

¿Cómo se determina el costo de capital de las empresas sujetas a Regulación Tarifaria en el Perú?

Santiago Dávila Philippon*

SUMILLA

Este artículo muestra las principales metodologías para la estimación del costo de capital de negocios regulados y su aplicación reciente en la determinación de tarifas de empresas de servicios públicos e infraestructuras de transporte en el Perú. Una de las metodologías para la estimación del costo es el WACC, que es una medida del costo de financiamiento de una empresa, ya sea a través de aportes de capital de inversionistas o a través del endeudamiento. Por otro lado, se hace mención a la función que cumplen los reguladores de Telecomunicaciones (OSIPTEL), agua y saneamiento (SUNASS) e infraestructura de transporte de uso público (OSITRAN), de determinar el costo de capital aplicable a la regulación de empresas Telefónica del Perú, SEDAPAL y LAP, respectivamente; siendo que, en la práctica regulatoria peruana reciente, es posible identificar algunas similitudes cuanto a la forma en que los reguladores calculan el WACC de las empresas que regulan.

1. Introducción

El costo de capital se define como el retorno que espera un inversionista por comprometer capital y asumir los riesgos de un determinado negocio. La determinación del WACC resulta fundamental en el proceso de determinación de tarifas de negocios regulados, independientemente de la metodología que emplee el Regulador para establecer el nivel de las tarifas reguladas.

Si consideramos que los negocios sujetos a Regulación Tarifaria en el Perú (servicios públicos, como el agua, electricidad, gas, telecomunicaciones y otros servicios de infraestructura de transporte de uso público, como los prestados por puertos, aeropuertos, ferrocarriles y carreteras) requieren de significativas inversiones de carácter “hundido”, es claro que una ligera variación en la tasa de retorno permitida y calculado por los reguladores puede tener implicancias significativas sobre las tarifas que pagan los consumidores y sobre las

decisiones de inversión y financiamiento de las empresas reguladas.

Por un lado, la sub-estimación del costo de capital por parte del regulador puede llevar a que el inversionista no recupere o demore la recuperación de la inversión realizada, desincentivando o retrasando la realización de nuevas inversiones. Por otro lado, la sobre-estimación del costo de capital puede traducirse en mayores tarifas, perjudicando a los consumidores. No debe llamar la atención entonces que la determinación del costo de capital sea uno de los aspectos que mayores controversias genera entre los Reguladores y las empresas sujetas a regulación.

El objetivo del presente documento es exponer las principales metodologías para la estimación del costo de capital de negocios regulados y su aplicación reciente en la determinación de tarifas de empresas de servicios públicos e infraestructura de transporte en el Perú.

* Licenciado en Economía por la PUCP y MSc. Economics de la Universidad de Warwick (Inglaterra). Es Gerente de Estudios Económicos del INDECOPI y profesor de la Maestría en Regulación de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas y del programa de Derecho de la Universidad del Pacífico.

2. Revisión metodológica: ¿cómo se determina el WACC?

El WACC es una medida del costo de financiamiento de una empresa, ya sea a través del aporte de capital de los inversionistas o a través del endeudamiento (apalancamiento). El WACC representa también una medida del retorno esperado mínimo que demandaría un inversionista por comprometer fondos en un negocio. El WACC se estima como el promedio ponderado del costo de capital patrimonial (COC) y el costo de obtener deuda para la empresa, siendo los ponderadores determinados por la estructura de capital de la empresa regulada.

$$\text{WACC (antes de impuestos)} = g * r_d + \frac{1}{1-t} * r_e * (1-g) \quad (1)$$

Donde:

- r_d es el costo de la deuda para la empresa
- r_e es el costo de capital patrimonial (COC)
- g es la proporción de deuda de la empresa
- $1-g$ es la proporción de capital de la empresa
- t es la tasa de impuesto a la renta

Tratándose de un análisis prospectivo, la estimación del costo de capital patrimonial implica anticipar cuál es la expectativa de retorno que esperan recibir los socios que aportan capital en la empresa. En contraste con el COC, la estimación del costo de endeudamiento suele ser más observable, ya sea porque las tasas de endeudamiento futuro se establecen con antelación en los contratos de endeudamiento de la empresa regulada o porque las tasas de interés vigentes incorporan las expectativas de retorno para préstamos de distintas calidades. En consecuencia, la principal dificultad que enfrentan los reguladores en la estimación de la ecuación 1 radica en la determinación del COC, más que en la determinación del costo de endeudamiento.

En general, el COC puede ser estimado mediante distintos métodos de valoración de activos, como el modelo de equilibrio de activos financieros (CAPM), los modelos multifactoriales, por ejemplo, el modelo de tres factores de Fama y French o el modelo de valorización por arbitraje (APM) y el modelo de crecimiento de dividendos (DGM)¹.

Un rasgo esencial de estos modelos es que la estimación del COC requiere la medición de los riesgos del negocio, porque son dichos

riesgos los que determinan el COC que el inversionista requerirá por comprometer fondos en un determinado activo, negocio o proyecto. En particular, en el caso del CAPM, el único tipo de riesgo que determina el COC es el llamado riesgo sistémico o no diversificable, mientras que, por el contrario, en los modelos multifactoriales se admite la posibilidad de que varios factores sean considerados en la determinación del COC del inversionista.

Si bien algunas contrastaciones empíricas sugieren que los modelos multifactoriales son más robustos estadísticamente que el modelo CAPM, debido principalmente a la incorporación de más factores de riesgo, no siempre es posible estimar modelos multifactoriales en el contexto de economías emergentes. Por ejemplo, no están disponibles en el Perú las fuentes de datos para la estimación de algunas de las variables del modelo de Fama y French, asociadas al tamaño y al nivel de estrés financiero de las empresas. Por otro lado, en el caso del DGM, su aplicación requiere realizar supuestos o estimaciones sobre parámetros claves, como la tasa de crecimiento de los dividendos o el valor actual de las acciones, que son tan o más difíciles de anticipar que el mismo COC.

Es por esta razón que en el contexto de regulación de tarifas a nivel mundial, incluyendo al Perú, el modelo CAPM es el que se aplica con mayor frecuencia para la determinación del COC de empresas reguladas. Incluso en el caso de mercados emergentes, donde se hace más evidente los problemas para la estimación de los parámetros del CAPM (no hay información disponible o no se cumplen los supuestos del modelo), se han aplicado y ensayado distintos enfoques que permiten su utilización.

Por ejemplo, es frecuente el uso de distintas medidas para corregir el CAPM incluyendo una medida del riesgo país o aplicar ajustes al cálculo del COC por tomar en cuenta el tamaño de la empresa. Igualmente, cuando la empresa no cotiza en una bolsa, o la bolsa de valores en la que cotiza no es líquida, se han desarrollado diversas técnicas para seleccionar y estimar el riesgo no diversificable sobre la base de empresas comparables que sí cotizan en bolsa.

La estimación de la ecuación 1 puede subdividirse en cinco etapas. La primera etapa consiste en estimar la **tasa libre de riesgo**. Esta tasa hace

¹ Ver el Anexo para una explicación de estos modelos alternativos de valoración de activos.

referencia a un activo para el que no existe riesgo de default, como por ejemplo, los bonos del tesoro de los Estados Unidos o del Reino Unido. Como el objetivo es estimar cual será la tasa libre de riesgo que estará disponible para la empresa regulada durante el periodo regulatorio, es importante que el regulador evalúe si tomará como referencia de la tasa de libre riesgo futura a la tasa libre de riesgo vigente (*tasa spot*) o si utilizará más bien el promedio histórico de la tasa libre de riesgo en el pasado.

La utilización de la primera alternativa (uso de la *tasa spot*) supone que esta tasa es el mejor predictor de lo que ocurrirá en el mercado del activo libre de riesgo en el futuro, en tanto que la utilización de la segunda opción es conveniente si se el regulador considera que, por alguna circunstancia, la tasa libre de riesgo *spot* es inusualmente alta o baja y su utilización podría no reflejar las condiciones normales del mercado en el futuro (por ejemplo, porque al momento del cálculo, el mercado viene atravesando una crisis financiera o una burbuja de crecimiento).

Adicionalmente debe evaluarse el periodo de maduración del bono cuyo interés se considera como referente libre de riesgo. En general, se suele utilizar un bono con maduración equivalente a la duración del periodo regulatorio para el cual se determinan las tarifas o un periodo equivalente a la vida económica de los activos regulados².

La segunda etapa consiste en estimar la **prima o premio por deuda**, específico de la empresa regulada, que demandan los prestamistas. Normalmente, esta información es pública para el caso de empresas cuya deuda se tranza en el mercado. Incluso en el caso en que esta información no esta disponible para la empresa regulada, es posible observar el premio por deuda a partir del costo de la deuda de empresas similares o comparables en términos operativos y financieros. En este ultimo caso debe analizarse previamente, al igual que para la estimación de la tasa libre de riesgo, la elección del dato (histórico o *spot*) y el plazo de maduración de la deuda. Además del premio por deuda, que esta asociado con los riesgos específicos del negocio regulado, el regulador debe evaluar también la

conveniencia o no de incluir dentro del cálculo del costo de endeudamiento a otros conceptos, como por ejemplo, el costo involucrado en la emisión de deuda. Estos costos de emisión no son despreciables, especialmente en el contexto de países emergentes que no cuentan con mercados de deuda desarrollados.

La suma de la tasa libre de riesgo y el premio por deuda (más los otros costos de endeudamiento) constituye el costo total de endeudamiento que enfrenta la empresa regulada.

La tercera etapa consiste en estimar la **prima o premio por riesgo de mercado** que esperan obtener los inversionistas. Usualmente el enfoque práctico que se emplea para estimar la prima por riesgo esperada de los inversionistas es tomar un promedio histórico de primas por riesgo obtenidas por los inversionistas en el pasado, considerando para ello, la mayor amplitud de datos posible³. DIMSON y otros, publican periódicamente promedios históricos de la primas por riesgo obtenidas por inversionistas en distintos países, las mismas que generalmente muestran una revisión a la baja⁴. Otra opción de cálculo consiste en emplear proyecciones de analistas o encuestas a inversionistas, tanto sobre el retorno de mercado esperado como sobre la tasa libre de riesgo esperada (enfoque ex-ante).

En general, existe consenso en afirmar que la prima o premio por riesgo esperada por los inversionistas en un mercado emergente es mayor que la obtenida en inversiones en países desarrollados. Esto ha llevado al desarrollo de distintos enfoques para estimar cuál es la prima o premio por riesgo de mercado en países en vías de desarrollo (ver sección 2.2).

El cuarto paso en la estimación del WACC consiste en determinar el **riesgo no diversificable** que enfrenta el negocio regulado. Bajo el contexto del modelo de equilibrio de activos financieros (CAPM) ello involucra estimar el valor de coeficiente Beta (ver Anexo para una explicación gráfica del modelo CAPM). El Modelo CAPM permite determinar el retorno esperado de un activo financiero, en función al retorno de un activo libre de riesgo, el premio por riesgo del mercado y la cantidad

² Desde un punto de vista práctico, es frecuente el uso del retorno (income return) obtenido por bonos del Tesoro Americano a veinte años (US Treasury bonds). Ver L.R Giacchino y J.A.Lesser (2011). Principles of Utility Corporate Finance, Public Utilities Reports, Inc. Vienna, Virginia, pp. 232-236

³ Cuando se emplea este enfoque es frecuente utilizar el promedio aritmético del retorno obtenido por el índice S&P 500 desde el año 1926 (fecha desde donde se tiene registro de data).

⁴ JENKINSON, Tim (2006). Regulation and cost of capital. En: Crew, Michael y David Parker (2006), International Handbook of Economic Regulation. Edward Elgar. p. 148

de riesgo no diversificable que tiene el activo en cuestión, denominada beta (β).

$$E(R_a) = r_f + [E(R_m) - r_f] \frac{\sigma_{A,M}}{\sigma_M^2} \quad (2)$$

Donde:

- R_f = activo libre de riesgo
- $E(R_m) - R_f$ = prima (premio)
- $\beta_A = \frac{\sigma_{A,M}}{\sigma_M^2}$ es la covarianza del rendimiento del activo con riesgo A y el portafolio de mercado M, dividido por la varianza del retorno del mercado.

El beta se estima normalmente a partir de una regresión econométrica que tiene como variable dependiente, al retorno del activo bajo análisis con relación al activo libre de riesgo y, como variable explicativa, al premio por riesgo de mercado.

$$R_A = \alpha_A + \beta_A R_M + \varepsilon_A \quad (5)$$

Donde:

- $R_A = \frac{p_{A,t} + d_{A,t}}{p_{A,t-1}} - 1 - r_f$ es el retorno de la acción por sobre la tasa libre de riesgo. El retorno de la acción se calcula como la variación de los precios del acción (pA) en el periodo t y t-1, incluyendo los dividendos pagados en el periodo (dA,t).
- $R_M = r_M - r_f$ es la prima por riesgo de mercado.

La estimación del coeficiente beta es compleja en la práctica, especialmente en el contexto de la inversión en el activo de un país emergente. Para la estimación del coeficiente beta de un negocio regulado, es necesario en primer lugar evaluar y seleccionar la variable que será representativa del mercado en el que hace la inversión. Por ejemplo, es frecuente el uso el índice S&P 500, del índice del bolsa de Nueva York o el índice de la bolsa de Londres (FTSE).

En segundo lugar, es importante evaluar el periodo sobre el cual se llevará a cabo la regresión econométrica. En teoría, siempre es mejor emplear un periodo largo de datos, de forma que se promedien algunos eventos históricos, como las crisis internacionales, que pueden representar movimientos inusuales en las variables.

En tercer lugar, es preciso elegir la frecuencia de los datos sobre los cuales se estima el beta (por ejemplo, datos de frecuencia diaria, semanal o mensual). Sobre este punto en particular, diversos estudios han mostrado que el valor del beta estimado varía dependiendo de la frecuencia de los datos⁵. La práctica usual en estos casos es estimar los betas con todas las opciones de frecuencia de datos posible y obtener un promedio, o tomar el beta que resulta más "razonable" para la industria bajo análisis.

Finalmente, una vez estimado el beta, es frecuente la aplicación de ajustes adicionales. En particular, de acuerdo con BLUME (1971), los betas estimados con datos históricos (en adelante, betas históricos) revierten hacia el beta del mercado, que tiene un valor de 1. En consecuencia, empresas con valores de beta históricos mayores a la unidad sobreestiman los betas futuros, mientras que empresas con betas históricos menores que la unidad, sub-estiman los betas futuros⁶. Para corregir este sesgo, BLUME propuso corregir el beta histórico con la siguiente fórmula:

$$\beta_{Ajustado} = 0.33 + 0.67\beta_{estimado} \quad (6)$$

Cuando se estima el beta que enfrenta una inversión en un mercado emergente, la estimación del riesgo no diversificable se torna más compleja, ya sea porque no existe un índice representativo del mercado o porque la empresa regulada del país emergente no cotiza en bolsa, o si cotiza, el mercado bursátil del país en cuestión es ilíquido o poco profundo, por lo que las cotizaciones bursátiles del país emergente no reflejan los riesgos del negocio adecuadamente.

Calculado el beta y el resto de parámetros anteriores, es posible estimar el costo de capital patrimonial de la empresa (COC).

El quinto paso de la metodología consiste en promediar el costo de la deuda y el costo del capital patrimonial, para obtener el WACC. Tal como se indicó anteriormente, el ponderador que se emplea para el cálculo del WACC está determinado por la **estructura de capital** de la empresa. En particular, cuando más apalancada está la empresa, menor será el WACC estimado y cuanto mayor sea el aporte de capital patrimonial en la empresa (menor sea el endeudamiento como proporción del valor de la empresa) mayor será el WACC estimado. La elección de la estructura

⁵ Ver Smithers & Co. Study into certain aspects of the cost of capital for regulated utilities in the UK. February, 2003. Disponible en www.ofwat.gov.uk

⁶ BLUME, M. On the Assessment of Risk, Journal of Finance, 26: 1-10, Marzo, 1971.

de capital que el regulador utiliza para el cálculo del WACC no es trivial y tiene un efecto material sobre el WACC finalmente estimado (ver sección 2.2).

Para finalizar la estimación del WACC, el regulador debe elegir si estimar el WACC antes de impuestos (como en la ecuación 1) o después de impuestos. Además, debe considerar si la estimación del WACC se realizará en términos reales o en términos nominales.

Si el regulador estima el WACC antes de impuestos debe engrosar el COC de forma que la empresa obtenga un retorno esperado acorde con el nivel de riesgo que asume y además, pueda hacer frente al pago de impuestos. En el caso de la ecuación 1, el cálculo asume que los impuestos que efectivamente paga la empresa coinciden la tasa de impuesto a la renta. Si bien este es un supuesto correcto en el largo plazo, en el corto plazo la empresa puede pagar más o menos impuestos que la tasa impositiva legal.

Alternativamente, el regulador puede optar por no considerar las obligaciones tributarias en el cálculo del WACC y estimar el WACC con la siguiente ecuación:

$$\text{WACC (sin impuestos)} = g * r_d + r_e * (1 - g) \quad (7)$$

En caso el regulador opte por la aplicación de la ecuación de wacc anterior, debe estimar las obligaciones tributarias que efectivamente pagará la empresa a futuro y considerarlas como un gasto a ser recuperado a través de las tarifas reguladas.

Finalmente, el regulador también puede elegir estimar el WACC después de impuestos, para la cual buscará remover del WACC el beneficio tributario que obtiene la empresa con el endeudamiento:

$$\text{WACC (después de impuestos)} = g * r_d * (1 - t) + r_e * (1 - g) \quad (8)$$

Con esta breve introducción al cálculo del costo de capital en industrias reguladas, a continuación se analiza cómo los reguladores de telecomunicaciones (OSIPTEL), agua y saneamiento (SUNASS) e infraestructura de transporte de uso público (OSITRAN) han determinado el costo de capital aplicable a la regulación de las empresas Telefónica del Perú, SEDAPAL y LAP, respectivamente.

3. Determinación del costo de capital patrimonial en industria sujetas a regulación en el Perú

En el Perú, las estimaciones del WACC se han dado en el contexto de la Regulación Tarifaria de empresas de servicios público (gas natural, agua y saneamiento, telecomunicaciones) e infraestructura (puertos y aeropuertos). En todos los casos revisados, el WACC se estimó después de impuestos y el cálculo del costo de capital patrimonial se efectuó siguiendo el modelo CAPM. Sin embargo, de la revisión de los precedentes regulatorios sobre el cálculo de costo de capital efectuado por los reguladores peruanos, se desprende que no existe consenso en el cálculo de los parámetros del CAPM, en particular, con relación a la forma de cálculo del beta y del riesgo país.

El Cuadro 2.1 resume los valores de los parámetros del WACC que los reguladores peruanos han aplicado en procesos recientes de Regulación Tarifaria. En lo que resta del documento se presenta un detalle de las variables y fuentes de datos utilizadas por los reguladores peruanos para la determinación de los parámetros del CAPM.

3.1 Estimación de la tasa libre de riesgo

Del Cuadro N° 2.1 se desprende que la tasa libre de riesgo establecida para las fijaciones tarifarias de Telefónica y SEDAPAL, calculadas por OSIPTEL y SUNASS durante el 2009, aplicables desde el 2010, son inferiores a la tasa libre de riesgo consideradas en la fijación de tarifas de LAP, efectuada por OSITRAN en el año 2007 (aplicadas desde el 2008), lo que se explicaría por la crisis financiera internacional en dichos años, que tuvo como consecuencia un incremento de la demanda por bonos soberanos libres de riesgo, reduciendo su rendimiento.

Existen algunas similitudes y diferencias en la forma de cálculo de la tasa libre de riesgo efectuada por reguladores en el Perú. Por una parte, todos los reguladores utilizaron los bonos del Tesoro Americano como referencia de un activo libre de riesgo. Por otro lado, tanto OSIPTEL como OSITRAN utilizaron un bono con vencimiento a diez años, mientras que SUNASS optó por un bono a treinta años. Finalmente, mientras OSIPTEL utilizó el promedio anual del rendimiento del activo libre de riesgo, SUNASS empleó el promedio del rendimiento del activo libre de riesgo en el último mes previo al cierre del estudio tarifario, mientras que OSITRAN optó por tomar un promedio

Cuadro 2.1
Cálculo del WACC después de impuestos en precedentes regulatorios recientes (USD, nominal)

Parámetro del CAPM	OSITRAN LAP (2007)	OSIPTEL TELEFONICA (2010)	SUNASS SEDAPAL (2010)
Tasa libre de riesgo	5.26%	3.25%	3.41%
Beta	1.247	1.07	0.82
Prima por riesgo de mercado	6.42%	8.02%	6.57%
Riesgo país	1.380%	2.92%	2.16%
Costo del capital patrimonial	14.65%	11.81%	10.96%
Tasa de interés de endeudamiento	6.880%	7.37%	2.81%
Tasa impositiva	25.90%	37%	33.5%
Costo de endeudamiento (después de impuestos)	5.11%	4.28%	1.87%
D/(D+E)	40.5%	25%	61%
E/(D+E)	59.5%	75%	39%
WACC (después de impuestos)	8.97%	9.49%	7.42%

Fuente: OSITRAN, OSIPTEL, SUNASS. Elaboración: propia.

histórico del rendimiento anual del activo libre de riesgo durante el periodo 1928-2007.

3.2. Estimación del costo de endeudamiento y la estructura de capital

Todos los reguladores estimaron el costo de endeudamiento con base en la deuda mantenida por la empresa en el año del cálculo. Así, el costo de endeudamiento de LAP fue estimado por OSITRAN como el promedio ponderado de las tasas de interés para los distintos tipos de deuda de largo plazo de la empresa⁷. Igual procedimiento utilizó SUNASS para la determinación del costo de endeudamiento de SEDAPAL⁸. En el caso de Telefónica del Perú, OSIPTEL utilizó la tasa de interés efectiva anual de las emisiones por oferta privada de notas de la empresa⁹.

⁷ Op.Cit. p.11

⁸ SUNASS (2010). Informe Tarifario de SEDAPAL. p. 118

⁹ Informe N° 388-GPR/2010. p. 247

¹⁰ Ver Macroconsulting (2008). Asesoramiento a LAP en la Estimación del Costo de Capital en el Marco de la Propuesta de Revisión Tarifaria por Medio del Factor de Productividad. Informe Final. Disponible en: [http://www.lap.com.pe/lap_portal/pdf/Anexo%203-Macroconsulting%20\(estimación%20costo%20del%20capital_WACC\).pdf](http://www.lap.com.pe/lap_portal/pdf/Anexo%203-Macroconsulting%20(estimación%20costo%20del%20capital_WACC).pdf)

¹¹ F. MODIGLIANI y M. MILLER. "The cost of capital, corporation finance and the theory of investments", American Economic Review, 48 (1)1958=, 1997, p. 261.

¹² JENKINSON, 2006. Op. cit. p. 157-158

Igualmente todos los reguladores utilizaron la estructura de capital vigente en la empresa al momento del cálculo del WACC. En general, este enfoque no ha generado cuestionamientos por parte de las empresas reguladas, salvo en el caso de LAP, que cuestionó el uso de esta metodología debido a su impacto material en los resultados del factor de productividad de la empresa. En este último caso, LAP argumentó que debería emplearse una estructura de capital óptima u objetivo, toda vez que el uso de la estructura de capital vigente en cada año era altamente variable, lo que tenía un impacto material en el WACC anual de la empresa¹⁰.

Utilizar la estructura de capital vigente en las empresas, en vez de, por ejemplo, una estructura de capital óptima u objetivo, es consistente con el teorema de MODIGLIANI-MILLER que establece que, en un escenario sin impuestos a la renta, el WACC de una empresa es independiente de su estructura de capital¹¹. Algunos autores, como JENKINSON, aunque recomiendan este enfoque, llaman la atención respecto a que a la necesidad de complementarlo con reglas claras para anticipar situaciones de estrés financiero, provocadas por un incremento substantivo del endeudamiento de las empresas reguladas¹².

3.3. Estimación del premio por riesgo de mercado y del premio por riesgo país

El modelo CAPM asume que los mercados financieros de los que se extrae la información sobre betas, premio por riesgo de mercado y tasa libre de riesgo, son mercados líquidos y profundos. Así las cosas, el premio por riesgo de mercado suele estimarse como la diferencia entre el promedio histórico de un índice representativo del mercado (por ejemplo, el índice S&P 500) y el rendimiento del activo libre de riesgo.

Este supuesto contrasta con la realidad de mercados emergentes, como el Perú, cuyo mercado de capitales no tiene la profundidad y liquidez que se observa en países desarrollados. Cuando se calcula el costo de capital de un activo en un país emergente es necesario efectuar algunos ajustes al modelo CAPM para recoger el riesgo

adicional que representa para un inversionista comprometer capital en un país emergente. Este ajuste normalmente se estima a partir del cálculo del denominado premio por riesgo país.

No existe una única forma de estimar la prima por riesgo que requerirá un inversionista por invertir en un país emergente¹³. En la práctica se suele emplear como medida del riesgo país el spread entre los bonos soberanos de un país emergente (nominados en dólares) y los bonos del Tesoro de los Estados Unidos. En el caso de países latinoamericanos, es frecuente la utilización de un índice denominando EMBI+ publicado por la firma JP Morgan, que registra los spreads para varios países latinoamericanos, incluido el Perú.

En el contexto peruano, para la estimación de la prima o premio por riesgo del mercado, todos los reguladores emplearon promedios históricos de la diferencia entre el rendimiento de un índice de mercado como el S&P 500 y el rendimiento del activo libre de riesgo. Sin embargo, a pesar de utilizar la misma metodología, existen diferencias en el valor de la prima por riesgo de mercado estimada por los reguladores, que se explicaría por la elección de un horizonte temporal distinto para el cálculo del promedio histórico del rendimiento del activo libre de riesgo (ver sección 2.1).

En cuanto al cálculo del riesgo país, existe consenso entre los reguladores en el empleo del índice EMBI+ Perú, con la particularidad de que OSIPTEL efectuó un ajuste a dicho índice con el objetivo de obtener una medida del riesgo país no diversificable. El ajuste aplicado consistió en multiplicar el riesgo país calculado por el índice EMBI+ por la ratio entre las volatilidades del NYSE y la Bolsa de Valores de Lima, en aplicación de la metodología propuesta por DAMODARAN (2003).

3.4. Estimación del riesgo no-diversificable (beta)

De acuerdo con la teoría financiera, solo el riesgo no diversificable requiere un retorno adicional, que en modelo CAPM es capturado por el beta de la empresa. Este es sin embargo un parámetro

sumamente complejo de estimar para los reguladores, con consecuencias materiales sobre el retorno permitido a la empresa regulada¹⁴.

Tal como se indicó previamente, en el contexto de una empresa regulada de un país emergente, la estimación del beta se torna compleja, entre otros factores, por la elección del índice representativo del mercado. Si bien lo común en este caso es elegir un índice representativo de una bolsa mundial, esto solo tiene sentido si el inversionista tiene acceso a dichos mercados, pero no si el inversionista es solo local.

Aunque cada vez menos, en algunos países en vías de desarrollo, las economías todavía están parcial o totalmente cerradas al movimiento de capitales, por lo que los inversionistas locales no siempre tienen acceso a mercados de capitales mundiales.

Aun si se tratara de un inversionista que tiene acceso a los mercados mundiales, y en consecuencia, resulta correcto utilizar un índice representativo de mercados de países desarrollados (por ejemplo, podría tratarse del caso de un inversionista extranjero que opera en el país emergente), un problema práctico es que el beta estimado de regresiones entre un índice mundial y el retorno de una acción en el mercado emergente no son necesariamente robustos, desde un punto de vista estadístico.

Cuando no es posible estimar el beta con datos de mercado, lo que es relativamente frecuente en el caso de negocios regulados en países emergentes, se utilizan los betas de empresas comparables que sí operan en mercados de capitales líquidos.

Sin embargo, la estimación del beta a partir de empresas comparables, también acarrea complicaciones adicionales. Una primera complicación es la elección misma de empresas comparables. Aunque existen técnicas estadísticas, como el análisis de conglomerados que permiten seleccionar a las empresas más comparables sobre la base de indicadores financieros y de mercado, suele darse el caso que no existan empresas comparables o que no existan datos que permitan seleccionar a las empresas comparables, de manera adecuada¹⁵.

¹³ HARVEY, C. (2005), "12 ways to calculate the international cost of capital", National Bureau of Economic Research y A.Damodaran (2003), "Country Risk and Company Exposure: Theory and Practice", *Journal of Applied Finance* 13 (Fall 2003), pp. 65-76

¹⁴ Por ejemplo, con un premio por riesgo del mercado de 4% un incremento del beta en 0.25 cambia el costo de capital en 1%. Ver JENKINSON, 2006. Op. cit. p. 152

¹⁵ Por ejemplo, la información financiera y contable de las empresas no suele ser comparable, especialmente cuando estas operan en jurisdicciones distintas.

Asumiendo que sí es posible obtener información para empresas comparables, una segunda complicación ocurre porque los betas estimados de las empresas comparables son betas apalancados, es decir, reflejan tanto el riesgo no diversificable del negocio como el riesgo financiero relacionado con el nivel de apalancamiento de las empresas. Para obtener el beta de la empresa regulada es preciso entonces des-aplancar el beta de la muestra de las empresas comparables y posteriormente re-apalancarlos utilizando la estructura de capital de la empresa bajo análisis. Este último cálculo también introduce una complicación adicional, toda vez que requiere que el regulador decida si va utilizar la estructura de capital actual de la empresa regulada o emplear una estructura de capital distinta a la estructura de capital vigente en la empresa.

En el contexto peruano, OSIPTEL y OSITRAN han empleado empresas comparables para la determinación del beta de las empresas Telefónica y LAP.

Para el caso del cálculo del costo de capital de Telefónica, OSIPTEL utilizó una muestra de seis empresas de telefonía de los Estados Unidos. Si bien OSIPTEL indicó que la muestra de empresas presentaba características similares a Telefónica, no es claro cómo se seleccionó la muestra de empresas y en particular, porque dicha muestra solo incluye empresas de telecomunicaciones de los Estados Unidos. Tampoco se realizó un análisis de *clustering*, lo que hubiera permitido comparar variables económicas y financieras de las empresas de la muestra con Telefónica, facilitando la selección de una muestra de empresas con características más cercanas a la empresa regulada.

Una vez estimado el beta de la muestra de empresas comparables, dicho parámetro fue des-apalancado, para corregir el efecto del apalancamiento de las empresas de la muestra y posteriormente re-apalancado con la estructura de capital de Telefónica (ver sección 2.2) y la tasa impositiva vigente, obteniéndose un valor de 0.82. A este valor se le aplicó un ajuste final que consideraba tanto la relación entre la volatilidad del índice de mercado de los Estados Unidos (S&P 500) y el índice de mercado local (IGBVL), como la relación entre el premio o prima por riesgo país y la prima por riesgo de mercado, obteniéndose

un valor final del beta para Movistar de 1.07. El ajuste aplicado por OSIPTEL fue el siguiente:

$$\beta_{\text{ajustado por riesgo país}} = \beta_{\text{comparables}} + \frac{\lambda \text{PRP}}{E[r_M - r_f]} \quad (9)$$

Donde:

λ PRP es una medida del premio por riesgo país que no es diversificable y λ se obtiene de la siguiente regresión:

$$R_{IGBVL,t} = \beta_0 + \beta_1 R_{S\&P500} + \varepsilon_t$$

$$\lambda = \beta_1^2 \left(\frac{\sigma_{S\&P500}}{\sigma_{IGBVL}} \right)^2$$

Un aspecto adicional que no se consideró en la estimación del beta de Telefónica, es que el beta estimado a través empresas comparables refleja el riesgo de un negocio integrado de telefonía, no solo de la parte correspondiente a la telefonía fija. En efecto, al igual que Telefónica, las empresas de la muestra ofrecían servicios de telefonía fija alámbrica e inalámbrica, móvil, datos, internet, televisión por suscripción, etc.¹⁶. Sin embargo, las tarifas reguladas bajo análisis se determinan para un conjunto de servicios regulados que se prestan en el mercado de telefonía fija, por lo que el beta debió reflejar solo los riesgos de este negocio en particular.

Una alternativa para estimar el beta específico del negocio de telefonía fija podría haber consistido en desagregar el beta (o en su defecto el costo de capital estimado), entre sus componentes referidos a la telefonía fija y a otros negocios no regulados, de forma que refleje más específicamente los riesgos no-diversificables del negocio regulado para el cual se calculan las tarifas¹⁷.

Para el cálculo del beta de LAP, OSITRAN utilizó una muestra de seis aeropuertos (cuatro de Europa, uno de México y uno de Australia). Esta muestra incluyó aeropuertos que tienen la misma estructura de propiedad (son operados por el sector privado), están sujetos a un sistema tarifario de precios tope y mantienen información de cotizaciones bursátiles disponibles. El beta des-apalancado de la muestra de aeropuertos (0.597) fue re-apalancado considerando la estructura de capital de LAP y la tasa impositiva vigente para la fecha de cálculo, obteniéndose

¹⁶ OSIPTEL (2010). Informe N° 388-GPR/2010. pp. 235-237.

¹⁷ Ver por ejemplo el comentario del professor Dieter Helm sobre la posibilidad de "partir" el costo de capital para cada una de las funciones que realiza una empresa regulada. Helm, Dieter (2008), "Tradeable RABs and the Split cost of capital". Disponible en: www.dieterhelm.co.uk/sites/default/files/tradeable_rabs_Jan_08.pdf

un valor de beta de 1.247. Cabe precisar que, a diferencia de OSIPTEL, OSITRAN no aplicó el ajuste indicado en la ecuación 9. En contraste con lo anterior, en el caso de la empresa de agua y saneamiento de la Lima (SEDAPAL), el beta no se estimó específicamente dentro del procedimiento de fijación tarifaria de dicha empresa, sino que este parámetro se fijó en la resolución del Consejo Directivo del ente regulador (SUNASS). El parámetro beta de SEDAPAL, en este caso, fue fijado en 0.82¹⁸.

4. Conclusiones

El cálculo del WACC es un aspecto crucial en la determinación de tarifas de empresas reguladas. La determinación de un WACC muy bajo con relación a lo esperado por las empresas reguladas puede impactar negativamente sobre la inversión, mientras que el establecimiento de un WACC elevado puede perjudicar a los consumidores o usuarios del servicio regulado toda vez que implica un incremento de las tarifas.

El WACC se calcula como el promedio del costo de capital patrimonial (COC) y el costo de endeudamiento para la empresa, siendo los ponderados determinados por la estructura de capital de la empresa.

Aunque existen distintas alternativas para el cálculo del COC, el modelo que más se emplea, tanto a nivel internacional como a nivel local, es el modelo de equilibrio de activos financieros (CAPM). Otros modelos como el modelo de tres factores de Fama y French, el modelo de valorización por arbitraje (APM) y el modelo de crecimiento de dividendos (DGM), no son empleados en parte por ser intensivos en información y data financiera que no siempre se encuentra disponible. Incluso en los casos de economías emergentes, como el caso Peruano, en donde se hacen más evidentes las dificultades de estimación del modelo CAPM, se han desarrollado e implementado distintas metodologías para la aplicación del CAPM a cálculo del COC de negocios reguladas.

En la práctica regulatoria peruana reciente, es posible identificar algunas similitudes cuanto a la forma en que los reguladores calculan el WACC de las empresas que regulan.

En primer lugar, todos los reguladores estimaron el WACC después de impuestos, lo que implica que removieron el efecto del endeudamiento sobre

el pago de impuestos del cálculo del retorno esperado de la empresa.

En segundo lugar, todos los reguladores estimaron el costo de capital con base en la información de las tasas de interés del endeudamiento vigente de las empresas al momento de cálculo. Igualmente, la estructura de capital utilizada, fue la vigente al momento del cálculo, es decir no emplearon una tasa objetiva u óptima de endeudamiento.

En tercer lugar, todos los reguladores emplearon el modelo CAPM para la estimación del COC. Sobre este punto, existen coincidencias en cuanto a la elección del activo representativo de un activo libre de riesgo (bono del Tesoro Americano), el activo representativo del mercado (índice S&P 500) y la forma de cálculo de la prima por riesgo de mercado.

Para el cálculo del parámetro beta todos los reguladores debieron utilizar empresas comparables ante la imposibilidad de estimar directamente dicho parámetro con datos bursátiles de las empresas. En el caso de OSIPTEL además se aplicó un ajuste para reflejar la diferencia en las volatilidades del índice S&P 500 y el índice de la bolsa local.

Finalmente, todos los reguladores utilizaron la misma medida del riesgo país, el índice EMBI Perú, que mide la diferencia en la tasa de interés que pagan los bonos peruanos y los bonos del Tesoro Americano. En el caso de OSIPTEL además se ajustó dicho parámetro para obtener una medida del riesgo país no diversificable.

5. Anexo

Modelos de valoración de activos

A1. El modelo de equilibrio de activos financieros (CAPM)

La formulación del modelo CAPM considera una economía en donde los inversionistas son todos racionales y no existen costos de transacción significativos. Específicamente, el CAPM considera los siguientes supuestos:

Los inversionistas solo están preocupados por el nivel y la incertidumbre de su riqueza futura. En el CAPM la riqueza obtenible por un inversionista esta correlacionada con la rentabilidad de la cartera del mercado, mientras que la demanda por acciones

¹⁸ Resolución del Consejo Directivo N° 033-2005-SUNASS-CD.

y otros activos riesgosos está determinada por su relación con el riesgo de la cartera del mercado¹⁹.

Ningún inversionista puede influir en el precio de los activos (es decir, que todos los inversionistas son tomadores de precios y ninguno tiene poder de mercado).

Aunque los inversionistas pueden tener distintas preferencias por riesgo, todos tienen las mismas expectativas acerca del retorno esperado y de las desviaciones estándar de los activos, que además siguen una distribución normal.

Existe un activo libre de riesgo con una tasa de retorno conocida por todos los inversionistas. Además los inversionistas pueden prestar y prestarse a la tasa libre de riesgo.

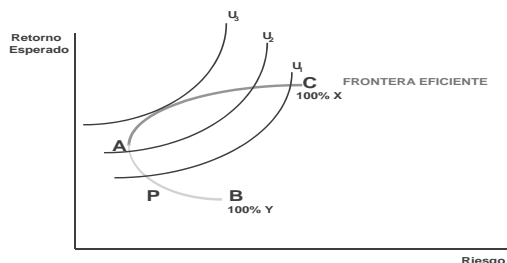
El número de activos financieros disponible es fijo y cada activo es infinitamente divisible.

Existe información perfecta en el mercado. Además, comprar y vender los activos financieros no tiene costo.

Los mercados funcionan perfectamente. No hay regulaciones, impuestos u otro tipo de limitante a las decisiones de los inversionistas.

Para derivar el precio de un activo bajo el CAPM es útil empezar considerando el caso de un portafolio que contiene solo dos activos riesgosos. Las combinaciones de proporciones distintas de estos dos activos afectan el riesgo y el retorno esperado del portafolio, lo que puede representarse en la Figura N° 1.

Figura N° 1:
Retorno y riesgo en el caso de 2 activos



En la Figura N° 1, la curva que representa combinaciones del activo X e Y tiene forma de parábola. El portafolio de menor riesgo se da en el

punto A de la Figura 1. A medida que la cantidad del activo Y se incrementa, el inversionista se mueve a lo largo del segmento AB de la curva de riesgo-rentabilidad. A medida que la cantidad del activo X se incrementa desde el punto de riesgo mínimo el inversionista se mueve a lo largo del segmento AC de la curva.

En este gráfico las curvas de pendiente positiva denominadas U1, U2 y U3 representan las curvas de indiferencia del inversionista entre combinaciones de riesgo y rentabilidad. Se denominan curvas de indiferencia porque cada curva representa combinaciones distintas de riesgo y rentabilidad que dejan indiferente al inversionista, es decir que le brindan el mismo nivel de utilidad. El inversionista obtiene mayor utilidad si logra portafolios que le otorguen menor riesgo y mayor rentabilidad. Gráficamente esto implica que, siempre que sea posible, el inversionista preferirá portafolios que estén sobre la curva U3.

Así las cosas, ningún inversionista racional mantendrá un portafolio de acciones X e Y sobre el segmento AB (como por ejemplo, el portafolio P) porque siempre será factible obtener un rendimiento mayor para el mismo nivel de riesgo en algún punto sobre el segmento AC. Sobre el segmento AC, las combinaciones de acciones X e Y involucran un entre riesgo y rentabilidad (es decir, que no se puede seguir obteniendo más rentabilidad sin exponerse más al riesgo). Por ejemplo, moverse del portafolio A, que involucra el menor riesgo hasta el portafolio C que solo contiene el activo X, implica un mayor retorno esperado, pero también un mayor riesgo. Por esta razón, el segmento AC se denomina frontera eficiente porque no es posible obtener un portafolio de acciones X e Y que ofrezca un mayor retorno esperado y un menor riesgo.

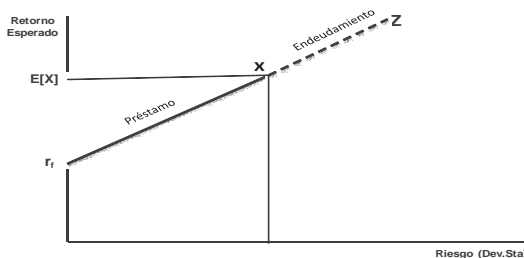
Si en vez de dos activos riesgosos, se considera que uno de los activos está libre de riesgo, las combinaciones entre el activo libre de riesgo y el otro activo con riesgo darán lugar a combinaciones de riesgo y rentabilidad que pueden ser representados como en la Figura N° 2.

Como se indicó anteriormente, un importante supuesto del modelo CAPM es que los inversionistas pueden prestarse y prestar a la tasa libre de riesgo. Cuando el inversionista presta parte de su riqueza a la tasa libre de riesgo y el resto la invierte en el activo X, la rentabilidad y el riesgo esperado

¹⁹ En el CAPM la razón de la inversión es la riqueza. Una crítica a este supuesto es que nadie invierte como un fin en sí mismo, sino como un medio para realizar consumo futuro. Breeden propone un modelo alternativo en el que el riesgo sobre la rentabilidad de la acciones está conectada con la incertidumbre del consumo. Ver D.T.Breeden (1979), An Intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities, Journal of Financial Economics, 7: 265-296, Septiembre.

que puede obtener se encuentra en el segmento comprendido entre una cartera que solo contiene el activo libre de riesgo (100% el activo libre de riesgo) y la cartera X (100% del activo con riesgo). Si en cambio el inversionista toma prestado a la tasa libre de riesgo, puede invertir más que su riqueza en el activo con riesgo X, obteniendo exposiciones mayores de riesgo y de rentabilidad, por ejemplo hasta el punto Z (tramo que hemos denominado endeudamiento en la Figura N° 2).

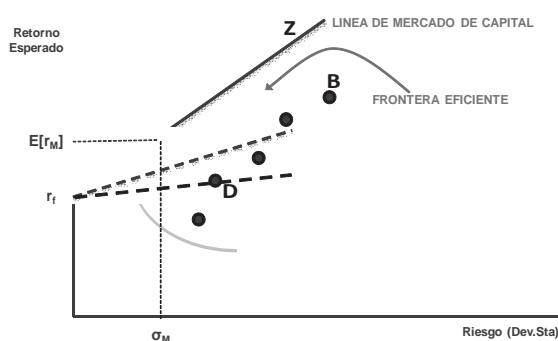
Figura N° 2:
Retorno y riesgo en el caso de un activo libre de riesgo y un activo con riesgo



Si en vez de solo dos activos con riesgo, se tiene, como ocurre en realidad, una diversidad de activos riesgosos, es posible derivar también una frontera eficiente de carteras de activos, similar a la que se estableció en la Figura N° 1. Si además introducimos el activo libre de riesgo, se obtiene una combinación de varios activos con riesgo y el activo libre de riesgo, como en la Figura N° 3.

Como en la Figura N° 1, en la Figura N° 3 el portafolio A representa la cartera de menor riesgo y el segmento AB la frontera eficiente de activos. Se ha graficado además la Línea de Mercado de Capitales, que refleja la relación entre la tasa libre de riesgo y un portafolio sobre la frontera eficiente (portafolio M).

Figura N° 3:
Retorno y riesgo en el caso de un activo libre de riesgo y varios activos con riesgo



En la Figura N° 3, nótese que el inversionista no combinará el activo libre de riesgo con una cartera como A ni como D, porque puede obtener una mayor rentabilidad esperada combinando la cartera M y el préstamo o el endeudamiento a la tasa libre de riesgo. En consecuencia, el portafolio M es muy importante. Esta cartera se determina en el punto de tangencia entre la línea de mercado de capitales y la frontera eficiente de carteras y es la que ofrece la mayor prima por riesgo esperada ($r_m - r_f$) por unidad de desviación estándar. Todos los inversionistas entonces, independientemente de su preferencia por riesgo, mantendrán combinaciones del activo libre de riesgo y la cartera M. Lo anterior significa que es posible separar el plan de acción del inversionista en dos etapas: primero, seleccionar la cartera M y segundo, combinar esta cartera con endeudamiento o préstamos a la tasa libre de riesgo para obtener una exposición al riesgo que se corresponda con las preferencias individuales de cada inversionista.²⁰ La cartera M es también denominada cartera del mercado y para efectos de estimación, tal como se verá más adelante, se asimila a un índice de mercado bursátil como el S&P500, el NYSE o el FTSE.

Tomando en cuenta lo anterior, la rentabilidad esperada de un portafolio P sobre la línea de mercado de capitales, se puede estimar con la siguiente ecuación:

$$E(R_p) = r_f + \frac{[E(R_m) - r_f]}{\sigma_M} \delta \quad (A1)$$

Donde, δ es el porcentaje de la cartera de mercado que el inversionista mantiene.

Para estimar la rentabilidad esperada de un activo en particular (no de una cartera de activos sobre la línea de mercado de capitales) se requiere conocer además como se "relaciona" el riesgo de este activo específico con la cartera de mercado M. A este riesgo se le denomina "beta" y se estima como la covarianza de la rentabilidad del activo en cuestión y la rentabilidad de la cartera de mercado M, dividido por la varianza de la rentabilidad de la cartera de mercado. El Beta es una medida del riesgo del activo que depende de su relación con los riesgos del mercado, por lo que es un riesgo que no es posible de eliminar con la diversificación de sus inversiones.

$$\beta_A = \frac{\text{cov}(R_A, R_M)}{\text{var}(R_M)} \quad (A2)$$

²⁰ El "teorema de la separación" fue propuesto por J. Tobin (1958), Liquidity Preference as Behavior toward Risk. Review of Economic Studies N° 25, Febrero, pp. 65-86.

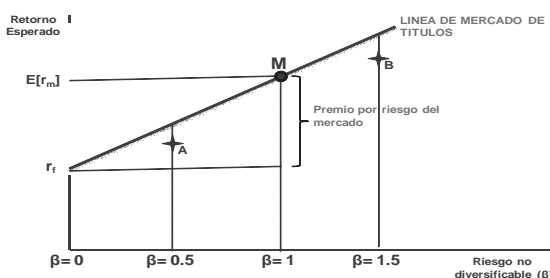
La Figura 4 es la principal conclusión del modelo CAPM, representada por la Línea de Mercado de Títulos, que describe la relación entre el riesgo (medido por el beta) y los retornos esperados de un activo. En equilibrio, todos y cada una de los activos deben estar en la Línea de Mercado de Títulos y ofrecer una prima por riesgo esperada equivalente a la prima por riesgo de mercado, ajustada por el riesgo no diversificable o beta:

$$r - r_f = \beta(r_M - r_f) \quad (A3)$$

En efecto, ninguna acción puede estar bajo la Línea de Mercado de Títulos. Si hubiera un acción como A con un beta de 0.5, el inversionista podría obtener una rentabilidad mayor invirtiendo la mitad de su dinero en el activo libre de riesgo y la otra mitad en la cartera de mercado. Igualmente, si hubiera una acción como B con un beta de 1.5, podría conseguir una rentabilidad esperada mayor, endeudándose a la tasa libre de riesgo e invirtiendo en la cartera del mercado. En equilibrio entonces, los precios de estas acciones se ajustarían hasta que su rentabilidad se aliene con la Línea de Mercado de Títulos. Tampoco es posible que existan, en equilibrio, acciones que ofrezcan rentabilidades por encima de la Línea de Mercado de Títulos. Si se toman todas las acciones del mercado en conjunto se obtiene la cartera de mercado. Como en promedio las acciones están en la línea de mercado y, tal como se explicó, no puede haber acciones por debajo de la línea de mercado, entonces se concluye que tampoco pueden haber acciones encima de la línea de mercado.

Figura N° 4:

El modelo de equilibrio de activos financieros (CAPM)



A2. El modelo de tres factores de Fama-French

Han sido numerosas las contrastaciones empíricas del modelo CAPM, siendo una de sus críticas

que el beta no es único factor que en la realidad explica el performance futuro de un activo²¹. Fama y French (1992) extendieron el modelo CAPM incorporando dos términos explicativos adicionales al modelo:

$$E(R_A) = r_f + \beta_M PRM + \beta_S SMB + \beta_D HML \quad (A4)$$

Donde:

- SMB ("small minus big" por sus siglas en inglés) es un factor que busca recoger el riesgo financiero asociado con el tamaño de las empresas.
- HML ("high minus low" por sus siglas en inglés) es un factor que busca medir el estrés financiero de las empresas.

Para la estimación de la variable SMB, Fama y French, distribuyen a las empresas en dos grupos:

- un primer grupo conformado por el 50% de empresas con mayor capitalización bursátil que listan en las bolsas NYSE, AMEX y NASDAQ (en adelante LMC) y;
- un segundo grupo conformado por el 50% de empresas con menor capitalización bursátil que listan en las bolsas mencionadas (en adelante SMC).

Para la estimación de la variable HML, las empresas se agrupan en tres grupos:

- un primer grupo compuesto por el 30% de las empresas que exhiben mayor valor en el índice valor en libros sobre valor de mercado o "book-to-market ratio" (en adelante, HBMC).
- un grupo intermedio compuesto por el 40% de las empresas de la muestra (en adelante MBMC) y;
- y un tercer grupo compuesto por el 30% de las empresas que exhiben un menor valor en el ratio book-to-market (LBMC).

En total se forman seis grupos de empresas y se estiman seis diferentes series de rendimientos (ver Cuadro A1).

²¹ Ver por ejemplo: E.F.Fama y J.D. MacBeth (1973), Risk, Return and Equilibrium: Empirical Test, Journal of Political Economy N° 81, pp. 607-636.
 F. BLACK, M.C. JENSEN y M. SCHOLLES (1972) The Capital Asset Pricing Model: Some Empirical Tests, en M.C.Jensen (ed): Studies in the Theory of Capital Markets, Frederik A. Praeger, Inc. Nueva York
 M.R. GIBBONS (1982) Multivariate Test of Financial Models, Journal of Financial Economics N° 10, Marzo, pp. 3-27.

Cuadro A1:
Agrupamiento de empresas según el modelo de tres factores de Fama-French

	Grupo del 30% de empresas con menor valor en el ratio "book-to-market" (LBMC)	Grupo del 40% de empresas con valor intermedio en el ratio "book-to-market" (MBMC)	Grupo del 30% de empresas con mayor valor en el ratio "book-to-market" (HBMC)
Grupo de empresas con menor capitalización (SMC)	X	X	X
Grupo de empresas con mayor capitalización (LMC)	X	X	X

Fuente: Giacchino y Lesser (2011), p. 241

Con estos datos, es posible obtener el retorno promedio de los tres grupos de empresas con menor capitalización y de los tres grupos de empresas con mayor capitalización y estimar la variable SMB como la diferencia entre E(SMC) y E(LMC):

$$E(SMC) = \frac{1}{2} R(SMC\&LBMC) + \frac{1}{2} R(SMC\&MBMC) + \frac{1}{2} R(SMC\&HBMC) \quad (A5)$$

$$E(LMC) = \frac{1}{2} R(LMC\&LBMC) + \frac{1}{2} R(LMC\&MBMC) + \frac{1}{2} R(LMC\&HBMC) \quad (A6)$$

Igualmente, es posible obtener el retorno promedio del grupo de empresas con menor valor en el ratio book-to-market (LBMC) y el retorno promedio del grupo de empresas con mayor valor en dicho ratio (HBMC) y estimar la variable HML como la diferencia entre E(HBMC) y E(LBMC):

$$E(LBMC) = \frac{1}{2} R(LBMC\&SMC) + \frac{1}{2} R(LBMC\&LMC) \quad (A7)$$

$$E(HBMC) = \frac{1}{2} R(HBMC\&SMC) + \frac{1}{2} R(HBMC\&LMC) \quad (A8)$$

A3. El modelo de valoración por arbitraje (arbitraje pricing model)

Otro modelo para estimar el retorno esperado de un activo es el modelo de valoración por arbitraje (APM). Mientras el CAPM es un modelo que considera un solo factor (el beta) y el modelo de Fama-French usa tres factores, el APM es un modelo multifactorial, es decir, que considera una variedad de factores de riesgo que pueden afectar el rendimiento esperado de un activo²². El APM puede representarse de la siguiente forma:

$$E(R_A) = r_f + \sum_{n=1}^N \beta_n \text{Factor}_n \quad (A8)$$

El APM puede admitir varios tipos de riesgos macroeconómicos, como riesgos inflacionarios, riesgos cambiarios e incluso factores que recogen la confianza o expectativa de los inversionistas sobre el futuro. El problema de los modelos multifactoriales es que no existe una teoría detrás de la elección de los factores que deben incluirse o no en el modelo, dejando en manos del investigador la identificación de las variables a incluir y su relación causal con el retorno esperado del activo.

A4. El modelo de crecimiento de dividendos (dividend growth model)

El modelo de crecimiento de dividendos (DGM) se basa en la premisa que el precio actual de las acciones de una empresa es igual al valor presente descontado de los flujos de caja futuros de la empresa. En su forma más simple, el DGM asume que los dividendos crecen a una misma tasa a perpetuidad y que los accionistas mantienen sus acciones por T periodos²³.

De acuerdo con este modelo, el precio actual de una acción (Po) es igual al valor presente de los dividendos esperados. Si se asume, adicionalmente, que los dividendos son pagados de forma anual, que el activo se mantiene a perpetuidad (lo que implica que no se recibe un pago final por el activo) y que el pago de dividendos crece a una tasa constante g%, es posible establecer la siguiente ecuación:

$$P_0 = \frac{D_0(1+g)}{(1+R)} + \frac{D_0(1+g)^2}{(1+R)^2} + \dots + \frac{D_0(1+g)^T}{(1+R)^T} + \dots = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{D_0(1+g)^t}{(1+R)^t} \quad (A8)$$

²² El APM fue desarrollado por S.Ross. Ver S.Ross "The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing", Journal of Economic Theory 13, 1976, pp. 341-360.

²³ A este modelo se le denomina también Gordon Growth Model. Ver M.Gordon. "The Cost of Capital to a Public Utility", 1974. East Lansing: MI: Michigan State University.

La ecuación 12 puede reescribirse de forma que el precio de la acción hoy equivale al dividendo esperado el próximo año, dividido por la diferencia entre la tasa de descuento y la tasa de crecimiento de los dividendos:

$$P_0 = \frac{D_0(1+g)}{(1+r)} \frac{(1+r)}{(r-g)} = \frac{D_0(1+g)}{r-g} = \frac{D_1}{r-g} \quad (A9)$$

Se puede reordenar la ecuación anterior para obtener que el COC (la tasa de descuento) es equivalente a la ratio entre el dividendo esperado del próximo año y el precio actual de la acción, más la tasa de crecimiento de los dividendos:

$$r = \frac{D_0(1+g)}{(1+R)} + g = \frac{D_1}{P_0} + g \quad (A10)$$

Existen dos problemas de índole práctico en la estimación del COC con el DGM:

En primer lugar, se debe determinar el precio actual de la acción, el mismo que puede llegar a ser altamente volátil, reflejando otros factores distintos al riesgo del negocio. Una alternativa de solución a este problema es tomar el promedio del precio de la acción en el último mes, lo que puede ayudar a reducir la volatilidad diaria de la acción.

En segundo lugar, se debe determinar cuál es la tasa de crecimiento de los dividendos. Aunque la tasa histórica de crecimiento de dividendos puede dar alguna luz sobre la tasa de crecimiento futuro de los dividendos, esto no es necesariamente así. Una opción es inferir la tasa de crecimiento de dividendos a partir de la proyección de las ganancias de la empresa, toda vez que el pago de dividendos es, en última instancia, una función de las ganancias de la empresa a futuro. Finalmente, otro problema relacionado es que las tasas de crecimiento no suelen ser constantes en el tiempo, como asume el DGM, sino que varían periódicamente. Para este último problema se han desarrollado algunas variaciones que admiten la posibilidad de distintas tasas de crecimiento de los dividendos en el DGM.

Las secciones previas han efectuado una revisión de los modelos teóricos, metodologías prácticas y fuentes disponibles para la estimación del costo de capital patrimonial o COC de un inversionista. Así, se han revisado los fundamentos del modelo de equilibrio de activos financieros (CAPM), el modelo de tres factores de Fama y French (1982), el modelo de valorización por arbitraje (APM) y el modelo de crecimiento de dividendos.

Un rasgo esencial de estos modelos es que la estimación del COC requiere la medición (directa

o indirecta) de los riesgos del negocio, porque son los riesgos los que determinan el COC que el inversionista requeriría por comprometer fondos en un determinado negocio. En particular, para el caso del CAPM, el único tipo de riesgo que determina el COC es el riesgo sistémico o no diversificable. Los modelos multifactoriales y el modelo de tres factores de Fama y French, difieren del CAPM en que admiten la posibilidad que otros riesgos o factores afecten el COC esperado del inversionista.

Los modelos alternativos al CAPM, si bien corrigen algunas de las deficiencias del modelo CAPM, contienen algunas debilidades de índole teórico y práctico. En el caso de los modelos multifactoriales por ejemplo, no existe una teoría detrás que determine el número y los factores de riesgo a incluir como determinantes del COC. Si bien el modelo de Fama-French solo propone tres factores y muestra un alto grado de ajuste, no existen fuentes de datos disponibles en el Perú para la estimación de las variables asociadas con el tamaño de las empresas (variable SMB) y con el estrés financiero de las empresas (variable HMC). Igualmente, la aplicación práctica del DGM requiere realizar supuestos o estimaciones sobre parámetros claves de dicho modelo, como la tasa de crecimiento de los dividendos o el valor actual de las acciones.

A pesar de sus limitaciones, la literatura empírica sugiere que el modelo CAPM se comporta relativamente bien, en especial cuando se aplica en el contexto y con información de países con mercados de capital maduros y líquidos. Independientemente de su comprobación empírica, en el contexto regulatorio mundial, incluyendo los casos revisados en la siguiente sección referido al contexto regulatorio peruano, el modelo CAPM es que se aplica siempre para la determinación del COC.

Incluso en el caso de mercado emergentes, donde se hacen más evidentes los problemas del CAPM (no hay información disponible o no se cumplen los supuestos del modelo), se han aplicado y ensayado distintos enfoques para solucionar los problemas identificados. Por ejemplo, es frecuente el uso de distintas medidas para corregir el CAPM incluyendo una medida del riesgo país o aplicar ajustes al cálculo del COC por el tamaño de la empresa. Igualmente, cuando la empresa no cotiza en una bolsa, se han desarrollado diversas técnicas para seleccionar y estimar el beta con base a empresas o activos comparables. Sin embargo, como se indicará a continuación no existe un consenso respecto al mejor cálculo de estos ajustes al modelo CAPM, tal como ha sido evidenciado por la aplicación del

modelo en el caso de procedimientos regulatorios recientes en el Perú.

6. Bibliografía

BANZ, R. The relationship between returns and market value of common stock, *Journal of Financial Economics*, 9:3-18

BLUME, M. (1971), On the Assessment of Risk, *Journal of Finance*, 26:1-10

BREALEY, Richard A. y STEWAR C. MYERS. (1993). *Principios de Finanzas Corporativas*. McGraw-Hill, Madrid.

BREEDEN, D.T (1979). An intertemporal Asset Pricing Model with Stochastic Consumption and Investment Opportunities. *Journal of Financial Economics*, 7: 265-296

FAMA, E.F y J.D MACBETH (1973), Risk, Return and Equilibrium: Empirical Tests, *Journal of Political Economy*, 81: 607-636

FAMA, E. Y K. FRENCH, (1992). The Cross-Section of Expected Stock Returns, *Journal of Finance* 47:427-465

FAMA, E y K.FRENCH (1993). Common Risk Factors in the Returns of Stock and Bonds, *Journal of Financial Economics*, 33:3-56

FAMA, E y K.FRENCH (1993). Industry Cost of Equity, *Journal of Financial Economics*, 43:153-193

GORDON, M (1974). *The Cost of Capital to a Public Utility*, East Lansing, MI: Michigan State University Press

JENKINSON, Tim (2006). Regulation and the cost of capital. En: En: Crew, Michael y David Parker (2006), *International Handbook of Economic Regulation*, Edward Elgar, UK.

LEONARDO R. Giacchino y Jonathan A. LESSER. (2011). *Principles of Utility Corporate Finance*. Public Utilities Reports, Inc.

LINTNER, J (1965), The Valuation of Risk Assets and the Selection of Risky Investments in Stock Portfolios and Capital Budgets, *Review of Economics and Statistics*, 47: 13-37

MARKOWITZ, Harry M. (1952), Portfolio Selection, *Journal of Finance*, 7:77-91

Office of Fair Trading (2003). *Assessing Profitability in competition policy analysis*. Economic Discussion Paper 6, July. A report prepared for the Office of Fair Trading by OXERA

OSIPTEL (2010). Informe No 388-GPR/2010. Fijación del Factor de Productividad aplicable al periodo septiembre 2010 – agosto 2013

OSITRAN (2009). *Calculo del Costo Promedio Ponderado del Capital*. Apéndice 1 al informe de Regulación Tarifaria de LAP.

R. ROLL (1977), A critique of the Asset Pricing Theory's Test. Part 1: On past and potential testability of the theory. *Journal of Financial Economics*, 4: 129-176

ROSS, S.A (1976), The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing, *Journal of Economic Theory*, 13: 341-360

SMITHERS & Co (2003). Study into certain aspects of the cost of capital for regulated utilities in the UK. February. Disponible en www.ofwat.gov.uk

SHARPE, W.F (1964), Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risks, *Journal of Finance*, 19: 425-442

SUNASS (2010). *Estudio Tarifario*. Determinación de la fórmula tarifaria, estructura tarifaria y metas de gestión aplicables a la SEDAPAL.