

# De vuelta a lo básico: El costo de capital depende de los flujos de caja libre<sup>1</sup>

## Return to Basics: Cost of Capital Depends on Free Cash Flows

De volta ao básico: o custo de capital depende dos fluxos de caixa livre.

Ignacio Vélez-Pareja<sup>2</sup>

---

### Resumen

La mayoría de los textos de finanzas corporativas y los analistas presentan el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital CPPC (también conocido como WACC) como independiente del Flujo de caja libre.

Es una práctica común que los analistas calculen un CPPC *a priori* y lo usen independientemente del valor de la firma (esto es, del FCL). En esta nota se muestra que el FCL afecta el CPPC y que esta interrelación crea una circularidad, pero además mostramos cómo se puede resolver de una manera sencilla.

Hay dos apéndices: uno que explica la circularidad y otro con la derivación de la fórmula del costo del patrimonio (patrimonio).

**Palabras clave:** Costo Promedio Ponderado de Capital, CPPC, WACC, valoración de la firma, presupuesto de capital, costo de capital del patrimonio, circularidad.

**Códigos JEL:** D61, G31, H43

### Abstract

Most popular corporate finance textbooks and practitioners present the Weighted Average Cost of Capital WACC calculation as independent from the Free Cash Flow.

It is a common use that practitioners calculate a WACC *a priori* and use it independently from the firm value (this is, from FCF). In this note we show that FCF affects WACC and that this interrelationship creates circularity, but we show how it can be solved in a very easy way.

There are two appendixes: one explaining the circularity issue and another one for deriving the proper formulation of the cost of equity.

**Keywords:** Weighted Average Cost of Capital, WACC, firm valuation, capital budgeting, patrimonio cost of capital, circularity.

**JEL codes:** D61, G31, H43

### Resumo

A maioria dos textos de finanças corporativas e dos analistas apresentam o cálculo do Custo Médio Ponderado de Capital CPPC (também conhecido como WACC) como independente do Fluxo de caixa livre.

É uma prática comum que os analistas calculem um CPPC *a priori* e o usem independentemente do valor da firma (isto é, do FCL). Nesta nota mostra-se que o FCL afeta o CPPC e que esta inter-relação cria uma circularidade, mas além do mais mostramos como pode ser resolvido de uma maneira simples.

Há dois apêndices: um que explica a circularidade e outro com a derivação da fórmula do custo do patrimônio (patrimônio).

**Palavras-chave:** Custo Médio Ponderado de Capital, CPPC, WACC, valorização da firma, orçamento de capital, custo de capital do patrimônio, circularidade.

---

Recibido el 02/10/2015 Aprobado el 26/11/2015

1. Artículo de reflexión.

2. Ingeniero industrial. Magister Ingeniería Industrial, Universidad de los Andes (Bogotá, Colombia) Grupo Consultor CAV Capital Advisory & Valuation Cartagena, Colombia. ignaciovelezpareja@gmail.com

## De vuelta a lo básico: El costo de capital depende de los flujos de caja libre.

### Introducción

Los textos de finanzas corporativas más populares (véase por ejemplo, Benninga y Sarig, 1997, 2007, Brealey, Myers y Marcus, 1996, Brealey, Myers y Allen, 2006 y 2011, Brealey y Myers, 2000, 2003 y ediciones anteriores, Copeland, Koller y Murrin, 1995 y 2000, Damodaran, 1996, Gallagher y Andrew, 2000, Van Horne, 1998, Weston y Copeland, 1992) presentan el cálculo del Costo Promedio Ponderado de Capital, CPPC como independiente del Flujo de caja libre, FCL.

Por el otro lado, la mayoría de los textos dicen que el CPPC (también conocido como WACC) depende del valor (pero en la práctica no toman eso en cuenta) y usualmente suponen un endeudamiento constante *a priori* y calculan el CPPC con ese endeudamiento para que sea constante. Aparentemente olvidan que el endeudamiento es igual a la deuda dividida por el valor de la firma. No reconocen que el mantener el endeudamiento constante implica algunos flujos de efectivo (repago de la deuda o contratación de deuda adicional) y que sólo esa política particular de deuda hace el CPPC constante. Hay que hacer ajustes al FCD y al FCA, de otra manera, el CPPC no sería constante y la valoración suponiendo CPPC constante producirá resultados inconsistentes.<sup>3</sup>

Es muy común también que los analistas calculen un CPPC *a priori* y lo usen independientemente del valor de la firma (esto es, del FCL). En esta nota se muestra que el FCL afecta el CPPC y que esta interrelación crea una circularidad, pero además mostramos cómo se puede resolver de una manera sencilla.

### Cálculo del Valor

Para una firma no transada en bolsa el valor en el período  $t$  es el valor presente de todos los FCL futuros descontados a la tasa conocida como el costo promedio ponderado de capital, CPPC (WACC). En términos matemáticos se tiene

$$V_t = \frac{FCL_{t+1} + V_{t+1}}{1 + CPPC_{t+1}} \quad (1a)$$

$$V_{t-1} = \frac{FCL_t + V_t}{1 + CPPC_t} \quad (1b)$$

Donde  $V_{t-1}$  es el valor de la firma en el instante  $t-1$ , FCL es el flujo de caja libre en  $t$ ,  $t+1$ , ...,  $n$  y CPPC es el Costo Promedio Ponderado de Capital en  $t$ ,  $t+1$ , ...  $N$ .

3. Para conocer las condiciones en que un endeudamiento constante implica un CPPC constante véase Vélez-Pareja, Ibragimov y Tham, 2008

Cuando se usa la típica y popular fórmula para el CPPC tenemos

$$CPPC_t = Kd_t \times (1-T) \times D_{t-1} / V_{t-1} + Ke_t \times E_{t-1} / V_{t-1} \quad (2a)$$

Reemplazando (1b) en (2a) se tiene

$$CPPC_t = Kd \times (1-T) \times \frac{D_{t-1}}{FCL_t + V_t} + Ke_t \times \frac{P_{t-1}}{FCL_t + V_t} \quad (2b)$$

En (1 a), (1b), (2a) y (2b) CPPC es el costo promedio ponderado de capital,  $Kd$  es el costo de la deuda,  $T$  es la tasa de impuestos,  $D_{t-1}$  es el valor de la deuda en  $t-1$ ,  $Ke_t$  es el costo del patrimonio,  $P_{t-1}$  es el valor de mercado del patrimonio en  $t-1$ ,  $V_{t-1}$  es el valor de mercado de la firma en  $t-1$  y  $FCL_t$  es el Flujo de caja libre. Aquí se entiende que el valor de mercado es el valor presente de los flujos futuros del patrimonio o de la firma (Flujo de caja libre, FCL). De hecho, estas técnicas de Flujo de Caja Descontado se utilizan primordialmente para empresas no transadas en bolsa.

En (1 a), (1b) y (2) se puede ver que el CPPC en cualquier período depende de  $V$  y por tanto del FCL. (Véase Modigliani y Miller, 1958 y 1963).

Una manera muy fácil de llegar a entender el CPPC es pensar en cuál es la expectativa de cada uno de los inversionistas de capital en la firma (el dueño de la deuda y el dueño de las acciones). El dueño de la deuda espera recibir en el período  $t$  el interés sobre el valor de su deuda en el período  $t-1$ ,  $D_{t-1}$  al costo de la deuda,  $Kd_t$ . Esto es,

$$\text{Interés (lo que el dueño de la deuda espera recibir) en el período } t = Kd_t \times D_{t-1} \quad (3a)$$

En el tratamiento de los flujos de caja se supone la convención de fin de período y que el costo contractual de la deuda coincide con la expectativa del dueño de la deuda.

Por el otro lado, el accionista espera recibir en  $t$ , una rentabilidad basada en el valor de mercado de su patrimonio en el período  $t-1$ . De hecho, sabe que el valor de su inversión en el período  $t-1$  es lo que ha invertido en la firma y de eso es de donde espera su rentabilidad en el período analizado. Es decir,

$$\text{Lo que el accionista espera recibir en el período } t = Ke_t \times P_{t-1} \quad (3b)$$

Ahora vamos a considerar una externalidad: el ahorro en impuestos o escudo fiscal. Esto es un subsidio que el gobierno le paga a los que incurren en gastos deducibles de la renta (tales como el pago de interés). Cuando sumamos las expectativas de los dueños de la inversión (deuda y patrimonio) ajustadas por los impuestos

(el ahorro en impuestos o escudo fiscal) resulta ser lo que la firma espera pagar por el capital invertido (deuda y patrimonio). Por tanto, el pago esperado por parte de la firma es el costo total que la firma espera pagarles a los dueños del capital (deuda y patrimonio) menos el ahorro en impuestos o escudo fiscal.

$$\text{Costo total ajustado para la firma} \\ \mathbf{Kd_t \times D_{t-1} + Ke_t \times P_{t-1} - AI_t} \quad (4a)$$

Pero  $AI_t$  es  $Kd_t \times D_{t-1} \times T$ , por tanto, el costo total que espera pagar la firma ajustado por los impuestos (ahorro en impuestos o escudo fiscal) es

$$\mathbf{= Kd_t \times D_{t-1} + Ke_t \times P_{t-1} - Kd_t \times D_{t-1} \times T} \quad (4b)$$

En términos porcentuales dividimos (4b) por el capital total invertido. Esto es

$$\text{Costo total del capital invertido como porcentaje} \\ \mathbf{= (Kd_t \times D_{t-1} + Ke_t \times P_{t-1} - Kd_t \times D_{t-1} \times T) / (D_{t-1} + P_{t-1})} \quad (5)$$

Esto significa que CPPC de la firma teniendo en cuenta el efecto de los impuestos y que debe ser usado para descontar el FCL es

$$\text{CPPC}_t^{\text{FCL}} = Kd_t \frac{D_{t-1}}{V_{t-1}} + Ke_t \frac{P_{t-1}}{V_{t-1}} - \frac{Kd_t \times D_{t-1} \times T}{V_{t-1}} \quad (6) \\ \mathbf{= Kd_t (1 - T) D\%_{t-1} + Ke_t P\%_{t-1}}$$

La ecuación (6) es la (2a).

La formulación del  $Ke_t$ , el costo del patrimonio sin deuda dependerá del supuesto que se haga sobre la tasa de descuento (el riesgo) del ahorro en impuestos o escudo fiscal. (Véase Taggart, 1991, Tham, 2000, Tham y Vélez-Pareja, 2002, 2004a, 2004b, Vélez-Pareja y Burbano, 2005, Vélez-Pareja y Tham, 2000). Si el riesgo del ahorro en impuestos o escudo fiscal es  $Ku$ , el costo del patrimonio sin deuda o desapalancado, entonces la expresión para  $Ke$  es

$$\mathbf{Ke_t = Ku + (Ku - Kd) \times D\%_{t-1} / P\%_{t-1}} \quad (7)$$

En el Apéndice A se muestra la derivación de esta fórmula.

### Un ejemplo simple

Para hacerlo sencillo suponemos que la tasa de descuento del ahorro en impuestos o escudo fiscal,  $\psi$ , es  $Ku$ , el costo del patrimonio sin deuda. Supongamos un FCL con una deuda constante,  $D$  y un  $Kd$  y  $Ku$  constantes. El FCL, el costo del patrimonio sin deuda  $Ku$ , el costo de la deuda,  $Kd$ , el valor de la deuda,  $D$  y la tasa de impuestos  $T$ , se muestran en la tabla de insumos o variables de entrada.

|      |     |   |     |
|------|-----|---|-----|
| FCL  | 100 | D | 50  |
| $Ku$ | 15% | T | 40% |
| $Kd$ | 10% |   |     |

Tabla 1. Variables de entrada

Con esta información podemos calcular el valor del flujo de caja. Lo primero es suponer un valor arbitrario para el CPPC (WACC), digamos cero. Calculamos el valor con esa tasa para evitar una división por cero al calcular  $D\%$ .

|   | 0      | 1      | 2      | 3      |
|---|--------|--------|--------|--------|
| 1. FCL  |        | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 2. Deuda, D   | 50,00  | 50,00  | 50,00  | 50,00  |
| 3. V  | 300,00 | 200,00 | 100,00 |        |
| 4. $Kd \times (1-T)$                                    |        | 6,00%  | 6,00%  | 6,00%  |
| 5. $D\%_{t-1} = D_{t-1}/V_{t-1}$                        |        | 16,7%  | 25,0%  | 50,0%  |
| 6. $Kd \times (1-T) \times D\%_{t-1}$                   |        | 1,0%   | 1,5%   | 3,0%   |
| 7. $P\%_{t-1} = P_{t-1}/V_{t-1} = 1 - D\%_{t-1}$        |        | 83,3%  | 75,0%  | 50,0%  |
| 8. $Ke_t = Ku + (Ku - Kd) \times D\%_{t-1} / P\%_{t-1}$ |        | 16,00% | 16,67% | 20,00% |
| 9. $Ke_t \times P\%_{t-1}$                              |        | 13,3%  | 12,5%  | 10,0%  |
| 10. CPPC (WACC) <sub>t</sub> = Línea 6 + Línea 9        |        | 0,00%  | 0,00%  | 0,00%  |

Tabla 2. Valores temporales y valor inicial arbitrario de CPPC (WACC),  $\psi = Ku$

Note que estos valores son temporales. Están calculados con un CPPC igual a cero.  $Kd \times (1-T) \times D\%$  (línea 6) es la contribución de la deuda después de impuestos al CPPC y  $Ke \times P\%$  (línea 9) es la contribución del patrimonio al CPPC (WACC).

El valor se calcula usando la bien conocida ecuación recursiva

$$\mathbf{V_t = \frac{FC_{t+1} + V_{t+1}}{1 + \text{CPPC}_{t+1}}} \quad (8)$$

$$\text{Por ejemplo, } \mathbf{V_2 = \frac{FCL_3 + V_3}{1 + \text{CPPC}_3} = \frac{100 + 0}{1 + 0\%} = 100.00}$$

Ahora debemos activar la propiedad de iteraciones<sup>4</sup> de la hoja de cálculo (se utiliza Excel 2013). Para hacerlo procedemos como sigue: Vaya a la opción Archivos

4. "Iteración en programación es la repetición de una serie de instrucciones en un programa de computadora. Puede usarse tanto como un término genérico (como sinónimo de repetición) así como para describir una forma específica de repetición con un estado mutable". (<http://es.wikipedia.org/wiki/Iteración>, visitado en Nov. 21, 2008). Véase Apéndice B para un ejemplo manual.

(arriba a la izquierda) → Oprima Opciones (abajo a la izquierda) → Seleccione Fórmulas → Active el cuadro de Iteraciones (Habilitar cálculo iterativo) → Aceptar. Eso es todo.

Ahora podemos sumar las contribuciones de la deuda y patrimonio para obtener el CPPC (WACC).

|     |  | 0      | 1      | 2      | 3      |
|-----|--|--------|--------|--------|--------|
| 1.  | FCL  |        | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| 2.  | Deuda, D   | 50,00  | 50,00  | 50,00  | 50,00  |
| 3.  | V  | 232,89 | 165,82 | 88,70  |        |
| 4.  | $Kd \times (1-T)$                                      |        | 6,00%  | 6,00%  | 6,00%  |
| 5.  | $D\%_{t-1} = D_{t-1}/V_{t-1}$                          |        | 21,5%  | 30,2%  | 56,4%  |
| 6.  | $Kd \times (1-T) \times D\%_{t-1}$                     |        | 1,3%   | 1,8%   | 3,4%   |
| 7.  | $P\%_{t-1} = P_{t-1}/V_{t-1} = 1 - D\%_{t-1}$          |        | 78,5%  | 69,8%  | 43,6%  |
| 8.  | $K_e t = K_u + (K_u - K_d) \times D\%_{t-1}/P\%_{t-1}$ |        | 16,37% | 17,16% | 21,46% |
| 9.  | $K_e t \times P\%_{t-1}$                               |        | 12,9%  | 12,0%  | 9,4%   |
| 10. | CPPC (WACC) <sub>t</sub> = Línea 6 + Línea 9           |        | 14,14% | 13,79% | 12,75% |

Tabla 3. Cálculo final del CPPC y del valor,  $\psi = K_u$ . (Final)

Podemos verificar, usando (7), los valores de la tabla. Por ejemplo,

$$V_2 = \frac{FCL_3 + V_3}{1 + CPPC_3} = \frac{100 + 0}{1 + 12,75\%} = 88,70$$

$$V_1 = \frac{FCL_2 + V_2}{1 + CPPC_2} = \frac{100 + 88,70}{1 + 13,79\%} = 165,82$$

Ahora examinemos la sensibilidad del CPPC de cada período según el valor del FCL<sup>5</sup>. Vemos que a mayor FCL, menor  $K_e$  y mayor CPPC.

| FCL | CPPC <sub>1</sub> | CPPC <sub>2</sub> | CPPC <sub>3</sub> | Ke <sub>1</sub> | Ke <sub>2</sub> | Ke <sub>3</sub> |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 75  | 13,86%            | 13,40%            | 12,01%            | 16,99%          | 18,33%          | 29,74%          |
| 100 | 14,14%            | 13,79%            | 12,75%            | 16,37%          | 17,16%          | 21,46%          |
| 125 | 14,31%            | 14,03%            | 13,19%            | 16,04%          | 16,60%          | 19,14%          |
| 150 | 14,42%            | 14,19%            | 13,49%            | 15,84%          | 16,27%          | 18,04%          |
| 175 | 14,51%            | 14,30%            | 13,70%            | 15,71%          | 16,05%          | 17,41%          |
| 200 | 14,57%            | 14,39%            | 13,86%            | 15,61%          | 15,90%          | 16,99%          |
| 225 | 14,61%            | 14,46%            | 13,99%            | 15,53%          | 15,78%          | 16,70%          |
| 250 | 14,65%            | 14,51%            | 14,09%            | 15,48%          | 15,70%          | 16,48%          |

Tabla 4a. Sensibilidad del CPPC y  $K_e$  para cada período dependiendo del FCL

5. Se usa Tabla de datos de la hoja de cálculo.

Este comportamiento del CPPC se puede observar en la siguiente gráfica.

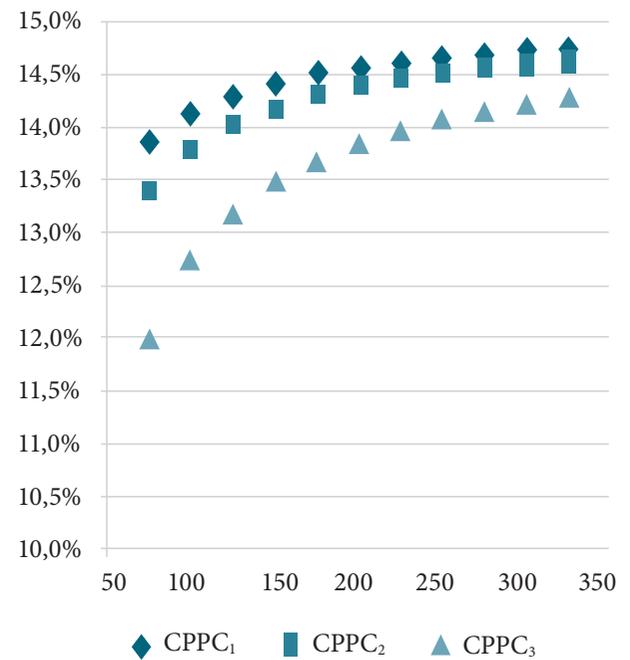


Figura 1. Comportamiento del CPPC para cada período dependiendo del FCL

¿Por qué el CPPC aumenta con un aumento del FCL? Cuando el FCL aumenta, el valor aumenta. Como la deuda (en este ejemplo) es constante, el endeudamiento a precios de mercado ( $D\%$ ) disminuye y la contribución de la deuda al CPPC disminuye. Por el otro lado, la contribución de  $K_e$  al CPPC tiene más peso y aumenta y por tanto el CPPC aumenta. Sin embargo,  $K_e$  disminuye porque  $D/E$  decrece. Esto se puede ver en la siguiente tabla y figura.

| FCL | $Kd \times (1-T) \times D\%_{01}$ | $Kd \times (1-T) \times D\%_{02}$ | $Kd \times (1-T) \times D\%_{03}$ | $K_e \times P\%_{01}$ | $K_e \times P\%_{02}$ | $K_e \times P\%_{03}$ |
|-----|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 75  | 1,71%                             | 2,40%                             | 4,48%                             | 12,16%                | 11,01%                | 7,53%                 |
| 100 | 1,29%                             | 1,81%                             | 3,38%                             | 12,85%                | 11,98%                | 9,36%                 |
| 125 | 1,03%                             | 1,45%                             | 2,72%                             | 13,28%                | 12,58%                | 10,47%                |
| 150 | 0,86%                             | 1,21%                             | 2,27%                             | 13,56%                | 12,98%                | 11,22%                |
| 175 | 0,74%                             | 1,04%                             | 1,95%                             | 13,76%                | 13,26%                | 11,75%                |
| 200 | 0,65%                             | 0,91%                             | 1,71%                             | 13,92%                | 13,48%                | 12,15%                |
| 225 | 0,58%                             | 0,81%                             | 1,52%                             | 14,04%                | 13,65%                | 12,47%                |
| 250 | 0,52%                             | 0,73%                             | 1,37%                             | 14,13%                | 13,78%                | 12,72%                |

Tabla 4b. Sensibilidad de la contribución de D y P al CPPC dependiendo del FCL

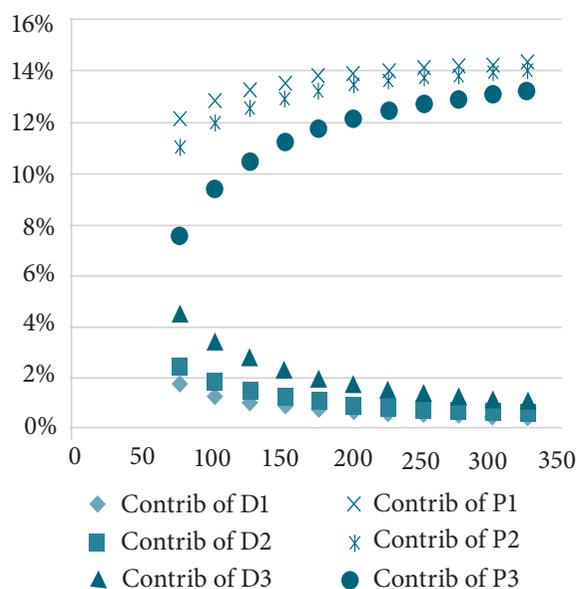


Figura 2. Contribución de la deuda y el patrimonio al CPPC para cada período dependiendo del FCL

En la siguiente tabla se muestra el CPPC y el  $K_e$  cuando el FCL es constante y cuando aumenta o disminuye por una cantidad determinada.

| Para $FCL_1 = 100$          | CPPC <sub>1</sub> | CPPC <sub>2</sub> | CPPC <sub>3</sub> | $K_{e1}$ | $K_{e2}$ | $K_{e3}$ |
|-----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------|----------|----------|
| Disminuye (10 cada período) | 14,06%            | 13,59%            | 12,20%            | 16,54%   | 17,72%   | 26,73%   |
| Constante                   | 14,14%            | 13,79%            | 12,75%            | 16,37%   | 17,16%   | 21,46%   |
| Aumenta (10 cada período)   | 14,21%            | 13,95%            | 13,11%            | 16,23%   | 16,79%   | 19,46%   |

Tabla 5. Usando un FCL variable y su efecto en el CPPC y  $K_e$

Como se puede observar, la disminución del FCL disminuye el CPPC y aumenta el  $K_e$ . Por el contrario, al aumentar el FCL se aumenta el CPPC y se disminuye el  $K_e$ .

Al cambiar el supuesto de la tasa de descuento del AI debemos redefinir la fórmula para calcular  $K_e$ . La expresión general para  $K_e$  es

$$K_{e_t} = K_u + (K_u - K_d) \times \frac{D_{t-1}}{P_{t-1}} - (K_u - \psi) \times \frac{V_{t-1}^{AI}}{P_{t-1}} \quad (9a)$$

Si  $\psi$  es  $K_d$ , entonces la fórmula (8a) es

$$K_{e_t} = K_u + (K_u - K_d) \times \frac{D_{t-1}}{P_{t-1}} - \frac{V_{t-1}^{AI}}{P_{t-1}} \quad (9b)$$

Donde  $V_{t-1}^{AI}$  es el valor de AI en el período  $t$ . Las otras variables se han definido antes.

Si la tasa de descuento del AI es  $K_e$ , entonces la fórmula para  $K_e$  es

$$K_{e_t} = K_u + (K_u - K_d) \frac{D_{t-1}}{V_{t-1}^{SD} - D_{t-1}} \quad (9c)$$

Véase Taggart, 1991, Tham y Vélez-Pareja, 2002 y 2004b, Velez-Pareja y Burbano, 2005, Kolar y Velez-Pareja, 2012. para la derivación de (8a, 8b y 8c). En el Apéndice A se presenta la derivación tomada de Tham y Vélez-Pareja, 2004b.

En esta parte del ejemplo no se muestran los pasos para resolver la circularidad, pero el procedimiento es el mismo que se ha mostrado arriba. Los resultados son:

|   | 0      | 1      | 2      | 3      |
|---|--------|--------|--------|--------|
| FCL   |        | 100    | 100    | 100    |
| D   | 50     | 50     | 50     | 50     |
| V   | 233,30 | 166,04 | 88,77  |        |
| $K_d \times (1-T)$  |        | 6,00%  | 6,00%  | 6,00%  |
| $D\%_{t-1}$   |        | 21,4%  | 30,1%  | 56,3%  |
| $K_d \times (1-T)D\%$   |        | 1,3%   | 1,8%   | 3,4%   |
| AI  |        | 2,00   | 2,00   | 2,00   |
| VP(AI at $K_d$ )  | 4,97   | 3,47   | 1,82   |        |
| $K_e = K_u + (K_u - K_d) \times (D_{t-1}/P_{t-1} - V_{t-1}^{AI}/P_{t-1})$ |        | 16,23% | 17,00% | 21,21% |
| $P\%_{t-1}$   |        | 78,6%  | 69,9%  | 43,7%  |
| $K_e \times P\%$  |        | 12,8%  | 11,9%  | 9,3%   |
| CPPC (WACC)   |        | 14,04% | 13,69% | 12,64% |

Tabla 6. Cálculo final del CPPC y del valor,  $\psi = K_d$ . (Final)

Usando el Valor Presente Ajustado (*Adjusted Present Value*, APV) propuesto por Myers, 1974, resulta la siguiente tabla:

| APV              | 0      | 1      | 2     | 3    |
|------------------|--------|--------|-------|------|
| FCL              |        | 100    | 100   | 100  |
| VP(FCL a $K_u$ ) | 228.32 | 162.57 | 86.96 |      |
| AI               |        | 2.00   | 2.00  | 2.00 |
| VP(AI a $K_d$ )  | 4.97   | 3.47   | 1.82  |      |
| APV = V          | 233.30 | 166.04 | 88.77 |      |

Tabla 7. Valor calculado con el APV,  $\psi = K_d$ .

Observe que ambos métodos producen resultados idénticos.

Por el otro lado, el comportamiento del CPPC dependiendo del flujo de caja libre es similar al detectado en el ejemplo del principio.

| FCL | CPPC <sub>1</sub> | CPPC <sub>2</sub> | CPPC <sub>3</sub> | Ke <sub>1</sub> | Ke <sub>2</sub> | Ke <sub>3</sub> |
|-----|-------------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 75  | 13,72%            | 13,27%            | 11,88%            | 16,78%          | 18,09%          | 29,14%          |
| 100 | 14,04%            | 13,69%            | 12,64%            | 16,23%          | 17,00%          | 21,21%          |
| 125 | 14,23%            | 13,95%            | 13,11%            | 15,94%          | 16,48%          | 18,98%          |
| 150 | 14,35%            | 14,12%            | 13,42%            | 15,76%          | 16,18%          | 17,93%          |
| 175 | 14,44%            | 14,25%            | 13,64%            | 15,63%          | 15,98%          | 17,32%          |
| 200 | 14,51%            | 14,34%            | 13,81%            | 15,55%          | 15,84%          | 16,92%          |
| 225 | 14,57%            | 14,41%            | 13,94%            | 15,48%          | 15,73%          | 16,63%          |
| 250 | 14,61%            | 14,47%            | 14,05%            | 15,43%          | 15,65%          | 16,42%          |

Tabla 8. Sensibilidad del CPPC y el Ke para cada período dependiendo del FCL,  $\psi = Kd$

El cambio en la tasa de descuento del AI, como se esperaba, no cambió el comportamiento del CPPC (WACC).

## Conclusiones

El CPPC depende del valor y por tanto del FCL. Esto se ha dicho durante años, pero autores, profesores y analistas prefieren ignorarlo y suponen un CPPC “dado” *a priori* e independiente del valor (y del FCL).

En este trabajo hemos mostrado que en verdad el CPPC depende del FCL y que esta dependencia es una fuente de circularidad y mostramos, además, que se puede resolver con facilidad. Además, hemos mostrado que usar el APV o Flujo de Caja Descuento produce resultados idénticos para cada situación respecto de la tasa de descuento que se suponga para los AI.

## Referencias Bibliográficas

- Benninga, S. Z. y O. H. Sarig, 1997, *Corporate Finance. A Valuation Approach*, McGraw-Hill
- Benninga, S., 2006, *Principles of Finance with Excel*, Oxford, London.
- Berk, J., and P. Demarzo, 2009. *Corporate Finance: The Core*, Boston: Pearson.
- Brealey, R. A., S. C. Myers, and F. Allen, 2011. *Principles of Corporate Finance*, 10th ed., McGraw-Hill, New York.
- Brealey, R. A., S. C. Myers y A. J. Marcus, 1995, *Fundamentals of Corporate Finance*, McGraw-Hill.
- Brealey, R.A. y S. C. Myers, 2000, *Principles of Corporate Finance*, 6a edition, McGraw Hill-Irwin, New York.
- Brealey, R.A. y S. C. Myers, 2003, *Principles of Corporate Finance*, 7a edition, McGraw Hill-Irwin, New York.

Brealey, R.A., S. C. Myers y F. Allen, 2006, *Principles of Corporate Finance*, 8a edition, McGraw Hill-Irwin, New York.

Copeland, T. E., T. Koller y J. Murrin, 1995, *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, 2nd Edition, John Wiley & Sons.

Copeland, Thomas E., T. Koller, y J. Murrin, 2000, *Valuation: Measuring and Managing the Value of Companies*, 3rd Edition, John Wiley & Sons.

Damodaran, A., 1996, *Investment Valuation*, John Wiley.

Gallagher, T. J. y J. D. Andrew, Jr., 2000, *Financial Management* 2nd ed., Prentice Hall.

International Bank for Reconstruction and Development – The World Bank, *Financial Modeling of Regulatory Policy*, 2 CD set, 2002

Kolari, J. W., e I. Velez-Pareja, 2012, Corporation income taxes and the cost of capital: A revision, *Innovar* 22, 53-72.

Modigliani, F. y M. H. Miller, 1958, The Cost of Capital, Corporation Taxes and the Theory of Investment, *The American Economic Review*. Vol XLVIII, pp 261-297.

Modigliani, F. y Merton H. Miller, 1963, Corporate Income Taxes and the Cost of Capital: A Correction, *The American Economic Review*. Vol LIII, pp 433-443.

Myers, S. C., 1974. Interactions of corporate financing and investment decisions –Implications for capital budgeting. *Journal of Finance* 29, 1–25.

Taggart, Jr, R. A., 1991, Consistent Valuation and Cost of Capital Expressions with Corporate and Personal Taxes, *Financial Management*, autumn, pp. 8-20.

Tham, J. e I. Vélez-Pareja, 2002. An Embarrassment of Riches: Winning Ways to Value with the WACC. Disponible en SSRN, Social Science Research Network. [http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=352180](http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=352180)

Tham, J. e I. Vélez-Pareja, 2004a. For Finite Cash Flows, what is the Correct Formula for the Return to Levered Equity? Disponible en *Social Science Research Network*: <http://ssrn.com/abstract=545122>

Tham, J. e I. Vélez-Pareja, 2004b, *Principles of Cash Flow Valuation. An Integrated Market-based Approach*. Academic Press.

Tham, J., 2000, Practical Equity Valuation: A Simple Approach, Working Paper, *Social Science Research Network*.

Van Horne, J.C., 1998, *Financial Management and Policy*, 11a Ed., Prentice Hall.

Van Horne, J.C., 2001, *Financial Management and Policy*, 12a Ed., Prentice Hall.

Vélez-Pareja, I. y A. Burbano-Pérez, 2005, Consistency in Valuation: A Practical Guide. Disponible en *Social Science Research Network*: <http://ssrn.com/abstract=758664>.

Vélez-Pareja, I., Ibragimov, R. y Tham, J., 2008, Constant Leverage y Constant Cost of capital: A Common Knowledge Half-Truth. *Estudios Gerenciales*, June 2008, Vol 24, No 107, pp. 13- 34, ISSN 0123-5923. Disponible en SSRN: <http://ssrn.com/abstract=997435>.

Vélez-Pareja, I. y J. Tham, 2000, A Note on the Weighted Average Cost of Capital (WACC). Disponible en *Social Science Research Network*: <http://papers.ssrn.com/abstract=254587>. Versión en español en <http://papers.ssrn.com/abstract=279460>.

Weston, J. F. y T.E. Copeland, 1992, *Managerial Finance*, 9a ed. The Dryden Press.

Wikipedia, <https://es.wikipedia.org/wiki/Iteraci%C3%B3n>, visitada en Nov. 1, 2015.

## Apéndice A

### El costo del patrimonio sin deuda para flujos de caja finitos

Esta derivación está tomada de Tham, Joseph e Ignacio Vélez-Pareja, 2004. For Finite Cash Flows, what is the Correct Formula for the Return to Levered Equity? Disponible en *Social Science Research Network*: <http://ssrn.com/abstract=545122>

En cualquier período  $t$ , especificamos una relación entre los flujos y entre los valores. En términos de flujos de caja en cualquier período  $t$ , la suma del flujo de caja libre ( $FCL_t$ ) y el ahorro en impuestos ( $AI_t$ ) es igual a la suma del flujo de caja de la deuda ( $FCD_t$ ) y el flujo de caja del accionista ( $FCA_t$ ).

$$FCL_t + AI_t = FCD_t + FCA_t \quad (A1)$$

Suponemos que se pueden ganar los AI en su totalidad.

En términos de valor, en cualquier período  $t$ , la suma del valor de la firma sin deuda  $V_t^{SD}$  y el valor del ahorro en impuestos  $V_t^{AI}$  es igual a la suma del valor de la deuda  $D_t$  y del patrimonio con deuda  $P_t$ .

$$AI_t = D_{t-1} \cdot Kd \cdot T \quad (A2)$$

Suponemos que se pueden ganar los AI en su totalidad.

En términos de valor, en cualquier período  $t$ , la suma del valor de la firma sin deuda  $V_t^{SD}$  y el valor del ahorro en impuestos  $V_t^{AI}$  es igual a la suma del valor de la deuda  $D_t$  y del patrimonio con deuda  $P_t$ .

$$V_t^{SD} + V_t^{AI} = D_t + P_t \quad (A3)$$

Ecuaciones A1 y A3 son incontrovertibles.

A la vez, podemos escribir las siguientes expresiones para el valor de la firma sin deuda, el valor del ahorro en impuestos, el valor de la deuda y el valor del patrimonio.

$$V_{t-1}^{SD} \cdot (1+Ku) = FCL_t + V_t^{SD} \quad (A4.1)$$

$$V_{t-1}^{AI} \cdot (1 + \psi_t) = AI_t + V_t^{AI} \quad (A4.2)$$

$$D_{t-1} \cdot (1 + Kd) = FCD_t + D_t \quad (A4.3)$$

$$P_{t-1} \cdot (1 + Ke_t) = FCA_t + P_t \quad (A4.4)$$

donde  $\psi_t$  es la tasa de descuento apropiada para el ahorro en impuestos en el período  $t$ . No especificamos ningún valor para  $\psi$ . Para hacer sencilla la derivación suponemos que  $Ku$  y  $Kd$  son constantes y no vamos a usar los subíndices.. Otra vez, las ecuaciones B4.1 to B4.4 son incontrovertibles.

Reescribiendo la ecuación B1, obtenemos,

$$FCA_t = FCL_t + AI_t - FCD_t \quad (A5)$$

Substituyendo las ecuaciones A4.1 en A4.4, obtenemos,

$$P_{t-1} \cdot (1 + Ke_t) - P_t = V_t^{SD} \cdot (1 + Ku) - V_t^{SD} + V_{t-1}^{AI} \cdot (1 + \psi_t) - V_t^{AI} - D_{t-1} \cdot (1 + Kd) + D_t \quad (A6)$$

Reorganizando los términos y simplificando, obtenemos,

$$P_{t-1} \cdot Ke_t = V_{t-1}^{SD} \cdot Ku + V_{t-1}^{AI} \cdot \psi_t - D_{t-1} \cdot Kd + V_{t-1}^{SD} - V_t^{SD} + V_{t-1}^{AI} - V_t^{AI} - P_{t-1} + P_t - D_{t-1} + D_t \quad (A7)$$

Aplicando la ecuación A3, simplificamos y obtenemos,

$$P_{t-1} \cdot Ke_t = V_{t-1}^{SD} \cdot Ku + V_{t-1}^{AI} \cdot \psi_t - D_{t-1} \cdot Kd \quad (A8)$$

Substituimos la ecuación A3 para el valor sin deuda en la parte derecha de la ecuación A8.

$$P_{t-1} \cdot Ke_t = (E_{t-1} + D_{t-1} - V_{t-1}^{AI}) \cdot Ku + V_{t-1}^{AI} \cdot \psi_t - D_{t-1} \cdot Kd \quad (A9)$$

Reorganizando obtenemos,

$$P_{t-1} \cdot Ke_t = P_{t-1} \cdot Ku + D_{t-1} \cdot (Ku - Kd) - V_{t-1}^{AI} \cdot (Ku - \psi_t) \quad (A10)$$

Resolviendo para Ke, obtenemos,

$$Ke_t = Ku + (Ku - Kd) \cdot D_{t-1} / P_{t-1} - (Ku - \psi_n) \cdot V_{n-1}^{AI} / P_{n-1} \quad (A11)$$

La ecuación A11 es la ecuación general del Ke con flujos de caja finitos.

Cuando  $\psi$  es Ku en la ecuación (A11) el último término a la derecha desaparece y nos queda la ecuación (7) del cuerpo del texto.

## Apéndice B

### Iteraciones: Un ejemplo

Suponga que tiene una operación comercial y decide pagar algunas comisiones a la fuerza de ventas. Las comisiones son el 50% de la Utilidad neta. Por el otro lado, usted paga una tasa de impuestos de 40% sobre la Utilidad antes de Impuestos (en inglés Earnings Before Taxes, EBT). Como la Utilidad

neta depende de las comisiones y las comisiones dependen de la Utilidad Neta, tenemos una circularidad. La circularidad aparece cuando un resultado (Utilidad neta) depende de un elemento (Comisiones) que define el resultado (Utilidad neta) y el elemento (Comisiones) a su vez depende del resultado (Utilidad neta).

Si tenemos suficiente paciencia podríamos hacerlo a mano. Note que hemos calculado las Comisiones para efectos de las iteraciones manuales 50% de la Utilidad neta del resultado anterior. Sin embargo, las hojas de cálculo lo pueden hacer sin que lo notemos. En la tabla siguiente mostramos algunas iteraciones para llegar al valor correcto de las Comisiones. Podemos verificar en la última fila la proporción entre Comisiones y Utilidad neta. El resultado a mano en este ejemplo es 0,4999997. Cuando se hace con la hoja de cálculo el resultado es 0,5000000000000000. No siempre se alcanza el valor correcto con un número de iteraciones tan pequeño.

|                             | Paso 1   | Paso 2   | Paso 3   | Paso 4   | Paso 5   | Paso 6   | Paso 7   | Paso 8   | Paso 9   | Paso 10  | Paso 11  | Paso 12   |
|-----------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| Ventas                      | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00 | 1.000,00  |
| Costo de ventas             | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00   | 400,00    |
| Utilidad bruta              | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00   | 600,00    |
| Comisiones                  | 180,00   | 126,00   | 142,20   | 137,34   | 138,80   | 138,36   | 138,49   | 138,45   | 138,46   | 138,46   | 138,46   | 138,46    |
| Utilidad antes de impuestos | 420,00   | 474,00   | 457,80   | 462,66   | 461,20   | 461,64   | 461,51   | 461,55   | 461,54   | 461,54   | 461,54   | 461,54    |
| Impuesto                    | 168,00   | 189,60   | 183,12   | 185,06   | 184,48   | 184,66   | 184,60   | 184,62   | 184,61   | 184,62   | 184,62   | 184,62    |
| Utilidad neta, UN           | 252,00   | 284,40   | 274,68   | 277,60   | 276,72   | 276,98   | 276,90   | 276,93   | 276,92   | 276,92   | 276,92   | 276,92    |
| Comisiones/UN               | 0,714    | 0,44     | 0,52     | 0,49     | 0,50     | 0,50     | 0,50     | 0,50     | 0,50     | 0,499996 | 0,500001 | 0,4999997 |