentes. En estos casos muchos analistas utilizan como prima de riesgo la prima de riesgo calculada para un mercado desarrollado, como por ejemplo la obtenida para las firma de Standards & Poors (S&P500) en los EE. UU. El valor de este dato está alrededor de 6% a 7,5% anual. Si utilizáramos ese valor como la prima de riesgo de mercado para nuestro ejemplo y la convertimos a tasa trimestral obtendríamos 1,5% trimestral necesitaríamos el coeficiente β de la firma para poder calcular el K_e .

Esta prima de riesgo de Mercado, basada en los datos de S&P 500 debe ser ajustada por inflación. Este ajuste por inflación implica deflactarla con la tasa de inflación de los EE.UU. e inflarla con la inflación local.

$$PRM_{doméstica} = (1 + PRM_{S\&P500})(1 + i_{fdom}) / (1 + i_{fUS}) - 1 \quad (9)$$

Donde $PRM_{doméstica}$ es la prima de riesgo del Mercado doméstico, $PRM_{S\&P500}$ es la prima de riesgo del mercado de los EE.UU. basado en los datos de S&P 500, i_{fdom} es la tasa de inflación local y i_{fUS} es la inflación en los EE.UU.¹⁴

Si fuéramos a utilizar este valor para la PRM como 1,5% por trimestre, necesitaremos un cálculo grueso de la β de la firma. En este caso podemos calcular un valor grueso de β . Si conocemos la tasa libre de riesgo R_f y la tasa de rentabilidad del mercado (calculada con base en el índice de la bolsa), R_m , un cálculo aproximado de β se encuentra dividiendo el promedio de la prima de riesgo calculada con datos contables por el promedio de la prima de riesgo del mercado. En este caso tenemos:

¹⁴ Este ajuste se necesita cuando necesitamos estimar K_e para un inversionista local, por ejemplo, cuando se está valorando una firma o evaluando un proyecto en moneda local. Por supuesto que si el análisis se hace desde el punto de vista de un inversionista de los EE.UU. o inclusive en dólares de los EE.UU. el ajuste no es necesario.

Tabla 7. Tasa libre de riesgo y rentabilidad del mercado

Fecha	Rf	Rm	Rm-Rf
Mar-95			
Jun-95	6,97%	1,98%	-4,99%
Sep-95	6,74%	-11,67%	-18,41%
Dic-95	6,97%	-0,17%	-7,14%
Mar-96	6,98%	3,68%	-3,30%
Jun-96	6,85%	9,96%	3,11%
Sep-96	6,53%	-11,67%	-18,20%
Dic-96	6,16%	-2,99%	-9,15%
Mar-97	5,79%	26,55%	20,76%
Jun-97	5,47%	10,75%	5,27%
Sep-97	5,28%	24,43%	19,15%
Dic-97	5,36%	-2,74%	-8,11%
Mar-98	6,78%	-17,65%	-24,43%
Jun-98	7,19%	-4,71%	-11,89%
Sep-98	7,79%	-23,40%	-31,19%
Dic-98	7,19%	28,89%	21,70%
Mar-99	5,22%	-17,94%	-23,16%
Jun-99	4,33%	7,99%	3,65%
Sep-99	4,55%	-5,44%	-9,99%
Dic-99	3,52%	7,35%	3,83%
Mar-00	3,22%	-3,93%	-7,14%
Jun-00	3,57%	-20,42%	-23,99%
Sep-00	3,41%	-1,78%	-5,19%
Dic-00	3,15%	-4,51%	-7,66%
Mar-01	3,23%	12,90%	9,67%
Jun-01	3,08%	9,43%	6,35%
Sep-01	2,91%	-6,82%	-9,73%
Dic-01	2,82%	5,15%	2,33%
		Promedio	-4,73%

El cálculo aproximado del coeficiente beta es $-2,41\%/(-4,73\%) = 0,5095^{15}$. Al utilizar este coeficiente beta y una prima de riesgo de Mercado de 1,5% ajustada por inflación y suponiendo una tasa de inflación en los EE.UU. de 0,5% trimestral y una inflación trimestral local de 1,4%, tenemos

$$\begin{aligned} K_e &= 3,37\% + 0,5095((1 + 1,5\%)(1 + 1,4\%)/(1 + 0,005) - 1) \\ &= 3,37\% + 0,5095 \times 2,870\% \end{aligned}$$

¹⁵ Si calculamos el coeficiente beta para cada período como $(K_e - R_f)/(R_m - R_f)$ y promediamos el resultado obtendremos un coeficiente beta de 0,6667.

$$= 3,37\% + 1,46\%$$

$$= 4,83\%$$

Este es un retorno trimestral del patrimonio. Si deseamos calcular un K_e anual debemos capitalizar esa tasa y hallar la tasa efectiva anual que es de 20,77%.

Como una alternativa y suponiendo que los resultados se obtienen a partir de un número adecuado de observaciones podemos utilizar un método ARM para calcular el coeficiente β de la firma utilizando regresión lineal basado en los datos contables.

3. Haciendo la regresión entre la rentabilidad contable y la rentabilidad contable del mercado. Utilizamos el índice de la bolsa como una aproximación a la rentabilidad contable del mercado y calculamos la prima de riesgo de mercado como $R_m - R_f$ ¹⁶. Con este resultado se hace la regresión con la diferencia entre la rentabilidad contable y la tasa libre de riesgo ($R_j - R_f$). Esto se conoce como el coeficiente beta contable.

¹⁶ Para ser precisos y teóricamente correctos, debemos hacer la regresión entre la rentabilidad contable de la firma y la rentabilidad contable del mercado. En este ejemplo no contamos con la información de la rentabilidad contable del mercado procesada. Para simplificar, hemos tomado la rentabilidad del mercado bursátil como una aproximación (*proxy*) de la rentabilidad contable del mercado.

Tabla 8. Prima de riesgo del mercado y prima de riesgo para la firma Compañía Nacional de Chocolates

Fecha	Ke_t	R_f	R_m	$R_m - R_f$	$Ke_t - R_f$
Mar-95					
Jun-95	3,12%	6,97%	1,98%	-4,99%	-3,86%
Sep-95	-2,60%	6,74%	-11,67%	-18,41%	-9,34%
Dic-95	2,33%	6,97%	-0,17%	-7,14%	-4,64%
Mar-96	-3,13%	6,98%	3,68%	-3,30%	-10,11%
Jun-96	4,14%	6,85%	9,96%	3,11%	-2,71%
Sep-96	0,13%	6,53%	-11,67%	-18,20%	-6,40%
Dic-96	7,27%	6,16%	-2,99%	-9,15%	1,11%
Mar-97	18,26%	5,79%	26,55%	20,76%	12,47%
Jun-97	18,65%	5,47%	10,75%	5,27%	13,18%
Sep-97	5,47%	5,28%	24,43%	19,15%	0,19%
Dic-97	-5,23%	5,36%	-2,74%	-8,11%	-10,60%
Mar-98	-22,49%	6,78%	-17,65%	-24,43%	-24,90%
Jun-98	1,82%	7,19%	-4,71%	-11,89%	-5,37%
Sep-98	-17,42%	7,79%	-23,40%	-31,19%	-25,22%
Dic-98	17,02%	7,19%	28,89%	21,70%	9,83%
Mar-99	-3,73%	5,22%	-17,94%	-23,16%	-2,19%
Jun-99	8,66%	4,33%	7,99%	3,65%	4,32%
Sep-99	-0,67%	4,55%	-5,44%	-9,99%	-5,22%
Dic-99	7,14%	3,52%	7,35%	3,83%	3,61%
Mar-00	-6,89%	3,22%	-3,93%	-7,14%	-3,43%
Jun-00	-1,36%	3,57%	-20,42%	-23,99%	-4,93%
Sep-00	3,33%	3,41%	-1,78%	-5,19%	-0,07%
Dic-00	3,60%	3,15%	-4,51%	-7,66%	0,45%
Mar-01	-10,35%	3,23%	12,90%	9,67%	-13,58%
Jun-01	33,56%	3,08%	9,43%	6,35%	30,47%
Sep-01	-2,58%	2,91%	-6,82%	-9,73%	-5,48%
Dic-01	0,17%	2,82%	5,15%	2,33%	-2,65%
			Promedio	-4,73%	-2,41%

Este es un caso en que se encuentra con facilidad las dificultades del comportamiento del mercado. En particular lo relacionado con la prima de riesgo del mercado. En la tabla anterior se puede observar que la prima de riesgo de mercado es negativa con mucha frecuencia: En once de los 19 semestres la prima de riesgo de mercado es negativa.

Al hacer la regresión encontramos que el coeficiente β es 0,5111 con un R^2 de 0,4034. El coeficiente β es estadísticamente significativo con una probabilidad (p-value) de 0,0372% para el estadístico t. Estos datos, como ya se dijo son de la

Compañía Nacional de Chocolates¹⁷. El coeficiente β calculado con valores de mercado por la Superintendencia de Valores de Colombia sobre una base mensual desde marzo de 1995 a diciembre de 2001 es 0,78¹⁸.

Los datos utilizados en este ejemplo se pueden observar en la siguiente gráfica.

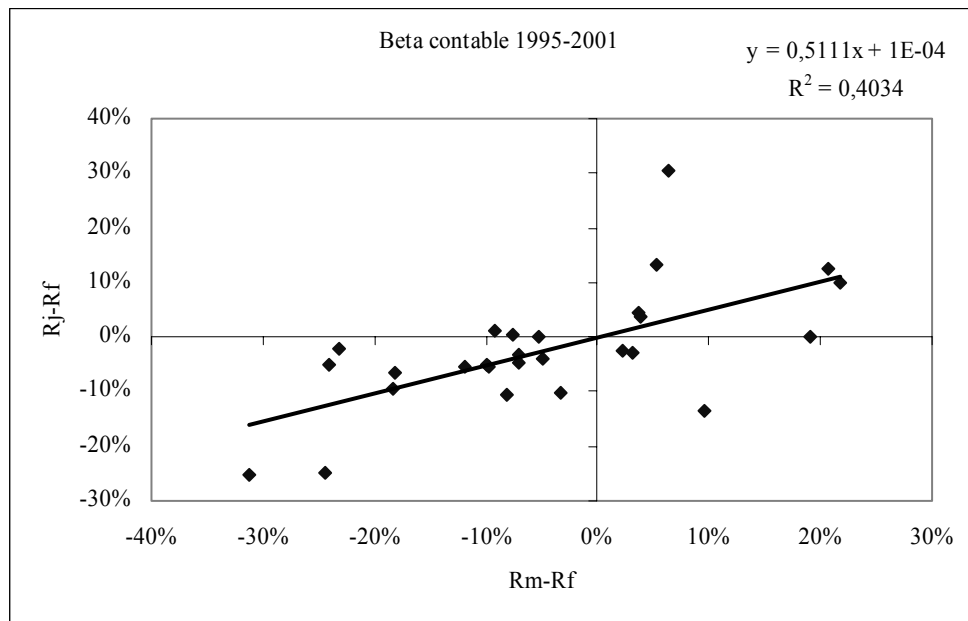


Figura 1. Beta contable

Como se puede observar podemos calcular el coeficiente β inclusive cuando la prima de riesgo del mercado es negativa. El problema surge cuando tratamos de aplicar el CAPM. Entonces debemos proceder tal y como explicamos arriba. En este caso, suponiendo una prima de riesgo de mercado de 1,5% como ya

¹⁷ Los datos se pueden encontrar en el sitio web de la Superintendencia de Valores en <http://www.supervalores.gov.co/>.

¹⁸ La Superintendencia de Valores hacen la regresión de las rentabilidades mensuales para cada acción y la rentabilidad mensual del mercado basados en el índice de la bolsa (en este caso consideraron los índices de dos bolsas que negociaban en Colombia en esa época. Nosotros utilizamos el índice de la Bolsa de Bogotá). El modelo lineal que utilizaron fue $Y_i = \alpha + \beta X_i + \varepsilon_i$, donde Y_i es la rentabilidad de la acción, α la rentabilidad independiente del mercado de la acción, β es el coeficiente β de la acción y ε_i , el error estadístico.

mencionamos, utilizando la prima de riesgo de mercado basada en las 500 empresas de S&P500, en los EE. UU. tendremos

$$\begin{aligned} K_e &= R_{f2002} + \beta(R_m - R_f) \\ &= 3,37\% + 0,5111(2,870\%) = 4,84\% \end{aligned}$$

Este es un costo del patrimonio trimestral. Si deseamos calcularlo sobre una base anual debemos capitalizar cuatro veces esa tasa y así obtenemos 20,80%. Como se puede observar, este cálculo de K_e es significativamente cercano al anterior.

4. Ajustando las betas o la prima de riesgo de mercado (PRM) calculado a partir de la información de las empresas de S&P 500 de los EE.UU. y añadiendo una prima de riesgo país (RP). En esta sección examinaremos dos enfoques para hacerlo. Uno es muy popular y utilizado por la mayoría de los analistas y el otro es el propuesto por Lessard (1996)¹⁹

El más popular consiste en usar el CAPM y añadir una prima de riesgo país (RP) a la prima de riesgo de mercado y multiplicarlo por el coeficiente beta de una firma similar en los EE.UU. como se explica a continuación²⁰:

$$K_e = R_f + \beta_{\text{firm US}} [(R_m - R_f) + RP] \quad (10)$$

El enfoque propuesto por Lessard indica que el riesgo de la firma debe incluir la beta de la firma en la economía local, calculada como

$$\beta_{\text{no transada}} = \beta_{\text{firms en EE.UU.}} \times \beta_{\text{país}} \quad (11)$$

Lessard la define como:

¹⁹ La propuesta de Lessard la hizo para proyectos en el extranjero y la hemos adaptado para calcular K_e del patrimonio de la firma.

²⁰ Este método lo menciona Damodaran y se le atribuye.

“The country beta is [...] the product of two underlying dimensions: (1) the volatility of the stock market (or of the macroeconomy of the country in question) relative to that of the U.S. and (2) the correlation of these changes in value with the U.S. benchmark portfolios” (Lessard (1996), p. 60)

Entonces, usando el CAPM K_e para la firma sería

$$K_e = R_f + \beta_{\text{no transada}} (R_m - R_f) + RP \quad (12)$$

En este caso, como se mencionó arriba, debemos ajustar la PRM con la inflación externa e interna.

Aquí se utilizarán los datos del artículo de Lessard para comparar los dos enfoques y ver qué tan diferentes son.

Las primas de riesgo país (RP) (como el riesgo de los bonos soberanos emitidos por el país) se tomaron de J.P. Morgan y de International Finance Corporation, Emerging Stock Markets Fastbook, 1996, respectivamente²¹, citados por Lessard (1996) y se muestran a continuación:

Tabla 9. Riesgo país de algunos países (1996)

País	RP
U.S.	0.00%
Peru	4.34%
Panama	5.14%
Mexico	5.97%
Brazil	6.10%
Argentina	7.18%
Venezuela	8.11%
Ecuador	11.13%

²¹ Citado por Lessard (1996)

Tabla 10. Betas de algunos países (1996)

País	Beta país
Venezuela	-0,18
México	0,83
Chile	0,65
EE.UU.	1
Argentina	1,96
Brasil	2,42

Suponiendo una prima de riesgo de 6% como se hizo arriba, podemos observar las diferencias en la prima de riesgo (en últimas en K_e , añadiendo la tasa libre de riesgo) al utilizar los dos enfoques. Suponiendo que no conocemos el riesgo país o la beta del país, (simplemente para utilizar la información de Lessard) y por lo tanto utilizando el promedio de los riesgos de los países y los betas para los países de América Latina, hemos estimado un riesgo país y beta de 7.70% y 1.26 respectivamente. Suponiendo que la firma comparable en los EE.UU. tiene una beta de 1.3 tenemos

Tabla 11. Datos generales para el ejemplo

Prima de riesgo de mercado, PRM en los EE.UU. basada en S&P 500	6,00%
Beta para una firma comparable en EE.UU. $\beta_{\text{firma EE.UU.}}$	1,3
Beta país	1,26
Riesgo país RP	7,70%
Beta de la firma local estimada $\beta_{\text{no transada}}$	1,638
Método popular (Damodaran)	
Prima de riesgo par la firma = $\beta_{\text{firma EE.UU.}} [(R_m - R_f) + RP]$	17,81%
Método de Lessard: Prima de riesgo par la firma = $\beta_{\text{no transada}}(R_m - R_f) + RP$	17,53%

A primera vista los resultados son bastante cercanos. Sin embargo, debemos examinar qué sucede cuando se hace un análisis de sensibilidad. En este caso consideraremos la prima de riesgo calculada con los dos métodos. Hemos considerado que no hay ajuste por inflación en esta comparación. Esto significa

que la prima de riesgo que se calcula es adecuada para un análisis hecho desde el punto de vista de un inversionista extranjero. Si queremos calcular la prima de riesgo de un país diferente de los EE.UU. necesitamos deflactar la prima de riesgo del mercado con la tasa de inflación de los EE.UU. e inflarla con la inflación local del país.

La prima de riesgo para algunos países emergentes se muestra en las siguientes tablas y gráficas.

Tabla 13. Prima de riesgo con los dos métodos para cada país

País	RP	Popular	Lessard
EE.UU.	0,00%	7,80%	9,83%
Perú	4,34%	13,44%	14,17%
Panamá	5,14%	14,48%	14,97%
México	5,97%	15,56%	15,80%
Brasil	6,10%	15,73%	15,93%
Argentina	7,18%	17,13%	17,01%
Venezuela	8,11%	18,34%	17,94%
Ecuador	11,13%	22,27%	20,96%

Esta tabla muestra que el método popular define la prima de riesgo por debajo y por encima del método de Lessard dependiendo del riesgo país. En la siguiente figura podemos observar este comportamiento.

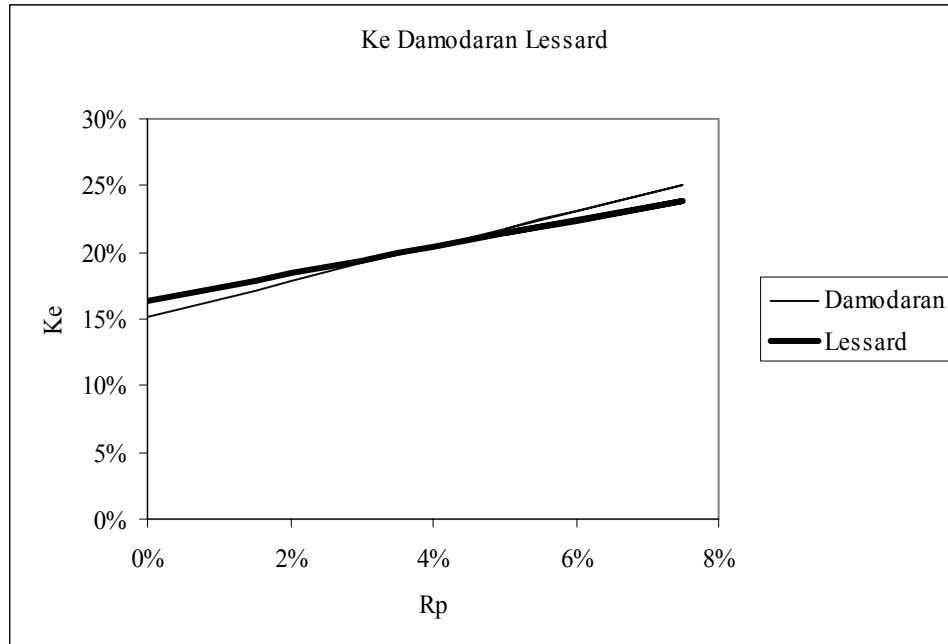


Figura 2. Prima de riesgo versus riesgo país

Tabla 13. Prima de riesgo con los dos métodos para valores de beta país

País	Beta país	Popular	Lessard
Venezuela	-0,18	17,8%	6,3%
México	0,83	17,8%	14,2%
Chile	0,65	17,8%	12,8%
EE.UU.	1,00	17,8%	15,5%
Argentina	1,96	17,8%	23,0%
Brasil	2,42	17,8%	26,6%

Esta tabla muestra que el método popular define una prima de riesgo constante y el método de Lessard es sensible a la beta del país. En la siguiente figura podemos observar este comportamiento.

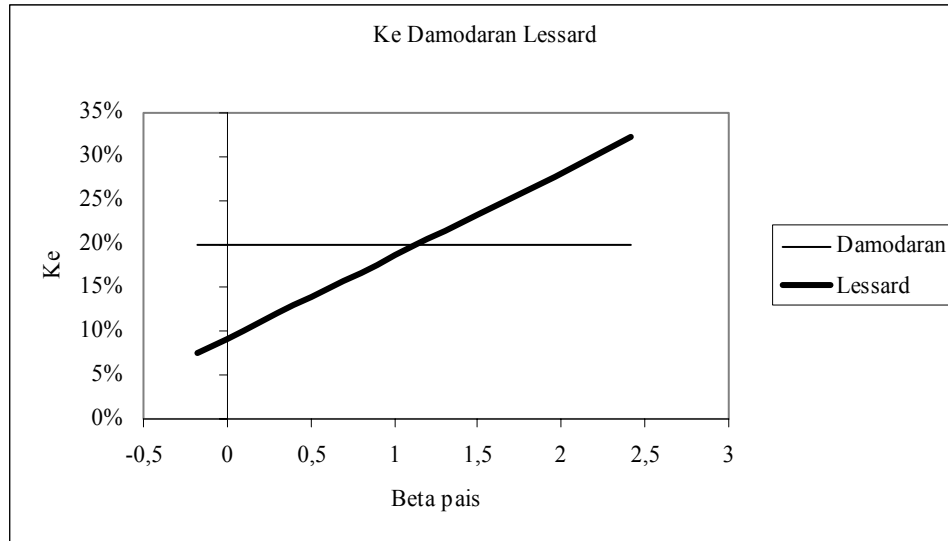


Figura 3. Prima de riesgo versus beta de país

Cuando se comparan los dos métodos usando las dos variables (RP y beta país) al mismo tiempo encontramos lo siguiente:

Tabla 14. Prima de riesgo con los dos métodos para algunos valores de riesgo y beta país

(Segunda fila: Beta país. Segunda columna: RP)

		Venezuela	Chile	México	EE.UU.	Argentina	Brasil
		-0,18	0,65	0,83	1,00	1,96	2,42
EE.UU.	0,00%	7,8%	7,8%	7,8%	7,8%	7,8%	7,8%
Perú	4,34%	13,4%	13,4%	13,4%	13,4%	13,4%	13,4%
Panamá	5,14%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%	14,5%
México	5,97%	15,6%	15,6%	15,6%	15,6%	15,6%	15,6%
Brasil	6,10%	15,7%	15,7%	15,7%	15,7%	15,7%	15,7%
Argentina	7,18%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%	17,1%
Venezuela	8,11%	18,3%	18,3%	18,3%	18,3%	18,3%	18,3%
Ecuador	11,13%	22,3%	22,3%	22,3%	22,3%	22,3%	22,3%

Tabla 15. Prima de riesgo con el método de Lessard para algunos valores de riesgo y beta país

(Segunda fila: Beta país. Segunda columna: RP)

		Venezuela	Chile	México	EE.UU.	Argentina	Brasil
		-0,18	0,65	0,83	1,00	1,96	2,42
EE.UU.	0,00%	-1,4%	5,1%	6,5%	7,8%	15,3%	18,9%
Perú	4,34%	2,9%	9,4%	10,8%	12,1%	19,6%	23,2%
Panamá	5,14%	3,7%	10,2%	11,6%	12,9%	20,4%	24,0%
México	5,97%	4,6%	11,0%	12,4%	13,8%	21,3%	24,8%
Brasil	6,10%	4,7%	11,2%	12,6%	13,9%	21,4%	25,0%
Argentina	7,18%	5,8%	12,3%	13,7%	15,0%	22,5%	26,1%
Venezuela	8,11%	6,7%	13,2%	14,6%	15,9%	23,4%	27,0%
Ecuador	11,13%	9,7%	16,2%	17,6%	18,9%	26,4%	30,0%

Tabla 16. Diferencias en la prima de riesgo entre ambos métodos para algunos riesgos y betas de los países

(Segunda fila: Beta país. Segunda columna: RP)

		Venezuela	Chile	México	EE.UU.	Argentina	Brasil
		-0,18	0,65	0,83	1,00	1,96	2,42
EE.UU.	0,00%	9,2%	2,7%	1,3%	0,0%	-7,5%	-11,1%
Perú	4,34%	10,5%	4,0%	2,6%	1,3%	-6,2%	-9,8%
Panamá	5,14%	10,7%	4,3%	2,9%	1,5%	-5,9%	-9,5%
México	5,97%	11,0%	4,5%	3,1%	1,8%	-5,7%	-9,3%
Brasil	6,10%	11,0%	4,6%	3,2%	1,8%	-5,7%	-9,2%
Argentina	7,18%	11,4%	4,9%	3,5%	2,2%	-5,3%	-8,9%
Venezuela	8,11%	11,6%	5,2%	3,8%	2,4%	-5,1%	-8,6%
Ecuador	11,13%	12,5%	6,1%	4,7%	3,3%	-4,1%	-7,7%

Como se puede observar, las diferencias en el cálculo de la prima de riesgo pueden ser importantes. Ese valor está entre $-9,2\%$ para Brasil y $11,6\%$ para Venezuela (no incluimos la enorme diferencia de Ecuador porque la beta de ese país no estaba disponible). Preferimos el método de Lessard en ausencia de información estadística del país que se esté estudiando. Más aun, si nos tocara utilizar este tipo de enfoque es claro que preferiríamos un método que reconozca el hecho que la economía o la bolsa de valores muestran una volatilidad importante.

En pocas palabras, no es intuitivamente atractivo un método que calcula el riesgo del Mercado como una constante independiente de la beta del país.

Existen otras propuestas tales como las de Estrada (1999) y Godfrey y Espinosa (1996). Estrada propone considerar sólo el riesgo negativo que es el que el inversionista trata de evitar. Esta propuesta reconoce la existencia de una prima de riesgo negativa. Por el otro lado y en la misma línea de pensamiento, Godfrey y Espinosa proponen usar la desviación estándar de los rendimientos como una medida apropiada del riesgo.

Para ilustrar otra opinión, se transcribe la correspondencia privada con el profesor Hugo Berlingeri sobre el uso de ajustes con primas por riesgo país:

“Un inversor diversificado debe descontar el valor esperado de los flujos de fondos a una tasa que considere la beta del proyecto respecto a una cartera de mercado global. No debería ajustar la tasa de descuento por el riesgo país, ya que el impacto del potencial evento soberano debería estar en los valores esperados de los flujos de fondos y además, supuestamente, ha podido diversificar tal riesgo.

Acá aparecen dos dificultades:

1. Por diversas razones, no siempre los inversores pueden diversificar todos estos riesgos. En tal caso, la tasa de descuento debería considerar el riesgo que no se ha podido diversificar. Cuando hablo del inversor diversificado, me refiero a un hipotético inversor que posee un portafolio global en el que los riesgos específicos (como el riesgo de un evento soberano de un país cualquiera) son independientes entre sí y suficientemente pequeños en relación al total de su cartera, es decir que sólo está afectado por los riesgos no diversificables. En este caso, esté donde esté, este señor no debería incrementar su tasa de descuento para descontar flujos ESPERADOS (que consideren el impacto del evento soberano de todos los países), ya que el impacto de los riesgos soberanos debería estar en los flujos. Conciente de esta limitación brutal, Lessard propone, el método *ad hoc* de descontar los flujos más probables con una tasa que contemple de alguna manera el impacto del riesgo soberano, y pone particular énfasis en los riesgos asimétricos, donde sólo hay

riesgo de *downside* (ej. de un régimen de tipo de cambio fijo, sólo se puede salir devaluando).

2. En cualquier caso, la determinación del impacto de los eventos soberanos posibles en los cash flows esperados es una tarea virtualmente imposible. Por estas razones, en la práctica lo usual es trabajar con el cash flow más probable (claramente superior al esperado y más sencillo de determinar) y descontarlo a una tasa que considere de alguna manera el riesgo país. Aquí es donde aparecen diversas propuestas ad hoc (como las de Lessard, Espinosa, Pereyro, etc). [Sin embargo,] usar recetas de cocina puede conducir a errores graves: hay que hacer los máximos esfuerzos para modelar el impacto del riesgo soberano, ya que no hay dos sectores de la economía donde ese efecto sea igual (incluso hay sectores donde puede ser beneficioso).”

En resumen, si K_e , $D\%$ y $P\%$ se conocen, entonces K_u se puede calcular.

Como se debe conocer los valores de mercado que son el resultado de descontar los flujos futuros al costo promedio de capital, entonces se presenta una circularidad, pero como ya se dijo, se puede resolver.

Como un comentario final, si el inversionista no está diversificado, se debe considerar el riesgo total. Este riesgo se mide con la desviación estándar de los rendimientos y ese resultado se debe desapalancar y apalancar. En el caso de usar betas contables se usa la desviación estándar de los rendimientos contables. Al usar la desviación estándar no es necesario introducir la prima de riesgo del mercado porque ya está involucrada en la desviación estándar. La expresión para K_e sería

$$K_e = R_f + (\text{Desviación estándar})_t \times (1 + D_{nt}/P_{nt}) / (1 + D_t/P_t) \quad (13)$$

donde los subíndices t y nt , significan transada y no transada.

El cálculo del costo del patrimonio sin deuda, K_u , con riesgo sistemático

Otra posibilidad es calcular K_u con el coeficiente β sin deuda. Podemos usar el CAPM y “desendeudar” el coeficiente β utilizando las ecuaciones (6a) y (6d) indicadas arriba.

$$\beta_{\text{Sin deuda}} = \frac{\beta_{\text{proxy}} + \left[\beta_D \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1 - T) \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1 - T) \right]} \quad (6a)$$

If debt is risk free, then

$$\beta_{\text{Sin deuda}} = \frac{\beta_{\text{proxy}}}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} (1 - T) \right]} \quad (14)$$

Con este coeficiente beta aplicamos el CAPM y obtenemos K_u . Esto es,

$$K_u = R_f + \beta_{\text{sin deuda}}(R_m - R_f). \quad (15)$$

Si se supone que K_u es la tasa de descuento de los ahorros en impuestos, entonces el coeficiente β sin deuda es

$$\beta_{\text{Sin deuda}} = \frac{\beta_{\text{proxy}} + \left[\beta_D \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]} \quad (6d)$$

Si la deuda es libre de riesgo, entonces β_D es cero y entonces

$$\beta_{\text{Sin deuda}} = \frac{\beta_{\text{proxy}}}{\left[1 + \frac{D_{\text{proxy}}}{P_{\text{proxy}}} \right]} \quad (16)$$

Una vez que se conoce este coeficiente β sin deuda para un número de firmas similares a la que no se transa en bolsa, podemos usar un promedio ponderado de ellas para estimar el coeficiente $\beta_{\text{sin deuda}}$, como hicimos arriba. Con este cálculo podemos estimar, usando (15), K_u como

$$K_u = R_f + \beta_{\text{sin deuda}}(R_m - R_f) \quad (15)$$

Como comentario final debemos considerar que si el inversionista no está diversificado, se debe considerar el riesgo total. Este riesgo se mide con la desviación estándar de los rendimientos y ese resultado se debe desapalancar. Al usar la desviación estándar no es necesario introducir la prima de riesgo del mercado porque ya está involucrada en la desviación estándar (ver ecuación (1)).

La expresión para K_u sería

$$K_u = R_f + (\text{Desviación estándar})_t / (1 + D_t/P_t) \quad (16)$$

donde el subíndice t significa transada.

Cálculos de K_e y K_u que implican riesgo total

El pensamiento actual en las finanzas hace grandes esfuerzos para evitar la subjetividad. Evita la subjetividad como la naturaleza rechaza el vacío. Estrada (1999) por ejemplo, indica que una de las ventajas de su propuesta es que no “está basada en medidas subjetivas del riesgo”. Sin embargo, debemos ser conscientes de un par de hechos:

Usualmente lo subjetivo está asociado a una connotación negativa cercana a la arbitrariedad. Hay una importante diferencia entre lo subjetivo y lo arbitrario. Un cálculo subjetivo está basado en la experiencia y el sentido común. Un cálculo arbitrario no tiene ningún fundamento por parte del individuo que hace el cálculo. Presentamos algunos enfoques que intentan hacer explícita la subjetividad del inversionista de una manera sistemática.

Algunas veces no hay alternativa a hacer una evaluación subjetiva de algunas variables. Si sabemos que esto puede suceder (debido a una amplia diversidad de causas) por lo menos debemos ofrecer algún procedimiento sistemático para explicitar dicha subjetividad.

El cálculo del costo del patrimonio con deuda K_e con riesgo total

Para calcular K_e con riesgo total tenemos varias alternativas:

1. De manera subjetiva, asistida por una metodología como la expuesta por Cotner y Fletcher, 2000 y aplicada al dueño de la firma. En esta metodología se busca medir de manera subjetiva el riesgo percibido por el dueño en determinadas condiciones de endeudamiento. Este riesgo se añade a la tasa libre de riesgo y el resultado sería un cálculo de K_e con riesgo total. La metodología propuesta por Cotner and Fletcher está basada en el proceso jerárquico analítico (*Analytical Hierarchy Process, AHP*) propuesta trabajada por Thomas L. Saaty desde los años 70 y publicada como libro en 1980. En el apéndice el lector encontrará un resumen del artículo de Cotner y Fletcher. Ellos consideran que el inversionista en una firma que no transa en bolsa (usualmente una pequeña o mediana empresa) no está completamente diversificado. Por lo tanto, la prima de riesgo que se calcula basada en cálculos del propietario incluirá el riesgo no sistemático. Esto significa que ese riesgo será el riesgo total. Esta lógica aplica a cualquier forma subjetiva hecha por un propietario para calcular el riesgo. Teniendo en cuenta este planteamiento y la evidencia presentada en la sección sobre riesgo total y riesgo sistemático podemos concluir que los métodos que calculan el costo del patrimonio por métodos que sólo incluyen el riesgo sistemático, deben ajustarse para tener en cuenta el riesgo no sistemático.
2. Subjetivamente como en 1, pero directamente. Esto es, preguntando al accionista, para un nivel de endeudamiento dado y a un cierto costo de deuda, ¿cuál es la tasa de rentabilidad requerida por él? Esto suena trivial, no

académico y anti científico. De acuerdo, pero puede resultar que no es tan trivial. Algunas veces no hay otra alternativa sino proceder de esta manera. Más aun, no debe sorprenderse el lector si el propietario no sabe cómo responder esta aparentemente simple y casi ridícula pregunta y lo que hace es responder con otra al analista: “¿Cuál debería ser?”

3. Usando un calibrador que ayude al inversionista a definir su apreciación subjetiva del riesgo. Calcule la rentabilidad del mercado, R_m y observe la tasa libre de riesgo, R_f . Calcule la prima de riesgo de Mercado como el promedio de $(R_m - R_f)$, donde R_m es la rentabilidad del Mercado basado en el índice la de la bolsa correspondiente y R_f es la tasa libre de riesgo, por ejemplo, la de los bonos del gobierno. Ahora, de manera subjetiva, el propietario podría estimar, en términos de riesgo, si prefiere mantenerse en su negocio actual o si prefiere liquidarlo e invertir el producido en un portafolio igual al de la canasta de acciones que conforman el índice de la bolsa. Si se prefiere mantenerse en el negocio actual, se puede concluir que el coeficiente beta (el riesgo) del negocio actual es menor que 1, el coeficiente beta del Mercado, y por lo tanto, el riesgo percibido es menor que la prima de riesgo del mercado, $(R_m - R_f)$. Esta es una cota superior para calcular la prima de riesgo del propietario. Esta cota superior se debe comparar con una prima de riesgo de cero, la prima de riesgo de la tasa libre de riesgo, la cual es el límite inferior del riesgo percibido por el propietario. Si el propietario prefiere comprar la canasta de acciones que componen el índice de la bolsa, entonces se puede decir que el negocio actual es más riesgoso que el mercado. Entonces el coeficiente beta del negocio

deberá ser mayor que 1 y el riesgo percibido para el negocio actual deberá ser mayor que $(R_m - R_f)$.

En el primer caso el propietario puede ser confrontado con diferentes combinaciones –de 0% a 100%– de la canasta de acciones del índice y la inversión libre de riesgo y el negocio actual. Después de varios intentos el propietario encontrará una combinación que lo haga indiferente entre esa combinación y el negocio actual. El riesgo percibido podría ser calculado como un promedio ponderado, o simplemente como la prima de riesgo del mercado, $(R_m - R_f)$ multiplicada por la proporción de la canasta de acciones que se aceptó. De hecho, lo que se ha calculado aquí es el coeficiente beta del negocio, de manera subjetiva.

En el segundo caso se debe escoger el coeficiente beta más alto del Mercado. (Las bolsas o alguna institución gubernamental usualmente calculan estos coeficientes betas. En Colombia los coeficientes beta de cada acción las calcula Superintendencia de Valores, similar a la *Stock Exchange Commission*, SEC de los Estados Unidos). Este coeficiente beta deberá utilizarse para multiplicar la prima de riesgo del Mercado $(R_m - R_f)$, y el resultado sería un cálculo de la prima de riesgo de la acción más riesgosa del mercado. Este podría ser un límite o cota superior para el riesgo percibido por el propietario. En el caso de que este riesgo, (el de la acción) llegara a ser menor que el percibido por el propietario, se debería considerar como un límite inferior. En el caso en que la acción más riesgosa sea considerada más riesgosa que el negocio, entonces el límite inferior es la prima de riesgo del mercado, $(R_m - R_f)$. En este segundo caso, el propietario podría ser confrontado con diferentes combinaciones –de 0% a 100%– de la canasta de acciones del índice y la acción más riesgosa del mercado. Después de

varios intentos, el propietario encontrará la combinación que lo hace indiferente con su negocio actual. El riesgo percibido se puede calcular también como un promedio ponderado. Esto es, la prima de riesgo del mercado, $(R_m - R_f)$ multiplicada por la proporción aceptada de la canasta del índice de acciones más la prima de riesgo de la acción más riesgosa (su beta multiplicada por la prima de riesgo del mercado, $(R_m - R_f)$ multiplicada por la proporción aceptada de esa acción.

En ambos casos el resultado sería un cálculo estimado de la prima de riesgo del negocio actual. Esta prima de riesgo se puede añadir a la tasa libre de riesgo (o usando la ecuación de Fisher), y el resultado sería un cálculo estimado de K_e .

Si se conoce ese K_e y las razones $D\%$ y $P\%$, entonces se puede calcular K_u . Como se necesitan los valores de mercado, que deben calcularse con los flujos futuros y el costo promedio de capital, se produce una circularidad, pero es posible resolverla con Excel.

Cálculo del costo del patrimonio sin deuda, K_u , con riesgo total

Otra posibilidad es calcular K_u directamente. Se puede utilizar alguna de las siguientes alternativas:

1. Como el costo promedio de capital antes de impuestos K_u es constante e independiente de la estructura de capital de la firma, se podría pedir un cálculo subjetivo de la tasa que espera ganar el dueño, suponiendo que no hay endeudamiento. Una pista para este valor de K_u podría hallarse investigando cuánto se espera ganar esa persona en la compra de un papel de bolsa con cero riesgo, en el mercado secundario y a este valor añadirle una prima de riesgo subjetiva.

2. Otra forma de calcular K_u es por medio de apreciaciones subjetivas del riesgo de la firma y este riesgo añadirlo a la tasa libre de riesgo (como se mencionó arriba, Cotner y Fletcher, 2000 presentan una metodología para calcular el riesgo en una firma que no está en bolsa.²²). Esta metodología se aplicaría al gerente y funcionarios de la firma. Esto sería el cálculo de la prima de riesgo de la firma. Esta componente de riesgo se añade a la tasa libre de riesgo y el resultado es el K_u calculado en forma subjetiva. Una guía para el uso de esta metodología es la de establecer cotas mínimas y máximas al CPC resultante. La cota mínima es el costo de la deuda antes de impuestos. La cota máxima podría ser el costo de oportunidad de los dueños, si este es perceptible (ya sea porque se ha preguntado o porque se ha identificado a través de las inversiones (otras inversiones) que hace el dueño de la firma). En este caso surge una pregunta. Cuando se tiene una pequeña firma probablemente el propietario y la firma son indistinguibles. En este caso quizás no tendría mucho sentido pensar en la firma como ente separado del propietario y se utilizaría el procedimiento estipulado para K_e . En todo caso, este K_u es coherente con el nivel actual de la deuda

Como ya se ha dicho, si K_u se estima directamente y se desea calcular el costo promedio de capital (o K_e), se encontrará circularidad en el cálculo. Sin embargo, conviene recordar que como se muestra en Ruback 2000 y Vélez-Pareja y Tham 2000, el valor total de la firma se puede calcular con K_u utilizando el Flujo

²² En realidad en el artículo los autores dicen que la metodología es para definir el riesgo del costo de capital, dice al final que es para definir el riesgo del patrimonio (*equity*). El desarrollo del artículo permite deducir que se trata de definir el riesgo de la firma, de manera que al añadirlo a la tasa libre de riesgo se puede tener un cálculo del costo de capital de la firma antes de impuestos. Este sería ρ .

de Caja del Capital (*Capital Cash Flow, CCF*). Este FCC es la suma del flujo de caja de la deuda, FCD y del flujo de caja del accionista, FCA) y en ese caso no se presenta la circularidad y además no es necesario calcular el endeudamiento en cada período.

Cómo proceder para iniciar el proceso de valoración

En Vélez–Pareja y Tham 2000 se dice que sólo se requiere conocer K_u o K_e para iniciar el proceso de cálculo del valor y del cálculo del costo promedio de capital. Esto es correcto, sin embargo, conviene precisar el alcance de esta aseveración.

El significado de iniciar el proceso con K_u conocido implica calcular K_u por algún método: subjetivo, desapalancando las betas del mercado o la beta contable de la firma. Por ejemplo, si se desapalanca beta, entonces se usa CAPM y se obtiene K_u así:

$$\beta_u = \frac{\beta_t}{1 + \frac{D_t}{P_t}} \quad (17)$$

y con esta β_u se calcula K_u , usando (15) así,

$$K_u = R_f + \beta_u(R_m - R_f) \quad (15)$$

Con este K_u se calcula K_e como

$$K_e = K_u + (K_u - K_d) \frac{D_{nt}}{P_{nt}} \quad (18)$$

Los sub índices t y nt significan transada y no transada respectivamente.

Con este K_u se calcula el $WACC_{ajustado}$ ²³ como

²³ Para una definición del $WACC_{ajustado}$ ver Vélez Pareja y Tham, 2000. El $WACC_{ajustado}$ es apropiado cuando las condiciones para las cuales se aplica el WACC tradicional no aplican.

$$WACC_{\text{ajustado}} = K_u - \frac{AI}{VT} \quad (19)$$

O con K_e calculado, el WACC tradicional como

$$WACC = K_d(1 - T)D\% + K_eP\% \quad (20)$$

El significado de iniciar el proceso con K_e conocido implica calcular K_e por algún método: subjetivo, desapalancando y apalancando las betas del mercado o usando la beta contable de la firma. Por ejemplo, si se tiene la beta contable de la firma, entonces se usa CAPM y se obtiene

$$K_{e\text{contable}} = R_f + \beta_{e\text{contable}}(R_m - R_f) \quad (21)$$

Se calcula β_u desapalancando $\beta_{K_{e\text{contable}}}$ como

$$\beta_u = \frac{\beta_{K_{e\text{contable}}}}{1 + \frac{D_{nt}}{P_{nt}}} \quad (22)$$

donde el sub índice nt indica no transada y se calcula K_u como

$$K_u = R_f + \beta_u(R_m - R_f) \quad (23)$$

Con este K_u se calcula el $WACC_{\text{ajustado}}$ como

$$WACC_{\text{ajustado}} = K_u - \frac{AI}{VT} \quad (24)$$

o con K_e , el WACC tradicional

$$WACC = K_d(1 - T)D\% + K_eP\% \quad (25)$$

Si se parte de K_e estimado directamente, por ejemplo de manera subjetiva, debemos calcular β_{K_e} y desapalancarla para hallar β_u , así:

$$\beta_{K_e} = (K_e - R_f)/(R_m - R_f) \quad (26)$$

y desapalancarla como

$$\beta_u = \frac{\beta_{Ke}}{1 + \frac{D_{nt}}{P_{nt}}} \quad (27)$$

y así calcular

$$K_u = R_f + \beta_u(R_m - R_f) \quad (28)$$

Con este K_u se calcula el $WACC_{ajustado}$, ya descrito arriba.

No se puede tener *ambas tasas*, K_u y K_e como variables independientes. O se define K_u y de allí se calcula K_e o se define K_e y de allí se calcula K_u . En la valoración de una firma no se debe decir que tenemos como datos de entrada K_u y K_e a la vez de manera independiente. La una depende de la otra.

Tasa de descuento cuando se hace análisis del riesgo²⁴

Las tasas de interés que se encuentran en el mercado tienen implícita una componente de riesgo y se sabe que a mayor riesgo, mayor tasa de interés. Sin embargo, hay que tener claro qué riesgo se incluye en esas tasas de mercado.

Cuando se introduce el elemento riesgo de manera explícita, esto es, cuando se analizan los flujos de caja basados en la distribución de probabilidad de las variables que lo determinan, se debe utilizar una tasa de interés libre del riesgo que se está analizando, de otra manera se estaría contando doblemente el efecto de ese riesgo: una vez como la componente de riesgo que hay en la tasa de interés y otra al reconocer la variación de manera explícita a través de una distribución de probabilidad. Así mismo, se sabe que una de las formas de manejar el problema del riesgo era, hace algunos años, aumentar la tasa de descuento; en realidad, lo que se hacía era reconocer que para compensar el riesgo de una inversión debería

²⁴ Este aparte con leves modificaciones está tomado de Vélez Pareja, 2003.

exigírsele más, objetivo que se lograba aumentando la componente de riesgo en la tasa de descuento.

Si el costo promedio de capital (promedio ponderado del costo de la deuda y el costo de los fondos aportados por los inversionistas) se calcula midiendo el costo de cada fuente de capital, entonces allí está incluido algún grado de riesgo. Usualmente el costo de los fondos aportados por los inversionistas se calcula utilizando el modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM). Si al medir el costo promedio de capital se puede suponer que se captura todo el factor del riesgo que existe, entonces se supone que esa tasa ya tiene involucrado el riesgo y por lo tanto no se debe utilizar cuando se introduce el riesgo de manera explícita y en cambio debería utilizarse una tasa libre del riesgo que se introduce de manera explícita. Si, por el contrario, no tiene involucrado ese riesgo que se introduce de manera explícita en el análisis, entonces se puede utilizar el costo promedio de capital para descontar los flujos de caja cuando se hace el análisis del riesgo de manera explícita.

Como ya se vio, el riesgo del accionista está medido por lo que se conoce como coeficiente beta y mide el riesgo común a todas las inversiones. Es decir, el riesgo que existe en la economía o riesgo sistemático. Esto supone que cualquier otro riesgo queda eliminado del análisis. En otras palabras, el mercado paga o descuenta el riesgo sistemático, es decir, el que afecta a todas las firmas de una economía.

¿Qué piensan algunos autores al respecto? Ross, Westerfield y Jaffe (RWJ), 1999, pp. 300-303 opinan lo siguiente:

"El coeficiente beta de una acción no sale del aire. Más aun, está determinado por las características de la firma. En particular, consideramos que hay tres factores clave: la naturaleza cíclica de los ingresos, el apalancamiento operativo y el apalancamiento financiero". (p. 300.)

Consideran además que "Vale la pena anotar que cíclico no es lo mismo que variabilidad. Por ejemplo, una firma que produzca películas tiene ingresos muy variables debido a que los altibajos del gusto del espectador no son fácilmente predecibles. Sin embargo, debido a que los ingresos de un estudio cinematográfico dependen más de la calidad de sus producciones que del ciclo económico, las productoras de películas no tienen un ciclo muy acentuado. En otras palabras, acciones con una alta variabilidad [alta desviación estándar en su rentabilidad] no necesariamente tienen un coeficiente beta muy alto..." (p. 301.)

El apalancamiento operativo tiene que ver con la estructura de los costos fijos y variables, no con la variabilidad. El apalancamiento financiero tiene que ver con la deuda, terminan anotando. En otras palabras, el CAPM no captura sino el riesgo sistemático, de la economía, que no puede ser eliminado por la diversificación de un portafolio. Como se sabe, el riesgo no sistemático se puede eliminar por diversificación del portafolio de inversiones.

Al calcular el costo promedio de capital correctamente (con valores de mercado), este costo se ajusta automáticamente en cada simulación, aun cuando entre las variables que se simulan no se incluyan aquéllas que tienen que ver en forma directa con el costo de capital (esto es, inflación, coeficientes beta, etc.). Este ajuste ocurre precisamente porque el costo promedio de capital basado en valores de mercado depende del valor total que a su vez es función de los flujos de

caja libre y del mismo costo de capital.²⁵ En otras palabras, lo que afirman RWJ significa que el mercado no “paga” por un riesgo no sistemático (riesgo que afecta a una empresa en particular).

Según esto, para RWJ el coeficiente beta (y por lo tanto el costo promedio de capital) no refleja la variabilidad de los parámetros que deseamos simular. Y con ello, se debería concluir que cuando utilizamos el costo promedio de capital no estamos incluyendo el riesgo asociado con la variabilidad atribuible a las variaciones de los parámetros específicos de la empresa representada en un modelo financiero. Esto significaría que cuando se descuenta un flujo de caja libre esperado (que en términos prácticos implicaría suponer certidumbre total) deberíamos añadir una prima de riesgo al costo promedio de capital. Por el contrario, si incluimos de manera explícita el riesgo en el análisis (utilizando la simulación, por ejemplo), debemos utilizar el costo promedio de capital como si fuera la tasa “libre de riesgo”. En este caso se habla de tasa “libre de riesgo” por cuanto no toma en cuenta el riesgo asociado con las variaciones de los parámetros.

Por el otro lado, Brealey y Myers (BM), 2000, tienen la posición contraria²⁶. Ellos consideran que el costo promedio de capital ya tiene incluido todo el riesgo que enfrenta la firma. De manera que si deseamos descontar el flujo de caja libre esperado (como si estuviéramos en una situación de certeza total), para tener en cuenta el riesgo, deberíamos utilizar el costo promedio de capital. Y si incluyéramos el riesgo de manera explícita en el análisis, deberíamos utilizar la tasa libre de riesgo.

²⁵ Para un tratamiento detallado de este cálculo con valores de mercado y circularidad, ver Vélez Pareja y Tham, 2002.

²⁶ Hay que reconocer que en la 7ª edición esta posición desaparece del texto.

Si se utiliza el enfoque de RWJ al descontar el valor esperado del flujo de caja libre con el costo promedio de capital más una prima de riesgo (que no es claro cómo calcularla) para tener en cuenta la variabilidad de los parámetros de entrada, la decisión debería ser la misma que si el gerente decidiera conociendo el valor esperado del VPN y su probabilidad de fracaso obtenidos por simulación, teniendo en la mente y en el corazón la función de utilidad de la firma (sea lo que sea esa función).

Por el contrario, si se utiliza el enfoque de BM entonces al calcular el valor presente del flujo de caja libre con el costo promedio de capital se debe llegar a la misma decisión que tomaría el gerente con la función de utilidad de la firma en su mente y corazón conociendo el valor esperado del VPN y su probabilidad de fracaso, obtenidos también por simulación, pero calculando este VPN con la tasa libre de riesgo.

Creemos que el enfoque de Ross et al. es el adecuado.

Precisemos una vez más esta posición. Si introducimos el riesgo de manera explícita en el análisis y hacemos una simulación de Monte Carlo, por ejemplo, ésta debe hacerse usando el costo promedio de capital que no incluye el riesgo asociado con la variabilidad de los parámetros o variables que deseamos simular.

Como el supuesto implícito es que el riesgo asociado con la variabilidad es no sistemático (que se puede diversificar) entonces si se utiliza el costo promedio de capital, ya sea usando el valor esperado del flujo de caja libre o simulando, habrá que suponer siempre que la firma diversifica totalmente el riesgo asociado a la variabilidad. Esto no es una suposición razonable, sobre todo si se está

analizando el flujo de caja de una firma que no se cotiza en bolsa. (Véase, Vélez Pareja (2003) sobre este tipo de empresas)

Consideramos que es posible tomar una mejor decisión si se calcula el valor esperado del VPN y su probabilidad de fracaso. Por el contrario, si se utiliza el valor esperado del flujo de caja y se usa el costo promedio de capital (que no incluye el riesgo de la variabilidad de las variables simuladas) habría que añadir una prima de riesgo que podría calcularse como la porción del riesgo no sistemático mencionada en (1). No es posible garantizar que este enfoque de aumentar la tasa del costo promedio de capital con el riesgo no sistemático garantice una decisión igual a la que se tomaría basándose en el valor esperado y la probabilidad de fracaso. Una de las razones para que esto ocurra es que los métodos no son comprobables. Cuando se toma la decisión basándose en el VPN calculado con el costo promedio de capital más el riesgo no sistemático se está hablando de un modelo normativo: si el VPN es mayor que cero acepte, si es menor rechace; cuando analiza el valor esperado y la probabilidad de fracaso ya no estamos ante un modelo normativo y no es sólo el signo del VPN el que interesa sino la probabilidad de fracaso. Y es esta última la que establece la gran diferencia: en este modelo entra en juego la actitud hacia el riesgo (medida por la utilidad cardinal) y para ello no hay normas pre establecidas. Una misma probabilidad puede parecer alta para un inversionista y baja para otro.

Más adelante mostraremos con el ejemplo que se presenta a continuación, cómo se puede involucrar en la decisión la distribución de probabilidad resultante de la simulación y la actitud hacia el riesgo, medida con una función de utilidad.

Cómo tomar decisiones con información probabilística²⁷

Vamos a responder esta pregunta con un ejemplo muy sencillo. Supóngase una inversión de \$4.375.000 en un sembrado cuyo fruto es perecedero.²⁸ De acuerdo con datos históricos, la demanda se ha comportado de la siguiente forma:

Tabla 17 Distribución discreta de las ventas

Ventas (unidades) Punto medio	Frecuencia Relativa %
3.125	4
3.250	16
3.375	24
3.500	36
3.625	16
3.750	4

Como las probabilidades tienen dos cifras significativas, entonces se asignan 100 números de 00 a 99 (que tienen igual probabilidad de ocurrencia) en forma proporcional a la probabilidad. Observe la tabla y encontrará que, por ejemplo, para un evento con probabilidad de 4% hay asignados cuatro números (00 a 03).

Tabla 18 Asignación de números aleatorios a las ventas

Ventas (unidades) Punto medio	Números aleatorios Asignados
3.125	00-03
3.250	04-19
3.375	20-43
3.500	44-79
3.625	80-95
3.750	96-99

La distribución de probabilidad de esta variable se ve así:

²⁷ Este aparte con leves modificaciones está tomado de Vélez Pareja, 2003.

²⁸ Este ejemplo (con cifras diferentes) se puede bajar de www.poligran.edu.co/decisiones. El archivo se llama Simulación.xls.

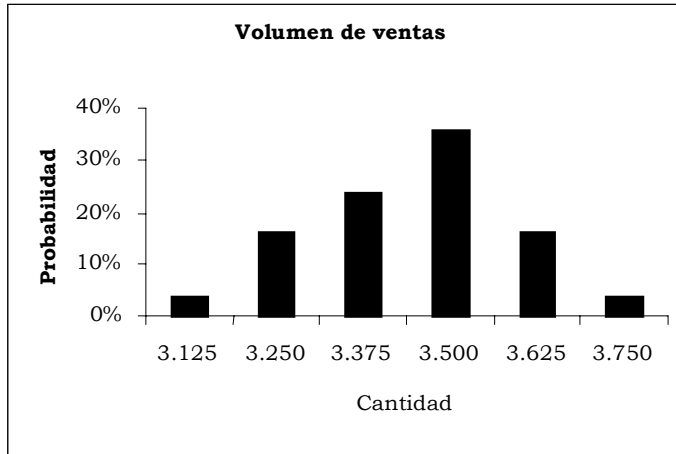


Figura 4 Histograma de la distribución de las ventas
 Supóngase que el precio de venta de este artículo es de \$3.000. De modo que el ingreso bruto es: (unidades vendidas) \times (precio unitario). Supóngase, además, que las cantidades producidas han variado en la siguiente forma:

Tabla 19 Distribución de la producción

Producción (unidades) Punto medio	Frecuencia relativa %
3.248,75	10
3.373,75	35
3.498,75	43
3.623,75	12

De igual manera, como las probabilidades tienen dos cifras significativas, entonces se asignan 100 números de 00 a 99 (que tienen igual probabilidad de ocurrencia) en forma proporcional a la probabilidad. Observe la tabla y encontrará que, por ejemplo, para un evento con probabilidad de 10% hay asignados diez números (00 a 09).

Tabla 20 Asignación de números aleatorios a la producción

Producción (unidades) Punto medio	Números aleatorios asignados
3.248,75	00-09
3.373,75	10-44
3.498,75	45-87
3.623,75	88-99

La distribución de probabilidad de esta variable se ve así:

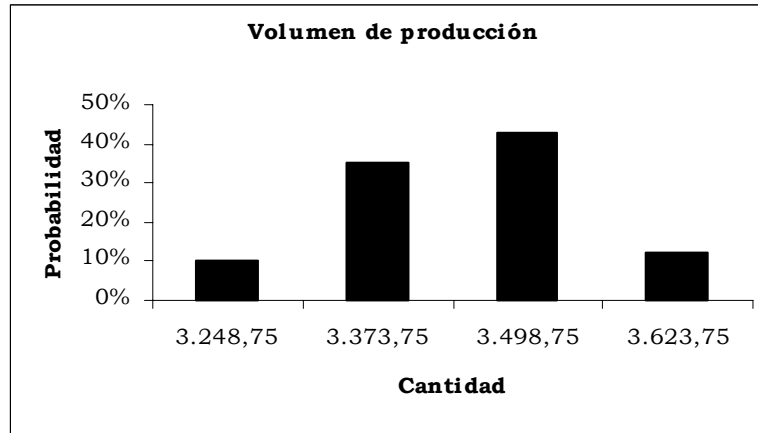


Figura 5 Histograma de la distribución de la producción

El costo variable unitario es \$1.000. Lo producido por encima de las ventas se considera una pérdida de \$1.000 por unidad y las ventas no realizadas no acarrearán pérdida. Las ventas perdidas son la diferencia entre la demanda (ventas) para el período y la cantidad producida.

Con base en los datos de las distribuciones de probabilidad, se puede determinar que el promedio de las ventas y de la producción es el mismo y vale 3,445.00. Si se trabajara con promedios, se tendría un ingreso neto al final de un año de:

$$(\$3.000 \times 3.445 - 3.445.000) = 3.445.00 \times 2.000 = \$ 6.890.000$$

La rentabilidad promedio de esa inversión, en un año, sería de 57,43%.

Si se decide con esta información, como muchas veces se hace en la práctica, se podría concluir que si la tasa de descuento fuera 55%, este proyecto sería deseable. Miremos qué sucede si introducimos el riesgo de manera explícita a través de un proceso de simulación.

Antes de entrar a trabajar una simulación examinemos qué implicaciones tiene decidir con base en los promedios y veamos que eso puede crear situaciones

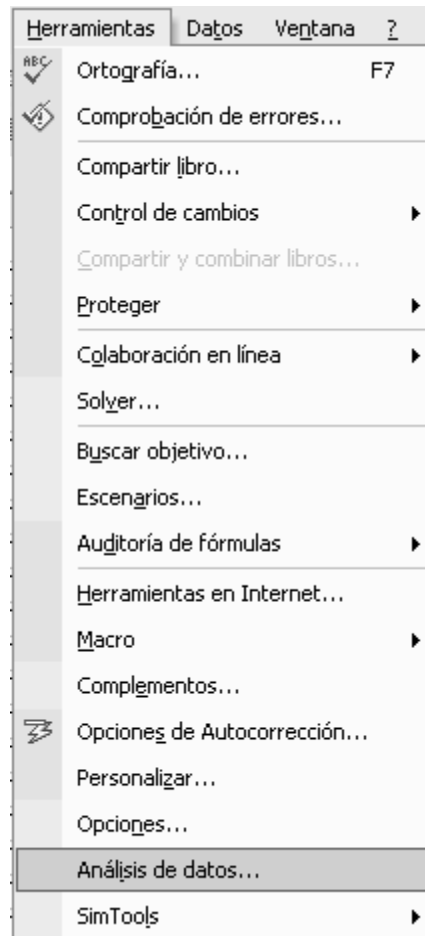
embarazosas. Por ejemplo, supongamos que usted es muy metódico y lleva un registro de lo que ha pagado por cada viaje ida y vuelta a una población cercana. Supongamos además que usted es una persona con mala suerte y tiene un percance (por ejemplo, se le desinfla una llanta o algo más grave) por cada viaje de ida y vuelta que hace. Entonces en uno de cada dos trayectos tiene un gasto extra de \$25.000. Si los gastos cuando no le sucede ningún percance son de 25.000 y cuando tiene el percance son de \$50.000 entonces, con base en sus datos su costo promedio es de \$37.500. Como usted leyó en algún texto que debe utilizar los promedios para tomar decisiones, usted decide llevar a su próximo viaje \$37.500 y le ocurre un percance grave cuyo costo es de \$25.000. ¿Habría usted tomado una buena decisión al llevar sólo los \$37.500? ¿Deberá tener en cuenta el hecho de la variación en los gastos y llevar un monto mayor (\$50.000 en este caso)?

O el ejemplo del cazador que disparó dos veces: una vez diez metros a la izquierda del objetivo y otra vez diez metros a la derecha del objetivo. ¿Diría usted que en promedio ese cazador le dio al blanco correctamente? Claro que no. Sin embargo, cuando se decide con base en promedios se está comportando de manera similar a los protagonistas de estos dos ejemplos.

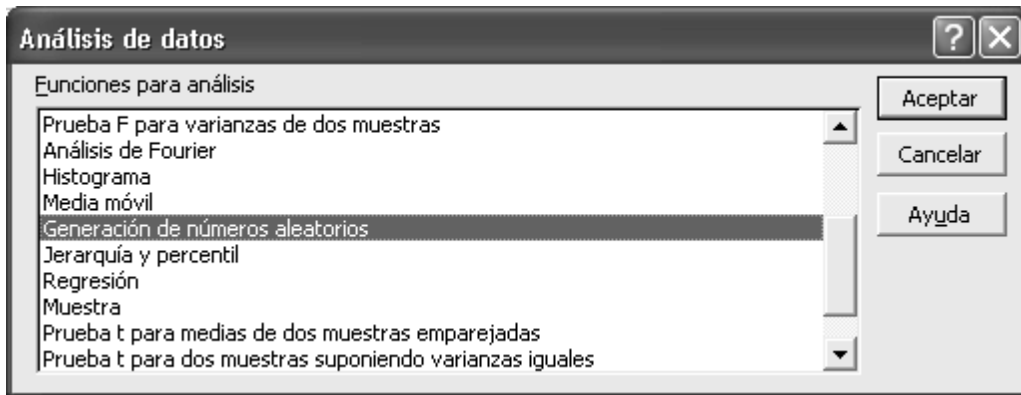
Si se ejecuta una simulación para analizar el efecto de la combinación de las variables, los resultados podrían ser diferentes, como se muestra más adelante. El ingreso bruto se calcula multiplicando la cifra de las unidades vendidas por el precio de venta, si esta cifra es menor que el número de las unidades producidas. Si es mayor, la cifra que se multiplica por el precio de venta es la de las unidades producidas.

Para nuestro ejemplo, si se supone que las ventas y la producción se comportarán en la misma forma como lo han hecho históricamente, se puede generar una muestra aleatoria. Si se desea que la probabilidad de ocurrencia sea proporcional a la frecuencia con que han ocurrido los valores, entonces, en el caso de la producción, la probabilidad de que ocurra un valor alrededor de 3.498,75 debe ser 4,3 veces mayor que la probabilidad de obtener un valor alrededor de 3.248,75.

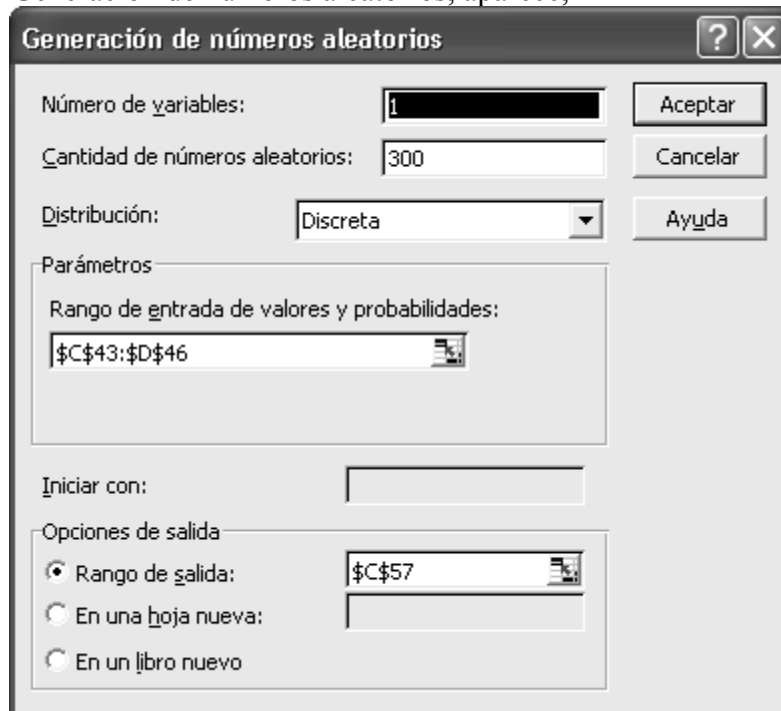
Podemos simular valores para calcular ciertos resultados como la TIR o el VPN. Esta simulación se puede hacer también con Generación de números aleatorios de Análisis de datos en la opción de menú Herramientas, de Excel.



Al oprimir la opción Análisis de datos aparece el siguiente cuadro de diálogo:



Y al escoger Generación de números aleatorios, aparece,



La distribución de frecuencia de los valores de rentabilidad calculados para 300 simulaciones es la siguiente:

Table 21 Distribución del VPN calculado

Rentabilidad %	Frecuencia	% acumulado
30,0	0	0,00
35,0	8	2,67
40,0	2	3,33
45,0	25	11,67
50,0	60	31,67
55,0	108	67,67
60,0	90	97,67
65,0	0	97,67
70,0	7	100,00
Total	300	

En forma gráfica,

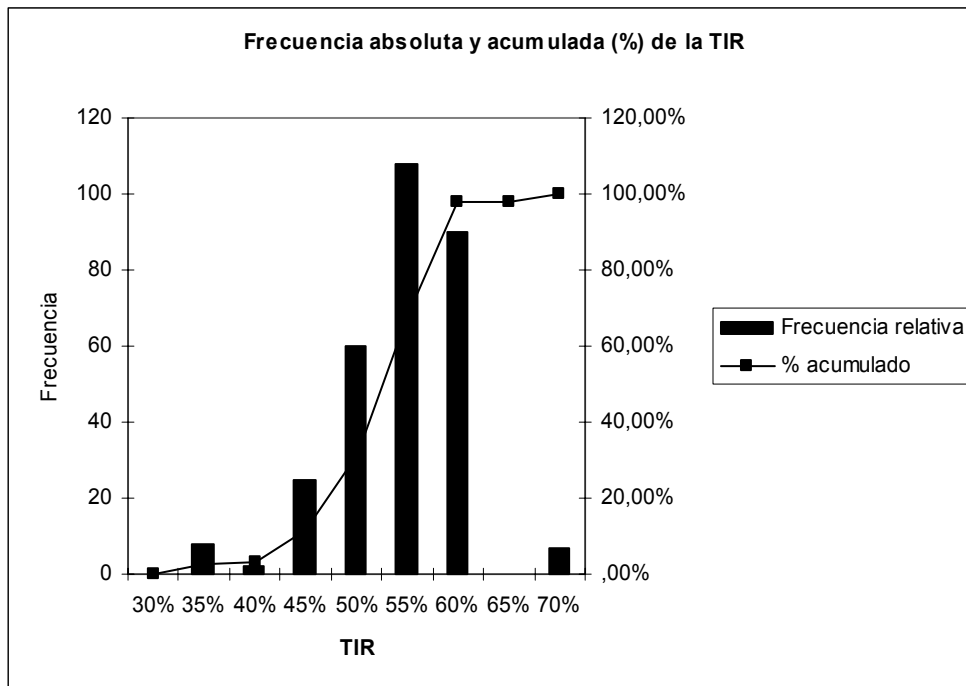


Figura 6 Histograma y frecuencia acumulada de la frecuencia de la TIR

Obsérvese que la rentabilidad puede variar entre 30,00% y 70,00%. Esa información no se hubiera podido obtener si se hubiera trabajado con cifras promedio. Para tener una idea de cómo varía la TIR cuando se hace una simulación se presenta la tabla parcial de las simulaciones en la página siguiente.

Tabla 22 Simulaciones del perecedero (primeras 50 simulaciones)

Simulación número	Demanda	Producción	Ingreso neto	TIR
1	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
2	3.250	3.373,75	6.376.250	45,74%
3	3.500	3.248,75	6.497.500	48,51%
4	3.625	3.623,75	7.247.500	65,66%
5	3.625	3.498,75	6.997.500	59,94%
6	3.625	3.623,75	7.247.500	65,66%
7	3.125	3.498,75	5.876.250	34,31%
8	3.375	3.623,75	6.501.250	48,60%
9	3.625	3.498,75	6.997.500	59,94%
10	3.250	3.373,75	6.376.250	45,74%
11	3.375	3.623,75	6.501.250	48,60%
12	3.250	3.373,75	6.376.250	45,74%
13	3.125	3.248,75	6.126.250	40,03%
14	3.250	3.248,75	6.497.500	48,51%
15	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
16	3.125	3.498,75	5.876.250	34,31%
17	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
18	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
19	3.500	3.498,75	6.997.500	59,94%
20	3.375	3.373,75	6.747.500	54,23%
21	3.375	3.373,75	6.747.500	54,23%
22	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
23	3.625	3.373,75	6.747.500	54,23%
24	3.500	3.498,75	6.997.500	59,94%
25	3.375	3.373,75	6.747.500	54,23%
26	3.375	3.373,75	6.747.500	54,23%
27	3.750	3.248,75	6.497.500	48,51%
28	3.625	3.248,75	6.497.500	48,51%
29	3.750	3.373,75	6.747.500	54,23%
30	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
31	3.625	3.373,75	6.747.500	54,23%
32	3.250	3.248,75	6.497.500	48,51%
33	3.500	3.373,75	6.747.500	54,23%
34	3.625	3.373,75	6.747.500	54,23%
35	3.750	3.498,75	6.997.500	59,94%
36	3.500	3.498,75	6.997.500	59,94%
37	3.375	3.498,75	6.626.250	51,46%
38	3.500	3.248,75	6.497.500	48,51%
39	3.375	3.248,75	6.497.500	48,51%
40	3.500	3.373,75	6.747.500	54,23%
41	3.250	3.498,75	6.251.250	42,89%
42	3.250	3.498,75	6.251.250	42,89%
43	3.250	3.498,75	6.251.250	42,89%
44	3.375	3.373,75	6.747.500	54,23%
45	3.500	3.623,75	6.876.250	57,17%
46	3.500	3.498,75	6.997.500	59,94%
47	3.375	3.373,75	6.747.500	54,23%
48	3.750	3.373,75	6.747.500	54,23%
49	3.250	3.498,75	6.251.250	42,89%
50	3.375	3.248,75	6.497.500	48,51%

El ejemplo se podría hacer calculando todo lo anterior para el valor presente neto, VPN, en lugar de la TIR. Debe tenerse presente que este ejemplo es

simple en extremo y que sólo se presenta con propósitos ilustrativos. El promedio de las rentabilidades simuladas es 52,90%. Es diferente de la que se calculó suponiendo que ocurrirían los promedios de ventas y producción; en ese caso no se reconocía la posibilidad de que existieran otros valores y posibles combinaciones entre ellos, ya que se supuso certeza absoluta del promedio. A partir de los datos obtenidos se puede calcular la desviación estándar de la rentabilidad, y calcular una medida aproximada de la probabilidad de que esa inversión produzca una rentabilidad mayor o menor que determinado valor.

Observe que tanto en la gráfica como en la tabla podemos calcular la probabilidad de que la TIR sea menor que la mínima aceptable (en este ejemplo, 55%). Esa probabilidad es de 68% aproximadamente. Esta medida, por aproximada que sea, es mejor guía para tomar una decisión que decir que la rentabilidad del proyecto es 57,49%, como sería el resultado al trabajar con promedios. Si se utilizó 55% como la tasa de descuento trabajando como si hubiera certeza (usando el valor esperado de la demanda y de la producción) entonces ese valor debe tener una prima de riesgo incluida. Como ya se ha introducido el riesgo de manera explícita, entonces debemos analizar la probabilidad de que la TIR sea mayor que el costo de capital sin esa prima de riesgo. Supongamos que el costo promedio de capital es de 45% en lugar de 55%. En ese caso la probabilidad de que el proyecto sea un fracaso (TIR menor que 45%) será de casi 12%. Con esta información quien toma la decisión determinará si está dispuesto a asumir ese riesgo, en lugar de aceptar ciegamente que la TIR es de 57,49%, mayor que 55% y por lo tanto aceptar el proyecto como deseable. Ahora bien, como se dijo arriba, ese 12% puede parecerle alto a un inversionista y bajo a otro. Estamos pues, ante un modelo no normativo

en el cual poco o nada se puede decir acerca de cuál debe ser el nivel de la probabilidad de fracaso para tomar la decisión.

Fundamentalmente lo que buscamos con la simulación es encontrar la distribución de probabilidad de un resultado, por ejemplo, el VPN o la TIR. Tener la distribución de probabilidad implica conocer su valor esperado y su varianza (o desviación estándar). Con esta información obtenemos a la vez la probabilidad de fracaso.

Una vez que se ha obtenido la probabilidad de que un proyecto sea bueno o malo, poco se puede decir sobre el curso de acción que se debe emprender, puesto que es el individuo en forma subjetiva quien decide si una probabilidad de fracaso es alta o baja. O sea que el quien toma la decisión deberá discernir en forma subjetiva si un proyecto con una determinada probabilidad de fracaso y con un determinado valor esperado, debe considerarse aceptable o no.

Sin embargo, lo anterior es relativamente fácil si se trata de aceptar o rechazar un proyecto. En el caso de proyectos mutuamente excluyentes, el que decide deberá seleccionar entre los ya aceptados por él de manera subjetiva el “mejor” entre todos. Aquí se puede utilizar una ayuda de tipo “objetivo” o cuantitativo.

Hay algunos criterios obvios cuando se dan ciertas condiciones. Por ejemplo, si el máximo resultado de la simulación es indeseable, el proyecto se rechaza abiertamente. Si el peor resultado es aceptable se acepta. La dificultad estriba en las situaciones indeterminadas. Esto es, cuando existe una probabilidad de que los proyectos resulten un fracaso. Por ejemplo, ¿qué decir de un proyecto A con VPN esperado de \$10.000.000 con probabilidad de fracaso de 5,06% y una

desviación estándar de 6.100.000, comparado con un proyecto B de \$20.000.000 de VPN esperado pero con 10,14% de probabilidad de fracaso y una desviación estándar de 15.700.000?

Para entender la dificultad planteada aquí, se debe considerar el aspecto relacionado con las actitudes hacia el riesgo tratadas por la teoría de la utilidad cardinal.

Un análisis de los resultados consiste en examinar el valor absoluto esperado de las pérdidas previstas para el proyecto y compararlo con el valor esperado de las ganancias. Esto es,

$$\text{Razón de pérdidas esperadas} = \frac{|\text{Valor esperado de las pérdidas}|}{\text{Valor esperado de las ganancias}} \quad (29)$$

Se puede observar que este indicador tiene un valor máximo de infinito (∞), lo cual significa que sólo hay pérdidas o cero, lo cual significa que no hay pérdidas. Por lo tanto, este indicador es favorable mientras más cercano esté a cero. Si en el ejemplo del percedero presentado antes se hubiera calculado el VPN con la tasa de 45%, se habrían obtenido los siguientes resultados:

Tabla 23 Análisis probabilístico del ejemplo del percedero

VPN	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Valor esperado por rango
-450.000	0	0,0%	0
-300.000	8	2,7%	-8.000
-150.000	5	1,7%	-2.500
0	22	7,3%	0
150.000	60	20,0%	30.000
300.000	108	36,0%	108.000
450.000	15	5,0%	22.500
600.000	75	25,0%	150.000
750.000	7	2,3%	17.500
Total	300	Valor esperado	317.500

Modificamos estos valores del VPN y utilizamos el punto medio del rango,

así:

Tabla 24 Análisis probabilística simplificado de la Tabla 7.20

VPN	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Valor esperado por rango
-375.000	8	2,7%	-10.000
-225.000	5	1,7%	-3.750
-75.000	22	7,3%	-5.500
75.000	60	20,0%	15.000
225.000	108	36,0%	81.000
375.000	15	5,0%	18.750
525.000	75	25,0%	131.250
675.000	7	2,3%	15.750
Total	300	Valor esperado	242.500

El valor esperado por rango resulta de multiplicar el VPN indicado por la probabilidad. Por ejemplo, $-375.000 \times 2,7\% = -10.000$.

La suma de los valores negativos de la última columna da el valor esperado de las pérdidas, en este caso -19.250 , y su valor absoluto es 19.250 . La suma de los valores positivos es el valor esperado de las ganancias, en este caso 261.750 .

La razón de pérdidas esperadas es $0,0735$. Este indicador sirve para comparar alternativas mutuamente excluyentes.

Este indicador también se puede calcular como

Razón de pérdidas esperadas

$$= \frac{|\text{Valor esperado de las pérdidas}|}{\text{Valor esperado de las ganancias} + |\text{Valor esperado de las pérdidas}|} \quad (30)$$

Cuando se usa esta fórmula el valor oscila entre 0 y 1. Nuevamente, mientras más cerca de cero esté será mejor en términos de riesgo. En el caso de ejemplo aquí estudiado, el valor de este índice sería $0,0794$.

Una posibilidad adicional para enfrentar la decisión bajo incertidumbre es aproximarse al problema por medio de la teoría de la utilidad cardinal. Si se utiliza

la misma distribución de probabilidad del VPN presentada arriba para el ejemplo del precedero, se tiene, ya agrupada por los mismos rangos y utilizando, por ejemplo, una función de utilidad igual a²⁹

$$y = -(6E-12)x^2 + (1E-05)x + 9.5726$$

donde y = utilas o medida de utilidad cardinal y x = monto en dinero

En este caso se tiene lo siguiente:

Tabla 25 Resultado del análisis con la teoría de la utilidad

Resultados VPN a 45%	Probabilidad	Función de utilidad	Utilidad Esperada
-375.000	2,7%	4,98	0,13
-225.000	1,7%	7,02	0,12
-75.000	7,3%	8,79	0,64
75.000	20,0%	10,29	2,06
225.000	36,0%	11,52	4,15
375.000	5,0%	12,48	0,62
525.000	25,0%	13,17	3,29
675.000	2,3%	13,59	0,32
		Utilidad esperada	11,33
		Equivalente Cierto	199.639

En forma gráfica,

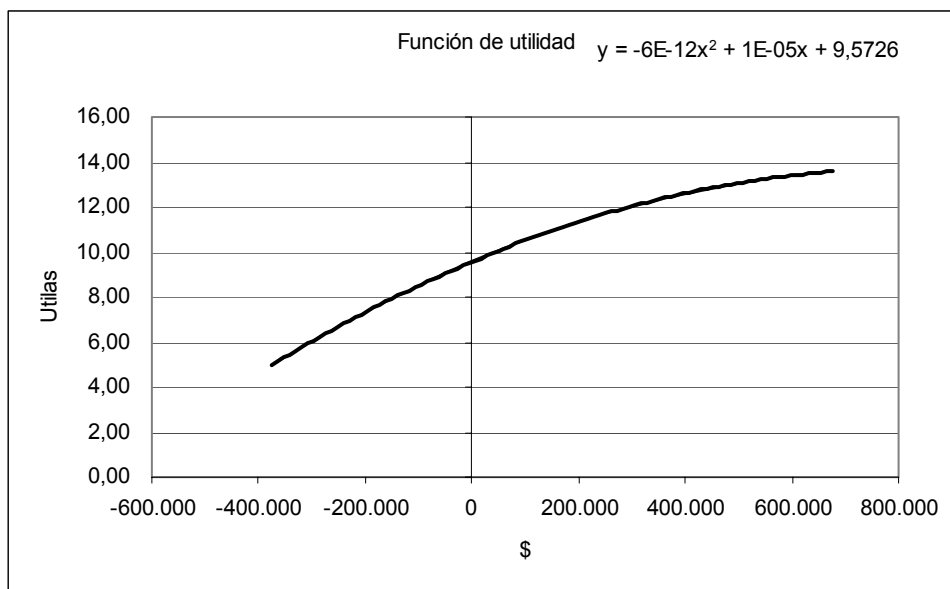


Figura 7 Función de utilidad

²⁹ Se debe recordar que la expresión 6E-12 significa un 6 dividido por un 1 con doce ceros a la derecha.

Para el que decide con la función de utilidad indicada, la inversión en el percedero tendrá un equivalente cierto de 199.639. Recuérdese que el valor esperado era de 242.500.

Se hubiera podido calcular directamente la utilidad de cada resultado de las 300 simulaciones. En ese caso, la utilidad esperada hubiera sido 11,38 y el equivalente cierto, 205.653.

El lector puede comprobar que si la tasa de descuento hubiera sido de 55%, el equivalente cierto resultante hubiera sido $-113.519,68$ (su resultado no será idéntico a éste, puesto que se está trabajando con números aleatorios). Al haber simulado los 300 VPN se encuentra que el valor esperado del VPN sería negativo: -59.401 .

Entonces, en el ejemplo del percedero, si la tasa de descuento es de 45% se aceptaría y si es de 55% se rechazaría utilizando la simulación y el enfoque de la teoría de la utilidad. Esta situación de decisión dista mucho de la que se presentó al inicio de este aparte cuando se trabajó con el promedio de la producción y de la demanda. En aquel caso, utilizando 55% como tasa de descuento se hubiera aceptado. Por supuesto que si en ese caso se hubiera utilizado 45% de tasa de descuento se hubiera aceptado también.

Cuarta Sección

A manera de conclusión

En esta nota se ha presentado una visión general de las empresas que no transan en bolsa y algunos enfoques para calcular el costo del patrimonio con y sin deuda, K_e y K_u . Este es un tema crítico y puede frustrar a algunos lectores que creen que las finanzas son una disciplina muy bien definida que le proporciona al analista con respuestas exactas y totalmente demostradas. Esto es muy alejado de

la realidad. Existen una gran cantidad de problemas por resolver. Mientras tanto debemos utilizar los modelos disponibles y/o hacer ajustes y modificaciones a esos modelos y en algunos casos usar la subjetividad y la experiencia del gerente y/o del propietario de una firma para poder calcular ciertos parámetros.

Hemos presentado dos grupos de enfoques para calcular K_e y K_u para empresas que no se negocian en bolsa: con riesgo sistemático y con riesgo total. El analista deberá juzgar si el inversionista está o no diversificado. Si el inversionista está diversificado y su firma no se negocia en bolsa, podría utilizar aquellos enfoques que estiman sólo el riesgo sistemático. Si no está diversificado deberá usar los enfoques que calculan el riesgo total.

Por otro lado, cuando se incluye el riesgo en el análisis de manera explícita se debe usar el costo promedio ponderado de capital sin ningún ajuste por prima de riesgo. En el caso de trabajar con promedios (y de hecho suponer certeza) hay necesidad de añadir una prima de riesgo que contemple la variabilidad que se anuló al utilizar promedios.

Referencias bibliográficas

- American Stock Exchange, <http://www.amex.com/>, visitado en noviembre 19 de 2004.
- Banz, Rolf W., 1981, "The Relationship between Return and Market Value of Common Stocks", *Journal of Financial Economics*, 3-18 (Citado por Heaton)
- Bekaert, Geert., 1995. Market Integration and Investment Barriers in Emerging Equity Markets. *World Bank Economic Review* 9, 75–107. Citado por Bekaert y Harvey, (2003).
- Bekaert, Geert y Campbell R. Harvey, 2003, Emerging Markets Finance, *Journal of Empirical Finance* 10 (2003) 3–55.
- Bekaert, Geert. y Campbell R. Harvey, 2000, Foreign Speculators and Emerging Equity Markets. *Journal of Finance* 55, 565–614. Citado por Bekaert y Harvey, (2003).
- Bekaert, G., Erb, C.B., Harvey, C.R. y T.E. Viskanta, 1997, What Matters for Emerging Market Investments? *Emerging Markets Quarterly* 1 (2), 17–46. Citado por Bekaert y Harvey, (2003).
- Bolsa de Valores de Colombia, <http://www.bvc.com.co/>, visitado en noviembre 19 de 2004.
- Brealey, R. and Myers, S., 2000. *Principles of Corporate Finance, 6th Edition* (McGraw Hill). Hay traducción al español de la 5ª edición con el nombre de *Principios de Finanzas corporativas*, McGraw Hill, 1996.

- Brealey, R. and Myers, S., 2003. *Principles of Corporate Finance*, 7th Edition, McGraw Hill.
- Bruner, R. F., Conroy, R. M., Estrada, J. Kritzman, M. y W. Li, 2002, Introduction to “Valuation in Emerging Markets”, *Emerging Markets Review*, Special Edition. Vol. 3, N. 4, pp. 310-324. Documento de trabajo disponible en *Social Science Research Network*.
- Cotner, John S. y Harold D. Fletcher, 2000, Computing the Cost of Capital for Privately Held Firms, *American Business Review*, June, pp. 27-33. Está disponible en la web en <http://www.sbaer.uca.edu/Research/1999/WDSI/99wds218.htm>
- Da Costa, Eduardo, *Global E-Commerce Strategies for Small Business*, 2001, MIT Press.
- Estrada, J., 1999, The Cost of Equity in Emerging Markets: A Downside Risk Approach. Documento de trabajo disponible en *Social Science Research Network*.
- Forsyth, David M. y Richard G. P. McMahon, 2002, *Equity Financing Patterns Amongst Australian Manufacturing SMEs*, University of South Australia, School of Commerce, Research Paper Series: 02-6, 20 pp.
- Godfrey, S., y R. Espinosa, 1996, “A Practical Approach to Calculating Costs of Equity for Investment in Emerging Markets.” *Journal of Applied Corporate Finance*, Fall, 80-89.
- Hamada, Robert S., 1969, “Portfolio Analysis, Market Equilibrium and Corporation Finance”, *Journal of Finance*, 24, (March), pp. 19-30.
- Heaton, Hal B., 1998, Valuing Small Business: The Cost of Capital, *The Appraisal Journal*, Volume 66, 1, (January), pp11-16.

Iberoamérica

Empresarial

- <http://www.iberamericaempresarial.com/edicion/noticia/0,2458,514317,00.html>, visitado en noviembre 26 de 2004.
- Lessard, Donald R., 1996, Incorporating Country Risk in the Valuation of Offshore Projects, *Journal of Applied Corporate Finance*, Vol. 9 No. 3, Fall, pp. 52-63
- Levy, Haim, 1990, Small Firm Effect: Are There Abnormal Returns in the Market?, *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, Vol 5, N 2. pp. 235-271.
- Levy, Haim y Marshall Sarnat, 1982, *Capital Investment and Financial Decisions*, 2 ed., Prentice Hall International.
- McMahon, Richard G. P. y Anthony M. J. Stanger, 1995, Understanding the Small Enterprise Financial Objective Function, *Entrepreneurship Theory and Practice*, Summer, pp. 21-39.
- MERVAL, <http://www.merval.sba.com.ar/merval/default.htm>, visitado en noviembre 26 de 2004.
- National Association of Securities Dealers (NASD), NASDAQ, <http://www.nasdaq.com/>, visitado en noviembre 19 de 2004.
- New York Stock Exchange, <http://www.nyse.com/>, visitado en noviembre 19 de 2004.
- Office of Advocacy - US Small Business Administration, <http://www.sba.gov/advo/stats/>, visitado en noviembre 19 de 2004.
- Peacock, Rolffe, 2000, *Failure and Assistance of Small Firms*, University of South Australia, 25 pp. Se puede bajar de <http://www.sbeducation.info/downloads/sbfail.pdf>
- Ross, Stephen A., Randolph W. Westerfield y Jeffrey Jaffe, 1999, *Corporate Finance*, 5^a edición, Irwin-McGraw-Hill
- Ruback, Richard S., 2000, Capital Cash Flows: A Simple Approach to Valuing Risky Cash Flows, Documento de trabajo disponible en *Social Science Research Network*. Publicado también en *Financial Management*, Vol. 31, No. 2, Summer 2002
- Saaty, T. L., 1980, *The Analytic Hierarchy Process: Planning, Priority Setting, Resource Allocation*, McGraw-Hill, New York,.
- Saaty, T. L., 1997, *Toma de decisiones para líderes*, RWS Publications.

- Vélez-Pareja, Ignacio, 2000, The Colombian Stock Market: 1930-1998, *Latin American Business Review*, Vol. 1 N. 4, pp. 61-84. Documento de trabajo disponible en *Social Science Research Network*.
- Vélez-Pareja, Ignacio, 2003, *Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre*, Editorial Norma.
- Vélez -Pareja, Ignacio y Joseph Tham, 2001 A Note on the Weighted Average Cost of Capital WACC. Documento de trabajo disponible en *Social Science Research Network*. (www.ssrn.com), Febrero, 2001. (Hay una versión en español en SSRN). Publicado en español como Nota sobre el costo promedio de capital en *Monografías* No 62, Serie de Finanzas, La medición del valor y del costo de capital en la empresa, Universidad de los Andes, Julio 2002, pp. 61-98.

Apéndice A

The Analytical Hierarchy Process (AHP) resumen de Cotner, John S. y Harold D. Fletcher, Computing the Cost of Capital for Privately Held Firms, *American Business Review*, June 2000, pp. 27-33

Los propietarios y gerentes de una firma que no se negocia en bolsa usualmente no perciben a su firma como parte de un portafolio diversificado, sino como un proyecto de inversión. Por esta razón, para estas firmas es más importante calcular el costo del capital propio de tal manera que se incluya el riesgo total en el cálculo. Esto significa que se debe calcular la prima de riesgo total.

El analista debe aprovechar un método que incorpore aspectos o factores de riesgo cuantificables y no cuantificables así como los diferentes efectos, directos o indirectos, de estos factores en el riesgo total de la organización.

Los autores mencionan los diferentes métodos aproximados para calcular el costo del patrimonio con deuda, K_e . Uno de ellos es mirar una empresa similar que se negocie en bolsa y usar su coeficiente beta. Otro es el de los coeficientes beta contables. El tercero es añadir una “prima de riesgo del patrimonio” (normalmente 3% a 6%) al costo de la deuda de la firma.

Los autores proponen utilizar el enfoque del Proceso de Análisis Jerárquico (*Analytical Hierarchy Analysis, AHP*). “The AHP is well suited to the task of estimating an equity risk premium, and is workable alternative to the various proxy approaches. AHP enables both objective and subjective criteria to be incorporated into a comprehensive model of a decision problem. Moreover, AHP lends itself to assessment by a group working together (quizás el método Delphi) as well as by an individual decision-maker”.

El primer paso es establecer un rango de primas de riesgo para el costo del patrimonio que se pueden considerar apropiadas para la firma.

Ejemplo:

Tabla A1. Niveles de prima de riesgo (alternativas) para el modelo AHP

Descriptor del riesgo	Prima de riesgo
Muy bajo riesgo	6%
Bajo riesgo	9%
Riesgo medio	14%
Alto riesgo	21%
Muy alto riesgo	30%

La descripción puede ser similar entre diversas firmas, pero el tamaño del riesgo puede variar. En consecuencia, el rango y el nivel de la prima de riesgo deben ser establecidos en el contexto de las operaciones de la firma en particular.

Criterios de decisión. El segundo paso es especificar la los factores importantes que afectan el riesgo de la firma. A estos factores se les llama criterios de decisión.

Criterios de decisión.

- 1) Factores relacionados con los ingresos
 - a) Nivel de las ventas
 - b) Variabilidad en las ventas
 - c) Tasa de crecimiento de las ventas
- 2) Factores operativos
 - a) Monto de los costos fijos de la operación
 - b) Apalancamiento operativo
- 3) Factores financieros
 - a) Cobertura de los intereses
 - b) Capacidad de endeudamiento
 - c) Composición de la deuda
- 4) Factores relacionados con la administración o los dueños
 - a) Confianza de los inversionistas en la administración
 - b) Experiencia organizacional
 - c) Control
- 5) Factores estratégicos
 - a) Proveedores
 - b) Clientes
 - c) Nuevos competidores

- d) Rivalidad en la industria o sector
- e) Productos o servicios sustitutos

Relación de los criterios con las alternativas. “In the third stage of the analysis, the AHP participants assess the condition of each factor (criterion) in the model, and then select the most appropriate descriptor term for a level of risk premium relative to that criterion.”

Ponderación de los criterios. “The fourth step of the process determines the relative importance of each criterion to the total risk in the organization. These are the weights in the AHP model. Computing these weights is accomplished via the systematic pair wise comparison technique that is integral to the analytical hierarchy process.” (En el apéndice B se incluye un enfoque sencillo para encontrar ponderaciones de manera consistente).

Como una etapa final del proceso analítico por jerarquías los valores numéricos correspondientes a los términos de los descriptores seleccionados para cada criterio (y sub criterios) se multiplican por la ponderación de cada criterio. Los resultados se suman y el total es un “promedio ponderado” de la prima de riesgo de la organización que se está estudiando.

Referencias bibliográficas

- Cotner, John S. y Harold D. Fletcher, 2000, Computing the Cost of Capital for Privately Held Firms, *American Business Review*, Junio, pp. 27-33
- Saaty, Thomas L., *Decision Making for Leaders*. Pittsburgh, RWS Publications: 1990. Citado por Cotner y Fletcher.

Apéndice B

Cuando se asignan ponderaciones a un conjunto de características debemos verificar que haya consistencia en las ponderaciones. Una manera de lograr esta consistencia es acudir al viejo procedimiento propuesto por Churchman y Ackoff (1954). Este procedimiento consiste en hacer comparaciones por pares y entre cada factor y la suma de los restantes. Estas comparaciones deberán indicar numéricamente, lo que se aprecia de manera subjetiva en cuanto a las preferencias. De esta manera se ajustan los valores hasta cuando las comparaciones numéricas se ajusten a las apreciaciones. Es decir, si un factor se prefiere a otro, esta preferencia se debe reflejar en los pesos; lo mismo en cuanto a la combinación de factores. Esto se puede ilustrar con un ejemplo sencillo. Si se evalúa la compra de un sistema de procesamiento de datos y se consideran las siguientes variables con sus respectivos pesos:

Característica	Peso
M	7
A	5
C	10
P	7
B	9

El analista deberá poder hacer comparaciones como las siguientes:

Si la característica C es más importante que todo lo demás en conjunto, entonces,

$$C > M + A + P + B$$

$$10 < 7 + 5 + 7 + 9 = 28$$

Esto significa que deberá revisar su apreciación de la importancia de los factores o cambiar la calificación de los mismos. Si fuera esto último, debe calificar a la variable costo con más de 28 puntos, por ejemplo 30.

En general, debe hacer lo siguiente:

Comparar C con M+A+P+B	Comparar M con A+P+B
Comparar C con M+A+P	Comparar M con P+B
Comparar C con M+A	Comparar M con B
Comparar C con M	Comparar A con P+B
Comparar A con P	Comparar P con B

... y así sucesivamente para todas las combinaciones.

Referencia

Churchman, C. West y Russell L. Ackoff (1954), "An Approximate Measure of Value", *Journal of Operations Research Society of America*, Vol 2., N. 2, May.