



**estudios energéticos consultores.**

## **CÁLCULO DE LA TASA DE COSTO DE CAPITAL PARA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GAS DE RED**

### **Informe Final**

(Versión definitiva)

Preparado para:



A 0338

31 Octubre 2016

## CÁLCULO DE LA TASA DE COSTO DE CAPITAL PARA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GAS DE RED

### Informe Final: Análisis y relevamiento de antecedentes teóricos y aplicados y Propuesta Metodológica y Cálculo del Costo de Capital

<b>1</b>	<b>OBJETO Y ALCANCE DEL INFORME.....</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>EL COSTO DE CAPITAL EN EL CONTEXTO REGULATORIO.....</b>	<b>5</b>
2.1	LA NORMATIVA CHILENA EN MATERIA DE COSTO DE CAPITAL.....	5
2.2	LA ESPECIFICACIÓN MÁS ACEPTADA DE COSTO DE CAPITAL .....	9
<b>3</b>	<b>REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>	<b>10</b>
3.1	EL IMPACTO DEL TIPO DE REGULACIÓN EN EL COSTO DE CAPITAL .....	10
3.2	LA ESTIMACIÓN DEL PREMIO POR EL RIESGO DE MERCADO.....	11
3.3	LA TASA LIBRE DE RIESGO.....	14
3.4	EL RIESGO SISTEMÁTICO (COEFICIENTE BETA) .....	15
3.4.1	<i>Análisis a partir de la ecuación de Hamada .....</i>	15
3.4.2	<i>Metodología de Miles-Ezzell para desapalancar betas .....</i>	20
3.4.3	<i>El ajuste de Blume .....</i>	20
3.4.4	<i>La discusión en el contexto de la discusión del proyecto de ley en el congreso .....</i>	21
3.4.5	<i>Estimación del beta de equity.....</i>	21
3.5	PREMIO POR TAMAÑO .....	21
3.6	LA ADAPTACIÓN DEL CAPM PARA LOS PAÍSES EMERGENTES .....	25
3.6.1	<i>Godfrey y Espinosa (Country spread model).....</i>	26
3.6.2	<i>El enfoque de Ibbotson .....</i>	27
3.6.3	<i>El enfoque de Clare y Kaplan (Globally Nested CAPM).....</i>	28
3.6.4	<i>El enfoque de Damodaran .....</i>	29
3.6.5	<i>Riesgo soberano versus riesgo país .....</i>	30
3.6.6	<i>Modelo CAPM Global: la estimación de un 'beta país' para Chile.....</i>	32
<b>4</b>	<b>ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA REGULATORIA APLICADA .....</b>	<b>36</b>
4.1	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE LA OFGEM.....	36
4.2	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE AUSTRALIA .....	39
4.3	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE BRASIL (SÃO PAULO) .....	40
4.4	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE COLOMBIA .....	44
4.5	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE ESPAÑA .....	47
4.6	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE MÉXICO .....	49
4.7	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE LOS PAÍSES BAJOS.....	50
<b>5</b>	<b>EL TRATAMIENTO DE LA TASA DE COSTO DE CAPITAL EN SECTORES REGULADOS EN CHILE .....</b>	<b>53</b>
5.1	SECTOR TELECOMUNICACIONES.....	53
5.2	SECTOR SANITARIO.....	58
5.3	SECTOR ENERGÍA ELÉCTRICA .....	58
5.4	SECTOR GAS.....	58
5.4.1	<i>Informe de Walker año 2006.....</i>	58
5.4.2	<i>Informe de consultoría año 2012 .....</i>	60
5.4.3	<i>Informe de consultoría año 2014.....</i>	62
<b>6</b>	<b>RESUMEN DE PUNTOS CRÍTICOS .....</b>	<b>63</b>
<b>7</b>	<b>PROPUESTA METODOLÓGICA.....</b>	<b>65</b>
7.1	MARCO NORMATIVO .....	65
7.2	METODOLOGÍA PROPUESTA.....	65
7.2.1	<i>Tasa libre de riesgo.....</i>	65
7.2.2	<i>Riesgo sistemático.....</i>	66



---

7.2.3	Premio por Riesgo de Mercado (PRM).....	67
7.2.4	Factor individual por zona de concesión.....	69
7.2.5	Ventajas de la metodología propuesta.....	69
<b>8</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
8.1	TASA LIBRE DE RIESGO.....	69
8.2	RIESGO SISTEMÁTICO.....	69
8.3	PREMIO POR RIESGO DE MERCADO (PRM).....	69
8.4	TASA DE COSTO DE CAPITAL.....	70
<b>9</b>	<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>71</b>
<b>10</b>	<b>APÉNDICE 1: RESUMEN DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL ANALIZADA.....</b>	<b>74</b>

## Índice de Tablas

Tabla 1 – Premio por riesgo de <i>equity</i> .....	12
Tabla 2 – Supuestos para ejemplo numérico .....	17
Tabla 3 – Ejemplo Numérico Ecuación de Hamada.....	18
Tabla 4 – Ejemplo Numérico Corrección de Conine.....	18
Tabla 5 – Ejemplo Numérico Metodología de Cohen .....	19
Tabla 6 – Metodología Conine.....	19
Tabla 7 – Metodología Cohen.....	19
Tabla 8 – Comparación entre los Estudios de Reporte de Premio por Riesgo y el Premio por tamaño de deciles de CRSP.....	25
Tabla 9 – Evolución del spread de bonos locales y el EMBI+ .....	27
Tabla 10 – Efectos de regresión en estado final a diciembre de 2015 .....	34
Tabla 11 – Efectos de regresión en estado final a diciembre de 2015 con EMBI .....	35
Tabla 12 – Efectos de regresión en estado final a diciembre de 2015 con EMBI y rezagos .....	36
Tabla 13 – Componentes del Costo de Capital Modelo RIIO GD-1.....	38
Tabla 14 – Costo de capital Comgás - ARSESP.....	44
Tabla 15 – Evolución de los principales indicadores de la distribución de gas en Colombia .....	45
Tabla 16 – Alícuotas Impositivas Previstas .....	47
Tabla 17 – Colombia: WACC Distribución de Gas Natural .....	47
Tabla 18 – Premio Riesgo de Mercado .....	49
Tabla 19 – Tasa WACC – Países Bajos.....	53
Tabla 20 – Tasa de Costo de Capital Comparación .....	56
Tabla 21 – Distribuidoras de gas natural incluidas bajo el código 4921 .....	67
Tabla 22 – Tasa de Costo de Capital Real .....	70
Tabla 23 – Fuentes de datos.....	71
Tabla 23 – Resumen de la Experiencia Internacional Analizada .....	74

## Índice de Figuras

Figura 1 – Evolución del índice de las empresas con micro capitalización v S&P 500.....	22
Figura 2 – Evolución del retorno de las empresas con micro capitalización v S&P 500.....	23
Figura 3 – Evolución de la Tasa de bonos locales en UF 10 años y el EMBI+.....	27
Figura 4 – Evolución de las tasas BCU_UF_10 y TB_10 ajustada por inflación y el EMBI .....	31
Figura 5 – Grado de incorporación del EMBI+ en la tasa BCU en UF a 10 años.....	31
Figura 6 – Evolución del IGPA y SP500 deducidos de la tasa libre de riesgo.....	33
Figura 7 – Test de estabilidad para el modelo de ‘beta país’ .....	34
Figura 8 – Test de estabilidad para el modelo de ‘beta país’ incluyendo el EMBI+ .....	35
Figura 9 – Pesos para un promedio ponderado creciente.....	68

# CÁLCULO DE LA TASA DE COSTO DE CAPITAL PARA EMPRESAS DISTRIBUIDORAS DE GAS DE RED

## Informe Final: Análisis y relevamiento de antecedentes teóricos y aplicados y Propuesta Metodológica y Cálculo del Costo de Capital

### 1 OBJETO Y ALCANCE DEL INFORME

Este Informe Final se enmarca en la contratación efectuada por la Comisión Nacional de Energía de Chile (CNE) para “estimar la tasa de costo de capital a ser considerada en el proceso de tarificación del valor agregado de distribución y en el chequeo anual de rentabilidad de las concesionarias de gas de red”

Los objetivos específicos de la contratación fueron los siguientes:

- a) Revisar y resumir la literatura desarrollada en torno a la determinación de la tasa de costo de capital.
- b) Revisar y resumir metodologías de cálculo para determinar la tasa de costo de capital en empresas reguladas, tanto en Chile como internacionalmente.
- c) Establecer una metodología de cálculo para la tasa de costo de capital de las distribuidoras de gas, la cual debe considerar criterios y procedimientos detallados y reproducibles para la estimación de la tasa libre de riesgo; el premio por riesgo, y el riesgo sistemático de una empresa de distribución de gas de red en Chile.
- d) Calcular la tasa de costo de capital para una empresa de distribución de gas de red en Chile, de acuerdo a la metodología establecida.

El informe está organizado en siete partes, además de esta breve introducción: en la sección 2 se analiza el tratamiento del Costo de Capital en el contexto regulatorio, la sección 3 revisa la literatura asociada; la sección 4 analiza la experiencia regulatoria aplicada; en la sección 5 presenta el análisis del tratamiento del costo de capital en sectores regulados de Chile; en la sección 6 se resume la discusión de los puntos más críticos; en la sección 7 se presenta la propuesta de metodología a aplicar para el caso chileno; por último, en la sección 8 se presentan los resultados.

### 2 EL COSTO DE CAPITAL EN EL CONTEXTO REGULATORIO

#### 2.1 La normativa chilena en materia de costo de capital

La normativa del sector de distribución de gas natural está actualmente en discusión en el Congreso, por lo que en breve es muy probable que haya cambios importantes en la misma, orientados hacia la modernización de la ley con el objetivo de hacerla más adecuada para el tratamiento de las actuales exigencias regulatorias.. La normativa vigente data del Decreto con Fuerza de Ley 323/1931 del Ministerio del Interior, cuya última modificación relevante dada por la Ley No 18.856 del año 1991 establece:

*“Artículo N° 32. La tasa de costo anual de capital que deberá utilizarse para los fines establecidos en esta ley será calculada por el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción. Para determinar esta tasa deberá considerarse el riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas concesionarias de servicio público de distribución de gas en relación al mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, y el premio por riesgo de mercado. En todo caso la tasa de costo anual de capital no podrá ser inferior al seis por ciento.”*



El artículo no menciona si la tasa mínima de 6% es una tasa nominal o ajustada por inflación, antes o después de impuestos. Atento a lo que establece el decreto, hay que analizar qué se entiende por:

- Riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas concesionarias de servicio público de distribución de gas natural
- Tasa de rentabilidad libre de riesgo, y
- Premio por riesgo de mercado

El Artículo N° 33 indica a su vez la forma de utilización de la tasa:

*“Los costos de inversión a considerar en el cálculo se determinarán en base a transformar el valor nuevo de reemplazo de los bienes de la zona de concesión en costos anuales de inversión de igual monto, considerando para ello su vida útil, valor residual igual a cero y una tasa de actualización igual a la tasa de costo anual de capital vigente más cinco puntos porcentuales”.*

Por otra parte, el mismo artículo señala que:

*“El flujo neto será la diferencia entre los ingresos anuales de explotación y la suma de los costos anuales de explotación, de inversión y los impuestos a las utilidades.”*

De este artículo se infiere entonces que la tasa de costo de capital a ser aplicada para el cálculo de los costos de inversión se corresponde con una tasa después de impuestos, ya que los impuestos a las utilidades son descontados del flujo de fondos. Adicionalmente, dado que los activos se financian con una mezcla de capital propio y de tercero, entendemos que la tasa de actualización se refiere al capital propio que el inversor coloca en el negocio más el capital de terceros.

En principio esta interpretación lleva a considerar que la tasa de actualización debe estar alineada con lo que es la práctica extendida a nivel internacional, es decir, el promedio ponderado del costo de capital propio y de endeudamiento (en inglés *Weighted Average Cost Of Capital* o WACC). Esta interpretación también está alineada con las prácticas habituales de negocio donde los proyectos de inversión así como la operación y mantenimiento de la base de activos se financian con una mezcla de capital propio y de terceros.

Sin perjuicio de lo expresado en el párrafo precedente, el proyecto en discusión en el Congreso propone lo siguiente:

**“Artículo 30 bis. .... las empresas concesionarias estarán sujetas a una tasa de rentabilidad económica máxima para una determinada zona de concesión equivalente a tres puntos porcentuales sobre la tasa de costo de capital definida en el artículo 32. Esta tasa de rentabilidad se calculará como el promedio simple de las rentabilidades anuales obtenidas en los últimos tres años.”**

El artículo 32, por su parte, propone lo siguiente:

**“Artículo 32. La tasa de costo anual de capital que deberá utilizarse para los fines establecidos en esta ley será calculada por la Comisión cada cuatro años. Para determinar esta tasa deberá considerarse el riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas concesionarias de servicio público de distribución de gas en relación al mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, y el premio por riesgo de mercado.**

El riesgo sistemático señalado se define como un valor que mide o estima la variación en los ingresos de una empresa eficiente de distribución de gas con respecto a las fluctuaciones del mercado.

La tasa de rentabilidad libre de riesgo corresponderá a la tasa interna de retorno promedio ofrecida por el Banco Central de Chile o la Tesorería General de la República para un instrumento reajutable en moneda nacional. El tipo de instrumento y su plazo deberán considerar las características de liquidez, estabilidad y montos transados en el mercado secundario de cada instrumento en los últimos dos años a partir de la fecha de referencia



para el chequeo de rentabilidad señalado en el artículo 30 bis o del estudio de costos mencionado en el artículo 40-N, según corresponda, así como su consistencia con el horizonte de planificación de la empresa eficiente. **El período considerado para establecer el promedio corresponderá a un mes y se contabilizará a partir del primer día del mes calendario anterior al de la fecha de referencia del chequeo de rentabilidad o de la fecha a la cual deben ser actualizados los valores del estudio de costos en el caso de las empresas concesionarias sujetas a fijación de tarifas de acuerdo al Párrafo 3 del Título V.**

El premio por riesgo de mercado se define como la diferencia entre la rentabilidad de la cartera de inversiones de mercado diversificada y la rentabilidad del instrumento libre de riesgo definida en este artículo.

La información nacional o internacional que se utilice para el cálculo del valor del riesgo sistemático y del premio por riesgo deberá permitir la obtención de estimaciones confiables desde el punto de vista estadístico.

De este modo, la tasa de costo de capital será la tasa de rentabilidad libre de riesgo más el premio por riesgo multiplicado por el valor del riesgo sistemático.”

La redacción del proyecto de ley sobre la tasa de costo de capital (TCC) está pensada al estilo del Modelo de Fijación de Precios de Activos de Capital (CAPM) y no como un costo de capital promedio ponderado como es la práctica de la mayoría de los reguladores (WACC). De hecho no hay mención alguna al costo de la deuda, ni a la estructura de financiamiento óptima u objetivo definido regulatoriamente, que son parte del financiamiento de activos. En este sentido, la normativa chilena es ambigua y generalista, y no establece una metodología determinada para el cálculo de los componentes de deuda y nivel de apalancamiento, como determinantes de la tasa de costo de capital.

En el presente año se introdujeron reformas al artículo 32 del proyecto de Ley, el cual se expresa como sigue:

*“Artículo 32°. La tasa de costo anual de capital que deberá utilizarse para los fines establecidos en esta ley será calculada por la Comisión cada cuatro años, debiendo considerar el riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas concesionarias de servicio público de distribución de gas en relación al mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, el premio por riesgo de mercado y un factor individual por zona de concesión.*

*El riesgo sistemático señalado, se define como un valor que mide o estima la variación en los ingresos de una empresa eficiente de distribución de gas con respecto a las fluctuaciones del mercado.*

*La tasa de rentabilidad libre de riesgo corresponderá a la tasa interna de retorno promedio ofrecida por el Banco Central de Chile o la Tesorería General de la República para un instrumento reajutable en moneda nacional. La elección del tipo de instrumento y su plazo deberán considerar las características de liquidez, estabilidad y montos transados en el mercado secundario de cada instrumento en los últimos dos años contados desde su mes de cálculo. **El período considerado para establecer el promedio corresponderá a seis meses.***

*El premio por riesgo de mercado se define como la diferencia entre la rentabilidad de la cartera de inversiones de mercado diversificada y la rentabilidad del instrumento libre de riesgo definida en este artículo. La información nacional o internacional que se utilice para el cálculo del valor del riesgo sistemático y del premio por riesgo deberá permitir la obtención de estimaciones confiables estadísticamente.*

*El factor individual por zona de concesión se determinará con el fin de reconocer diferencias en las condiciones del mercado en que operan las empresas concesionarias. Este factor individual se determina para cada empresa en cada zona de concesión, según la evaluación de los factores de riesgo asociados a las características de la demanda y*

*las condiciones de explotación que enfrente cada empresa, en la forma que establezca el reglamento. El factor individual por zona de concesión no podrá ser superior a un punto porcentual.*

*De este modo, la tasa de costo de capital será el factor individual por zona de concesión más la tasa de rentabilidad libre de riesgo más el premio por riesgo multiplicado por el valor del riesgo sistemático. En todo caso, la tasa de costo anual de capital no podrá ser inferior al seis por ciento”.*

Hay dos modificaciones de relevancia en la nueva propuesta del proyecto de Ley respecto de la anterior propuesta, en primer lugar se extiende el plazo de referencia para el cómputo de la tasa libre de riesgo pasando de un mes a seis meses; y por otro lado se incorpora un factor individual por zona de concesión, este factor individual por zona de concesión tiene por objetivo atender a las diferencias en las condiciones de prestación de los servicios, factor que puede ser asimilable a la incorporación de un premio por riesgo tamaño o escala. Adicionalmente en lo que respecta al factor individual por zona de concesión el proyecto de Ley establece también un límite en un punto porcentual, esta limitación tiende a homogeneizar los retornos de las empresas, y a la vez es cercano al valor del premio por tamaño reconocido a partir del *equity* de las empresas agrupadas en la categoría SIC 4924<sup>1</sup>.

Otro antecedente próximo es el de las modificaciones recientemente aprobadas en la Ley de Servicios Eléctricos, que en lo referido al costo de capital determina lo siguiente:

*“Artículo 118°.- Tasa de Descuento. La tasa de descuento que deberá utilizarse para determinar la anualidad del valor de inversión de las instalaciones de transmisión será calculada por la Comisión cada cuatro años de acuerdo al procedimiento señalado en el artículo siguiente. Esta tasa será aplicable después de impuestos, y para su determinación se deberá considerar el riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas de transmisión eléctrica en relación al mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, y el premio por riesgo de mercado. En todo caso la tasa de descuento no podrá ser inferior al siete por ciento ni superior al diez por ciento”.*

El elemento particular del presente artículo es que establece un límite superior y uno inferior a la rentabilidad, además de dejar claro que se trata de una tasa después de impuestos.

El CAPM fue desarrollado sobre la base de Markowitz (1952) y complementado con los estudios de Sharpe (1964)<sup>2</sup>, el cual se construye sobre el supuesto que la varianza de los rendimientos es una media apropiada del riesgo del negocio. Sin embargo, sólo se reconoce para efectos de la remuneración aquella porción de la variancia que no puede ser diversificada, o sea, aquella porción del riesgo que no puede ser eliminada a través de una adecuada diversificación de la cartera del inversor.

El modelo CAPM comprende dos tipos básicos de inversiones: una inversión libre de riesgo, cuyo retorno es conocido con certeza, y una cartera de acciones representada por todas las acciones disponibles en las manos del público, ponderadas según sus valores de mercado. La idea principal del modelo CAPM es que, dado un inversor averso al riesgo, existe una relación de equilibrio entre el riesgo y el retorno esperado. En equilibrio del mercado, se espera que una determinada inversión proporcione un retorno proporcional al riesgo sistemático, o sea, aquel

---

<sup>1</sup> *Natural Gas Distribution*

<sup>2</sup> Harry Markowitz, William Sharpe y Merton Miller fueron laureados con el Premio Nobel de Economía en el año 1990 por su contribución en el desarrollo del CAPM.

riesgo que no puede ser evitado mediante la diversificación de acciones. Cuanto mayor sea el riesgo sistemático, mayor deberá ser el retorno esperado por los inversores, es decir, el tamaño del premio por el riesgo es proporcional al riesgo sistemático tomado por el inversor.

En el contexto del proyecto en discusión en el Congreso es muy importante comprender bien la fórmula del CAPM la cual puede ser reescrita de la siguiente forma:

$$r = (1 - \beta)r_f + \beta E[r^m]$$

Esto significa que el premio por el riesgo sistemático no es un insumo del modelo sino el resultado de la diferencia entre el retorno esperado del mercado y la tasa esperada libre de riesgo. Los insumos del modelo son:

- la tasa libre de riesgo
- el retorno esperado del mercado, y
- el coeficiente beta

Llama la atención que no se incluyó en el proyecto la adaptación del modelo CAPM a los países emergentes, lo cual conlleva a adicionar a la fórmula el riesgo país. Este punto será discutido más adelante.

## 2.2 La especificación más aceptada de costo de capital

El costo de capital en el contexto regulatorio generalmente está definido por el costo promedio de capital (WACC, por sus siglas en inglés) el cual surge de la siguiente expresión:

$$k_t = \left[ \frac{D}{D+E} * k_d * (1-t) + \frac{E}{D+E} * k_e \right]$$

Donde:

$k_t$ : Tasa de retorno requerida nominal

$k_d$ : Costo de la deuda

$t$  = carga impositiva corporativa (tasa de impuestos a las ganancias)

$k_e$ : Costo del “equity” en la misma fecha. Desde el punto de vista teórico corresponde al costo de oportunidad de los accionistas

D: Deuda

E: Capital

Fernández (2011) ha cuestionado el uso de la WACC como costo de capital ya que, según el autor, no se trata de un costo sino de un promedio de un costo de deuda ( $k_d$ ) y una tasa esperada de retorno ( $k_e$ ). En efecto, es importante distinguir entre costo del capital propio y retorno requerido. Esto hace que estrictamente lo que conocemos como WACC no sea ni un costo ni un retorno requerido, sino el promedio de ambos. A la hora de determinar los pesos de cada componente de costo, Fernández también señala como un error conceptual calcular la WACC usando valores de libro de capital propio y deuda en lugar de usar los valores de mercado de ambos conceptos.

Es claro que “colocar números” en la fórmula clásica de la WACC especificada arriba no es una tarea complicada, si bien puede haber mucha discusión en los detalles. Sin embargo, la estimación de una tasa adecuada para cierto contexto regulatorio no solo requiere de conocimiento de finanzas y economía sino también del comportamiento de las empresas y del propio regulador. Por ejemplo, no es lo mismo estimar una TCC para una empresa regulada cuyos activos son valuados según el método costo reposición optimizado depreciado (DORC por su sigla en inglés) que por un método de VNR. En el método DORC la base de activos generalmente se “blinda”, una vez que las inversiones son consideradas prudentes e ingresadas a la base a precios eficientes, por lo que se hace un seguimiento muy afinado de la base de activos, y para ello los

inversores reclaman estabilidad en la TCC durante el ciclo tarifario. Por el método de VNR generalmente no se hace un seguimiento de la base real de activos, sino que se trabaja sobre los activos hipotéticos de una empresa eficiente, lo que en la práctica permite a las empresas arbitrar su retorno real con base en las inversiones que realiza, lo que no es posible en el caso del DORC. Ya para casos de “libertad vigilada”, no hay necesidad de tener estabilidad de la TCC durante el ciclo tarifario, pues sencillamente no hay ciclo tarifario sino libertad tarifaria. En ese marco es razonable actualizar anualmente, por ejemplo, la TCC por la tasa libre de riesgo.

### 3 REVISIÓN DE LA LITERATURA

#### 3.1 El impacto del tipo de regulación en el costo de capital

Como bien coloca Helm (2009), el arte de la regulación consiste en asignar el riesgo del inversor de forma que se minimice el costo total a los consumidores una vez que los incentivos han sido incorporados. Los principios para asignar el riesgo de forma eficiente son los siguientes:

- Asignar el riesgo del inversor (*equity*) a aquellos que mejor lo pueden gerenciar;
- Maximizar la claridad y certeza acerca de quien carga con el riesgo;
- No asignar riesgo a los tenedores de bonos;
- Asegurar que las reglas regulatorias son consistentes con la estructura financiera.

En efecto, a la hora de estimar la tasa de retorno requerida por un inversor a través del modelo CAPM es importante tener en cuenta que el coeficiente beta de un activo de una empresa regulada depende en cómo la regulación tarifaria asigna el riesgo entre inversores y consumidores.

Bajo regulación por tasa de retorno (RTR), generalmente el regulador fija todos los precios de la compañía por un período indeterminado. Esos precios son determinados de forma que la empresa recupere los costos reales de prestar el servicio. Los mismos son revisados generalmente por pedido de la propia empresa cuando el aumento en los costos no permite alcanzar la tasa de retorno regulada. Bajo RTR la empresa solo soporta el riesgo de aumento de costos, o demanda por debajo de la considerada, hasta el próximo reajuste tarifario. Cuanto más frecuente sea ese ajuste tarifario, menor será el riesgo y, por tanto, el costo de capital asociado a la actividad.

Bajo regulación por precio techo (RPT), el regulador fija un techo a una canasta de servicios resumidos en una tarifa monómica por un determinado período (4 o 5 años), pero tiene cierta libertad para moverse bajo la misma. Los parámetros usados para calcular el techo de la canasta son estimados a través de una empresa hipotética de referencia o un análisis de benchmarking. Adicionalmente si la forma de valorar la base de activos tiene asociado un componente de riesgo de precios, como es el caso del valor nuevo de reemplazo, entonces el riesgo para la actividad será más alto y, consecuentemente, también lo será el costo de capital asociado. En este caso ocurre lo contrario a RTR: cuanto más frecuente sean las revisiones tarifarias, mayor será el riesgo y, por lo tanto, mayor el costo de capital asociado a la actividad.

El sector de distribución de gas en Chile está regulado por un esquema de libertad tarifaria (RLT), más conocido en la literatura como “*light-handed regulation*” (LHR). RLT consiste en un sistema regulatorio donde las tarifas no son definidas por el regulador, salvo circunstancias excepcionales. Se considera que RLT puede funcionar al dar incentivos consistentes con aquellos que se encuentran en mercados competitivos. Es un tipo de regulación que ha sido muy aplicado en Australia y Nueva Zelanda, en especial para regular aeropuertos. Tres características hacen de este tipo de regulación (Arblaster, 2014): a) Requerimientos de información, b) Requerimientos de informes periódicos, c) Amenaza de mayor regulación. Littlechild (2012) considera que LHR ha funcionado bien en Australia. Una alternativa que se ha manejado en Australia es una regulación por negociación arbitrada (“*negotiate-arbitrate regulation*”), bajo la cual la prospectiva de un arbitraje oficia como preámbulo para una mayor regulación. Sin embargo la mayor crítica es que

la amenaza de una mayor regulación ha sido débil, o sea no creíble, lo que ha llevado a mejorar los requerimientos de información a los aeropuertos. Dos conclusiones que pueden extraerse de las experiencias de Australia y Nueva Zelandia en materia de regulación de aeropuertos: a) la amenaza de mayor regulación debe ser creíble, b) es necesario que se defina desde el comienzo la forma de valuación de activos, de forma de poder luego acompañar el desempeño de las empresas.

Nueva Zelandia también tiene una importante experiencia de RLT en el sector de distribución de energía eléctrica. Bertram and Twaddle (2005), analizan el esquema e identifican que el mismo generó ganancias en exceso respecto de las que se hubieren obtenido con un esquema tipo precio techo.

Aunque este consultor no tiene conocimiento de estudios que comparen el costo de capital bajo RLT y RPT, podemos inferir que esquemas regulatorios del tipo RLT naturalmente deben estar asociados a TCC menores, debido al menor riesgo implícito de la actividad, ya que siempre existe un margen para trasladar mayores costos a través de ajustes tarifarios, aspecto que en RPT solo es posible en momentos de revisiones tarifarias.

En resumen, los aspectos asociados a la regulación de tarifas impactan en el beta de los activos. Cabe recordar que el beta de un activo depende de cómo la regulación tarifaria asigna el riesgo entre los inversores y los consumidores. RLT minimiza el impacto en los inversores debido a shocks en los flujos de caja porque simplemente pueden subir las tarifas hasta el punto en que la elasticidad de la demanda le indique que ya no es más conveniente. El riesgo de demanda podrá ser asignado, al menos en parte, entre los consumidores existentes, por lo que el costo es menor que una situación de RPT.

Este breve análisis entre RTR, RPT y RLT implica que a la hora de encontrar empresas que sirvan de comparación para estimar el coeficiente beta es importante que exista “comparabilidad” entre el conjunto de empresas que se toman de referencia y la realidad bajo análisis. Consideramos que los beta de las distribuidoras de los Estados Unidos, que operan en buena medida aún bajo RTR, son una buena aproximación a los que operarían en un mercado que opera bajo RLT.

### **3.2 La estimación del premio por el riesgo de mercado**

El premio por el riesgo de mercado, PRM (o MRP, por sus siglas en inglés) surge de la diferencia entre el retorno esperado del mercado y la tasa libre de riesgo.

Existen dos abordajes posibles para estimar el PRM: a) a través de un método prospectivo, y b) a través de un método histórico. El método prospectivo es más adecuado en términos teóricos, pero es menos usado por causa de que ciertamente es más complejo. Para el caso del método histórico, se asume que los inversores consideran para el futuro el mismo premio de riesgo que en el pasado.

Las referencias generalmente invocadas a la hora de utilizar el enfoque histórico son Ibbotson Associates (hoy Duff & Phelps) que publica el premio de riesgo de mercado a partir de una serie histórica con valores desde 1926 hasta la actualidad, referida al mercado de los Estados Unidos, y Dimson, Marsh y Staunton (2016) que emplean el mismo enfoque pero para datos de 17 países europeos, para un período comprendido entre 1900-2015.

Por su parte, el enfoque prospectivo procura determinar el premio de mercado esperado basándose en encuestas o información que modifique las expectativas que pudieran derivarse de un enfoque histórico. Entre las referencias recientes para el enfoque prospectivo cabe destacar el trabajo de Welch (2000), el cual muestra que existe una marcada dispersión en los resultados de las encuestas realizadas, los valores de premio de mercado proyectados por Welch oscilan entre 2% y 12% con un centro en 7%.

Para determinar el premio por el riesgo de mercado con base a datos histórico, el debate se centra en tres puntos:

- a) Cuál es el período histórico que debe ser usado como referencia para la estimación del PRM;
- b) Si usar la media geométrica o aritmética;
- c) Si en la construcción del PRM debe haber consistencia en las ventanas de tiempo entre el retorno esperado del mercado y la tasa libre de riesgo.

Con relación al primer punto, existe consenso que se debe considerar un período suficientemente largo de forma de eliminar anomalías propias del ciclo económico. En ese marco, hay al menos tres grandes opciones: (i) 1926-2015, (ii) 1946-2015, y (iii) últimos 30 años (hasta diciembre de 2015). La Tabla 1 presenta los resultados para las tres opciones: surge claramente que no hay grandes diferencias entre las tres opciones, siendo todas menores o iguales a 12%, por lo que se concluye que lo que realmente cambia al considerar las diferentes ventanas de tiempo es la tasa libre de riesgo, la cual impacta sobre la PRM. Se presenta también la opción de realizar un promedio ponderado con pesos crecientes, es decir, donde los años más recientes tienen una mayor ponderación; según este criterio, y para un horizonte temporal de 30 años se tiene que los cinco años más recientes, en conjunto, tienen un peso de 30.1%, en tanto que los cinco años más alejados en el tiempo tienen una ponderación de sólo 3.2%, el resultado es casi 2 puntos porcentuales menores de retorno de *equity*, sin embargo debe notarse que en el periodo reciente hay una fuerte caída de la tasa libre de riesgo, por lo que el impacto en la PRM es menor.

**Tabla 1 – Premio por riesgo de *equity***

Criterio	Media		Desvío Estándar
	Aritmética	Geométrica	
1926-2015 Total	12.0%	10.0%	0.20
1926-2015 sin Post guerra	11.2%	9.1%	0.21
30 años	11.8%	10.4%	0.17
30 años Creciente	10.3%		

Fuente: Elaboración propia com base em Duff & Phelps (2016)

Duff & Phelps (2014) resume las razones para ambos argumentos, relacionados con la consideración de ventanas temporales largas y cortas:

- Razones para focalizar el análisis en la historia reciente:
  - El pasado reciente es más apropiado para el inversor, debido a que incluye la información reciente disponible al momento de realizar la inversión;
  - El comportamiento de los retornos puede variar a lo largo del tiempo;
  - Los períodos largos incluyen eventos no usuales que pueden no ser una buena representación de la economía en el momento.

- Razones para focalizar el análisis en el largo plazo:
  - Los retornos en el largo plazo muestran una sorprendente estabilidad;
  - Las observaciones en el corto plazo pueden conducir a proyecciones ilógicas;
  - Todo período tiene eventos dramáticos y nadie sabe qué eventos de proporciones mayores se pueden encontrar más adelante;
  - Ley de los grandes números: más observaciones llevan a estimaciones más precisas, en el sentido de menor sesgo.

Para el caso de optar por la ventana larga, 1926-2015, Duff & Phelps recomiendan desconsiderar los años comprendidos entre 1942 y 1951 debido al sesgo que produce la post guerra.

El segundo punto se refiere a la forma de calcular las medias. Hay dos grandes opciones: media geométrica y media aritmética. La media geométrica consiste en calcular la tasa de retorno compuesta entre dos períodos de tiempo. La media geométrica refleja mejor los retornos que tuvieron lugar en el pasado. Sin embargo, la teoría estándar (Copeland y Weston, 1992) indica que la medida más apropiada para estimar la esperanza del retorno del mercado es la media aritmética, por ser un estimador insesgado del parámetro. Wright, Mason y Miles (2003) realizaron un estudio profundo análisis de ambos caminos y concluyeron que la diferencia está en torno a 2% (dos puntos porcentuales).

La elección entre los dos criterios está basada entre la diferencia entre “expectativas” y “resultados posibles”. El CAPM trabaja con expectativas y en ese sentido el único criterio válido es usar la media aritmética. Consistente con ellos reguladores como la Ofgem y la ANEEL han optado por usar medias aritméticas.

Para determinar el PRM para países emergentes, en especial los países de la América Latina, generalmente se apela al mercado de los Estados Unidos, debido al tamaño del mercado, el grado de competencia en la bolsa y la disponibilidad de información.

En cuanto a las fuentes para recoger esa información la misma era realizada hasta el año 2014 por Ibbotson pero a partir de entonces quedó en manos de Duff & Phelps. Lo más usado es el Índice Compuesto de Standard & Poor's 500. La ponderación de cada acción en el índice corresponde al precio de bolsa multiplicado por el número de acciones en circulación. Como “S&P 500” no considera el efecto de los dividendos, el estudio contempla correcciones para incorporar este aspecto, de modo de obtener los retornos reales de las acciones. Cabe destacar que Ibbotson/Duff & Phelps publican el S&P 500 con el efecto neto de los dividendos reinvertidos.

El uso del mercado de los Estados Unidos como principal referencia se debe a que dicho mercado representa más del 50% del mercado accionario mundial, siendo 5 veces mayor que el segundo mercado en importancia (Japón) según lo reportado por Dimson, Marsh, y Wilmot (2016). Estados Unidos ostenta también el mayor mercado de bonos. Además es el mercado mejor documentado del mundo.

Dimson, Marsh, y Wilmot (*op. cit.*) argumentan que extrapolar con base en el mercado de los Estados Unidos puede configurar un sesgo de éxito, por lo que recomiendan el uso de un PRM basado en el mercado global. Para ello crearon un índice mundial sobre la base de 23 países, ponderando por la capitalización de cada mercado. El índice es expresado en dólares y corregido por la inflación de los EE:UU, y la tasa de interés libre de riesgo son los bonos del Tesoro de los EE:UU. A pesar de la atracción de ese índice para estimar los retornos a nivel global, hay que recordar que los coeficientes beta fácilmente disponibles corresponden al mercado de los EE:UU, por lo que este consultor considera prudente mantener dicho mercado como referencia para la estimación del costo de capital para el sector de gas chileno. Además, los ajustes con relación al premio por riesgo de mercado pueden corregirse a través de un coeficiente beta país, es decir, uno que vincule el mercado chileno con el norteamericano.

Con relación al tercer punto, la consistencia temporal entre el retorno esperado del mercado y la tasa libre de riesgo, el mismo es desarrollado en el ítem a continuación.

### 3.3 La tasa libre de riesgo

Para la tasa libre de riesgo hay dos grandes puntos en discusión: a) cuál es el instrumento financiero más adecuado para representar el negocio de la distribución de gas; b) qué ventana de tiempo debe ser considerada.

En general los reguladores optan por tasas de 10 años, ya sean del Tesoro de los Estados Unidos o una representativa de otro mercado desarrollado.

En relación a la ventana de tiempo, si bien no hay consenso en la materia, los reguladores de los países desarrollados optan en general por ventanas de al menos el ciclo tarifario. Esta discusión sobre la tasa libre de riesgo también es conocida como “valores spot o normalizados”<sup>3</sup> Si bien se puede argumentar que los valores spot contienen toda la información relevante disponible en el mercado, como es frecuente encontrar períodos de intervención de los bancos centrales, es frecuente que se opte por valores “normalizados”, entendiendo por tal una estimación de la tasa libre de riesgo que refleje los promedios sustentables en el largo plazo. En palabras de Duff & Phelps (2014):

*“If spot yield-to-maturity were used at these times, without any other adjustments, one would arrive at an overall discount rate that is likely inappropriately low vis-à-vis the risks currently facing investors.”* Duff & Phelps (2014), p. 3-7

Independientemente de que el proyecto de Ley en discusión en el Congreso establece ambas variables, es importante analizar, incluso desde un punto de vista referencial, los criterios adoptados por los reguladores de otros países.

También hay bastante controversia sobre otros puntos en los que cabe destacar los siguientes:

- **Consistencia entre el PRM y la tasa libre de riesgo.** ¿Debe la tasa libre de riesgo que compone el PRM ser consistente con la tasa libre de riesgo del CAPM? ¿Qué período debe reflejar el Premio por el Riesgo de Mercado (PRM)? Boyle, Evans, y Guthrie (2006) sostienen que sería indefendible sostener que dichas tasas puedan ser independientes, pues si el parámetro  $\beta$  fuese 1, entonces quedaría bien explicito la diferencia entre ambas tasas libres de riesgo. De hecho el CAPM puede ser rescrito de la siguiente forma:

$$r = r_f + \beta (E[r^m] - r_f)$$

$$r = (1 - \beta)r_f + \beta E[r^m]$$

Como consecuencia, Boyle, Evans, y Guthrie (*op. cit.*) sostienen que el PRM debe ser consistente con el ciclo tarifario. Por ejemplo, si el período tarifario es de cinco años, el PRM debería ser de la siguiente forma:

$$MRP_{t,t+5} = E_t [r_{t,t+5}^m] - r_{t,t+1}^f$$

Nótese que la referencia de  $t + 1$  en la tasa libre de riesgo en vez de  $t + 5$  se debe a que varios reguladores consideran para la tasa libre de riesgo valores recientes que, eventualmente, pueden ser ajustados a cada año.

En caso que la tasa libre de riesgo queda fija para todo el período entonces la expresión

---

<sup>3</sup> “Spot Yield or Normalised Yield?”

debería ser la siguiente:

$$MRP_{t,t+5} = E_t [r_{t,t+5}^m] - r_{t,t+5}^f$$

Es decir, no resulta razonable que se consideren títulos de diferentes horizontes temporales, ya que podrían incluir diferente información (por ejemplo, un período de crisis) y llevar a valores inconsistentes de PRM.

Es importante destacar que para el caso en que la metodología para la determinación del costo de la deuda se realice a partir de títulos domésticos no habría inconsistencia con la determinación del PRM, ya que se estimaría el premio esperado de mercado local como la diferencia entre el rendimiento de las acciones locales y la tasa libre de riesgo local. El rendimiento esperado de las acciones locales es estimado en función del beta país y el retorno esperado del mercado de los Estados Unidos.

En resumen los autores levantan en su trabajo varios puntos, entre los que caben los siguientes:

- EL PRM debe reflejar el período sobre el que el CAPM es aplicado, ya que aproxima el costo de oportunidad para el inversor en dicho período.
- La tasa libre de riesgo debe ser la misma en los dos componentes del CAPM
- **Independencia entre el retorno del mercado  $r^m$  y  $r_f$ .** ¿Es el retorno esperado del mercado independiente de la tasa libre de riesgo? La formulación del CAPM trae implícito ese supuesto, si bien hay evidencia en contrario (Marston y Harris, 1993).

### 3.4 El riesgo sistemático (coeficiente beta)

#### 3.4.1 Análisis a partir de la ecuación de Hamada

El modelo CAPM relaciona la rentabilidad esperada de un activo como una función lineal del retorno de una tasa libre de riesgo más el producto del riesgo sistemático del activo por la prima por riesgo de mercado (PRM). O sea, la metodología del CAPM utiliza el término beta para referirse a la asociación entre el retorno de una determinada inversión (acción) y el retorno del mercado.

El coeficiente beta puede ser estimado por métodos econométricos o por métodos contables. El método más usado es el econométrico pues permite tener una estimación del nivel de error de la estimación.

El coeficiente beta estimado por métodos econométricos depende de los retornos realizados en el pasado, los cuales son función del tipo de regulación bajo la cual operan las empresas. Al respecto dos aspectos influyen en los niveles observados de los betas: el tipo de regulación y la extensión del período para el reajuste tarifario. Grout y Zalewska (2005) muestran el impacto de introducir un mecanismo de compartimiento de ganancias bajo un esquema de precio techo; en un estudio de 15 empresas reguladas por precio techo del Reino Unido estimaron que el coeficiente beta se redujo en 0.42 en relación a un portafolio de control tomado de una muestra del índice FT30, durante el período entre julio de 1997 y agosto de 1999 cuando el gobierno laborista consideró incluir un mecanismo a las empresas para compartir ganancias. Es importante notar que en ese período no hubo un cambio en el mecanismo de regulación, es decir, el precio techo, sino que lo que simplemente hubo fue la posibilidad de establecer políticas discrecionales no anticipadas por los agentes de la industria. Es resumen, el coeficiente beta es muy sensible a la posibilidad de implementación de estas políticas discrecionales.

Es importante diferenciar entre los conceptos de beta de activo y beta del *equity* o patrimonio. El coeficiente beta estimado por métodos econométricos es denominado “beta apalancado”,  $\beta_L$ , pues es la resultante de la combinación de capital propio y de terceros. El valor del beta del activo corresponde al valor del beta desapalancado (*unleveraged* beta). Para su aplicación con fines regulatorios es necesario desapalancar el coeficiente estimado y reapalancarlo nuevamente ya con la estructura que defina el regulador. Para desapalancar el beta de referencia es

necesario conocer la tasa de impuesto de ese mercado y el nivel de endeudamiento (estructura de capital) de las empresas incluidas en la muestra.

La práctica más extendida para estimar el beta desapalancado es usar la ecuación derivada de Hammada (1969, 1972) para tal fin:

$$\hat{\beta}_U = \frac{\hat{\beta}_L}{(1 + ((1 - t))\phi)}$$

Donde:

$\hat{\beta}_L$  = beta estimado apalancado

$\hat{\beta}_U$  = beta estimado desapalancado

$\phi = \frac{D}{E}$  = apalancamiento real de la empresa considerada

$t$  = Tasa de impuestos (impuesto de renta)

Por lo que el beta apalancado para fines regulatorios surge de:

$$\beta_L = \hat{\beta}_U \cdot (1 + ((1 - t))\phi)$$

Esa ecuación es de aplicación general en las finanzas y en la regulación de servicios públicos. Y su importancia radica en que permite separar el riesgo de negocio de un activo, dado por el  $\hat{\beta}_U$ , del riesgo financiero derivado del apalancamiento, el cual está expresado en el coeficiente  $\beta_L$ .

Hay dos características salientes de la ecuación anterior:

- El  $\beta_L$  se incrementa linealmente con el nivel de apalancamiento ( $\phi$ );
- El riesgo de *default*, que se asocia al grado de apalancamiento está ausente en la ecuación.

El supuesto implícito en la ecuación de Hamada que genera el error de omitir el riesgo de default es que supone que la tasa de interés se mantiene constante e igual a la tasa libre de riesgo independientemente del nivel de apalancamiento. Esta falla en la ecuación de Hamada fue inicialmente indicada por Conine (1980). Ante presencia de deuda Conine propone ajustar la ecuación de Hamada a partir de un esquema de CAPM de la deuda, donde se determina el  $\beta$  de la deuda:

$$\beta_L = \beta_U \cdot (1 + (1 - t) \cdot \phi) - \beta_D \cdot (1 - t) \cdot \phi$$

Donde:

$\beta_D$  = beta de la deuda

Para estimar coeficiente beta de deuda,  $\hat{\beta}_D$ , se usa la propia ecuación del CAPM:

$$\hat{\beta}_D = \frac{r_D - r_f}{E(R_M) - r_f} = \frac{\text{spread deuda}}{PRM}$$

Es decir que el  $\hat{\beta}_D$  no es otra cosa que el cociente entre el spread de deuda para la empresa considerada y la prima por riesgo de mercado (PRM). Si, por ejemplo, la PRM es 8% y el *spread* de deuda es 1.5% entonces el  $\hat{\beta}_D = \frac{1.5\%}{8\%} = 0.19$

Nótese que si  $t = 0$  se arriba a la solución adoptada por Walker (2006):

$$\beta_L = \beta_U \cdot (1 + \phi) - \beta_D \cdot \phi, \text{ o sea:}$$

$$\beta_U = \frac{\beta_L + \beta_D \cdot \phi}{\phi} = \beta_L \cdot \frac{E}{(E + D)} + \beta_D \cdot \frac{D}{(E + D)}$$

La propuesta de Corine ha sido cuestionada por Cohen (2007) por dos razones:

- El uso del coeficiente beta de deuda, el cual ha generado un largo debate conceptual;
- La ecuación propuesta no permite derivar una estructura de apalancamiento óptima, es decir que se minimice la tasa de costo de capital (WACC). De hecho aplicando la fórmula se debería aumentar el endeudamiento pues generaría una disminución de la tasa continuamente a medida que aumenta el apalancamiento y, como consecuencia, un aumento en el valor de la empresa.

En lugar de usar la propuesta de Corine, que no conduce a un óptimo de estructura de apalancamiento, Cohen propone ajustar la ecuación de Hamada a través de la incorporación del riesgo de *default*:

$$\beta_L = \hat{\beta}_U \cdot (1 + ((1 - t))\phi^*)$$

Donde:

$$\phi^* = \frac{r_d}{r_f} \cdot \phi =$$

La principal conclusión de la propuesta de Cohen es que el  $\hat{\beta}_U$  a través de la ecuación original de Hamada sobreestima el verdadero coeficiente  $\beta_U$  debido a no considerar el riesgo de default. Es decir, el  $\beta_L$  resultante será mayor y, por lo tanto, el costo de capital propio será más alto, sin embargo, debido a que el capital propio tiene un menor peso debido al mayor apalancamiento, la WACC no necesariamente aumenta.

A seguir se presenta un ejemplo hipotético adaptado de Cohen (2007).

**Tabla 2 – Supuestos para ejemplo numérico**

<b>Estados de Resultados</b>		<b>Balance</b>	
EBIT	20	Activos	130
Intereses	-5.2	Patrimonio Neto	50
EBT	14.8	Pasivos	80
Impuestos	-3.0	Total P + PN	130.0
Utilidad Neta	11.8		

<b>Parámetros</b>	
Tasa Libre de Riesgo	5.0%
Costo de la deuda	6.5%
Beta Apalancado	0.90
Premio Riesgo de Mercado	6.0%
Alic. Impositiva	20.0%
Apalancamiento	1.60
Retorno del Capital	23.7%

Fuente: Adaptado de Cohen (2007)

En primer lugar se presenta la aplicación de la ecuación de Hamada para diferentes niveles de apalancamiento.

**Tabla 3 – Ejemplo Numérico Ecuación de Hamada**

Deuda (D)	Tasa de Interés Rd	Pat. Neto, E	Apalancamiento	Beta Apalancado, BL	RE basado en BL	EBIT (1-t)	Valor Firma, VL	WACC
0	5.00%	98	-	1.09	11.5%	11.3	98	11.5%
10	5.01%	92	0.11	1.16	11.9%	11.3	102	11.1%
20	5.05%	86	0.23	1.24	12.4%	11.3	106	10.7%
30	5.13%	80	0.38	1.33	13.0%	11.3	110	10.3%
40	5.27%	74	0.54	1.44	13.6%	11.4	114	10.0%
50	5.46%	68	0.74	1.57	14.4%	11.4	118	9.7%
60	5.73%	62	0.97	1.72	15.3%	11.6	122	9.5%
70	6.07%	56	1.25	1.90	16.4%	11.7	126	9.3%
<b>80</b>	<b>6.50%</b>	<b>50</b>	<b>1.60</b>	<b>2.13</b>	<b>17.8%</b>	<b>12.0</b>	<b>130</b>	<b>9.2%</b>
90	7.01%	44	2.05	2.42	19.5%	12.4	134	9.2%
100	7.62%	38	2.63	2.80	21.8%	12.9	138	9.3%

Fuente: Adaptado de Cohen (2007)

Siguiendo a Conine se debería corregir la ecuación de Hamada incluyendo el beta de la deuda, de esta forma la siguiente tabla presenta el mismo ejemplo pero aplicando la corrección de Conine.

**Tabla 4 – Ejemplo Numérico Corrección de Conine**

Deuda (D)	Tasa de Interés Rd	Pat. Neto, E	Apalancamiento	Beta Deuda	Beta Apalancado, BL	RE basado en BL	EBIT (1-t)	Valor Firma, VL	WACC
0	5.00%	98	-	0.00	1.21	12.26%	12.0	98	12.3%
10	5.01%	92	0.11	0.00	1.29	12.73%	12.0	102	11.8%
20	5.05%	86	0.23	0.01	1.38	13.26%	12.0	106	11.3%
30	5.13%	80	0.38	0.02	1.48	13.86%	12.0	110	10.9%
40	5.27%	74	0.54	0.04	1.59	14.52%	12.0	114	10.5%
50	5.46%	68	0.74	0.08	1.71	15.25%	12.0	118	10.2%
60	5.73%	62	0.97	0.12	1.84	16.04%	12.0	122	9.8%
70	6.07%	56	1.25	0.18	1.98	16.89%	12.0	126	9.5%
<b>80</b>	<b>6.50%</b>	<b>50</b>	<b>1.60</b>	<b>0.25</b>	<b>2.13</b>	<b>17.78%</b>	<b>12.0</b>	<b>130</b>	<b>9.2%</b>
90	7.01%	44	2.05	0.34	2.28	18.69%	12.0	134	9.0%
100	7.62%	38	2.63	0.44	2.43	19.57%	12.0	138	8.7%

Fuente: Adaptado de Cohen (2007)

Como se puede ver, para un nivel de endeudamiento de 80 y un *equity* de 50 los resultados son equivalentes para ambos enfoques, sin embargo para diferentes niveles de endeudamiento los coeficientes beta apalancados difieren significativamente entre ambas metodologías. Otro punto a destacar es que, conforme lo puntualizó Cohen la metodología de Conine no minimiza la WACC.

Finalmente se presenta el ajuste propuesto por Cohen

**Tabla 5 – Ejemplo Numérico Metodología de Cohen**

Deuda (D)	Tasa de Interés Rd	Deuda Ajustada	Pat. Neto, E	Apalancamiento	Apalanc. Ajustado	Beta Apalancado, BL	RE basado en BL	EBIT (1-t)	Valor Firma, VL	WACC
0	5.00%	0.0	112.4	-	0.00	0.95	10.7%	12.0	112.4	10.7%
10	5.01%	10.0	106.4	0.09	0.09	1.00	11.0%	12.0	116.4	10.3%
20	5.05%	20.2	100.3	0.20	0.20	1.06	11.4%	12.0	120.3	10.0%
30	5.13%	30.8	93.9	0.32	0.33	1.13	11.8%	12.0	123.9	9.7%
40	5.27%	42.2	87.1	0.46	0.48	1.22	12.3%	12.0	127.1	9.4%
50	5.46%	54.6	79.6	0.63	0.69	1.34	13.0%	12.0	129.6	9.3%
60	5.73%	68.8	71.1	0.84	0.97	1.50	14.0%	12.0	131.1	9.2%
70	6.07%	85.0	61.4	1.14	1.38	1.73	15.4%	12.0	131.4	9.1%
<b>80</b>	<b>6.50%</b>	<b>104.0</b>	<b>50</b>	<b>1.60</b>	<b>2.08</b>	<b>2.13</b>	<b>17.8%</b>	<b>12.0</b>	<b>130</b>	<b>9.2%</b>
90	7.01%	126.2	36.7	2.45	3.44	2.90	22.4%	12.0	126.7	9.5%
100	7.62%	152.4	21	4.76	7.26	5.07	35.4%	12.0	121	9.9%

Fuente: Adaptado de Cohen (2007)

Nuevamente se puede ver que para el nivel de apalancamiento escogido esta metodología arroja los mismos resultados que las dos anteriores, sin embargo los coeficientes beta apalancados difieren significativamente para otros niveles de endeudamiento, adicionalmente se verifica que la tasa WACC alcanza un mínimo en el nivel de 9.1% para una única estructura de endeudamiento.

Los ejemplos anteriores son extraídos del artículo de Cohen, adecuando los supuestos de dichos ejemplos al contexto regulatorio de Chile se tienen los siguientes resultados

**Tabla 6 – Metodología Conine**

Deuda (D)	Tasa de Interés Rd	Pat. Neto, E	Apalancamiento	Beta Deuda	Beta Apalancado, BL	RE basado en BL	EBIT (1-t)	Valor Firma, VL	WACC	Beta activo	TCC Activo
0	5.00%	98	-	0.00	0.54	8.21%	8.0	98	8.2%	0.54	8.21%
10	5.01%	92	0.11	0.00	0.58	8.49%	8.2	102	8.0%	0.54	8.21%
20	5.05%	86	0.23	0.01	0.63	8.80%	8.4	106	7.9%	0.54	8.21%
30	5.13%	80	0.38	0.02	0.69	9.13%	8.5	110	7.8%	0.54	8.21%
40	5.27%	74	0.54	0.04	0.75	9.48%	8.7	114	7.6%	0.54	8.21%
50	5.46%	68	0.74	0.08	0.80	9.83%	8.9	118	7.5%	0.54	8.21%
60	5.73%	62	0.97	0.12	0.86	10.13%	9.0	122	7.4%	0.54	8.21%
70	6.07%	56	1.25	0.18	0.89	10.35%	9.2	126	7.3%	0.54	8.21%
<b>80</b>	<b>6.50%</b>	<b>50</b>	<b>1.60</b>	<b>0.25</b>	<b>0.90</b>	<b>10.40%</b>	<b>9.4</b>	<b>130</b>	<b>7.2%</b>	<b>0.54</b>	<b>8.21%</b>
90	7.01%	44	2.05	0.34	0.86	10.18%	9.5	134	7.1%	0.54	8.21%
100	7.62%	38	2.63	0.44	0.74	9.45%	9.7	138	7.0%	0.54	8.21%

Fuente: Adaptado de Cohen (2007)

**Tabla 7 – Metodología Cohen**

Deuda (D)	Tasa de Interés Rd	Deuda Ajustada	Pat. Neto, E	Apalancamiento	Apalanc. Ajustado	Beta Apalancado, BL	RE basado en BL	EBIT (1-t)	Valor Firma, VL	WACC	Beta activo	TCC Activo
0	5.00%	0.0	133.2	-	0.00	0.34	7.0%	9.4	133.2	7.0%	0.34	7.0%
10	5.01%	10.0	106.4	0.09	0.09	0.36	7.2%	8.0	116.4	6.9%	0.34	7.0%
20	5.05%	20.2	100.3	0.20	0.20	0.39	7.4%	8.2	120.3	6.8%	0.34	7.0%
30	5.13%	30.8	93.9	0.32	0.33	0.43	7.6%	8.3	123.9	6.7%	0.34	7.0%
40	5.27%	42.2	87.1	0.46	0.48	0.47	7.8%	8.5	127.1	6.7%	0.34	7.0%
50	5.46%	54.6	79.6	0.63	0.69	0.52	8.1%	8.7	129.6	6.7%	0.34	7.0%
60	5.73%	68.8	71.1	0.84	0.97	0.60	8.6%	8.9	131.1	6.8%	0.34	7.0%
70	6.07%	85.0	61.4	1.14	1.38	0.71	9.3%	9.1	131.4	6.9%	0.34	7.0%
<b>80</b>	<b>6.50%</b>	<b>104.0</b>	<b>50</b>	<b>1.60</b>	<b>2.08</b>	<b>0.90</b>	<b>10.4%</b>	<b>9.4</b>	<b>130</b>	<b>7.2%</b>	<b>0.34</b>	<b>7.03%</b>
90	7.01%	126.2	36.7	2.45	3.44	1.27	12.6%	9.7	126.7	7.6%	0.34	7.0%
100	7.62%	152.4	21	4.76	7.26	2.30	18.8%	10.0	121	8.3%	0.34	7.0%
110	8.33%	183.3	2.5	44.00	73.30	20.15	125.9%	10.5	112.5	9.3%	0.34	7.0%

Fuente: Adaptado de Cohen (2007)

Dado la tasa de impuesto corporativo de 20%, de los ejemplos cabe destacar las siguientes conclusiones:

- La tasa de costo de capital (TCC) que resulta de adoptar el CAPM con el beta desapalancado conforme la fórmula propuesta por Conine es superior a la TCC que resulta de aplicar la fórmula más aceptada del costo de capital promedio ponderado (WACC).
- La tasa de capital que surge de adoptar el CAPM con el beta desapalancado conforme la fórmula propuesta por Cohen es menor a la TCC que resulta de aplicar la fórmula más aceptada del costo de capital promedio ponderado (WACC).

Si bien el enfoque de Cohen parece sólido, las empresas que publican los coeficientes betas usan otras fórmulas para desapalancar. Duff & Phelps usa las fórmulas de Miles-Ezzell

### 3.4.2 Metodología de Miles-Ezzell para desapalancar betas

La fórmula de Hamada es sin duda el abordaje más usado para desapalancar, pero, como vimos en los puntos anteriores, es aplicable solo en situaciones en que el valor absoluto de la deuda es fijo, y no hay riesgo acerca de la deducción total de los intereses para fines tributarios.

La fórmula de Miles-Ezzell asume que el valor de mercado de la deuda permanece constante como un porcentaje del *equity*  $\phi$ , lo que es equivalente a decir que la deuda aumenta en proporción al flujo de caja neto de la empresa en cada periodo. La fórmula también asume que el riesgo de deducir de impuestos los intereses de deuda es mayor que en el caso de la ecuación de Hamada.

$$\beta_u = \frac{(M_e \cdot \beta_L) + M_d \cdot \beta_d \cdot \left(1 - \frac{t \cdot k_{d(pt)}}{1 + k_{d(pt)}}\right)}{M_e + M_d \cdot \left(1 - \frac{t \cdot k_{d(pt)}}{1 + k_{d(pt)}}\right)}$$

Donde:

$\beta_u$  = beta desapalancado de la empresa o industria analizada

$M_e$  = Valor de mercado del capital de *equity* de la empresa o industria analizada

$\beta_L$  = beta apalancado de la empresa o industria analizada

$M_d$  = Valor de mercado del capital de terceros (deuda) de la empresa o industria analizada

$t$  = Tasa de impuestos de la empresa o industria analizada

$k_{d(pt)}$  = Costo del capital de terceros antes de impuestos

### 3.4.3 El ajuste de Blume

Blume (1971) mostró que los valores estimados de riesgo sistemático, betas, en un período son valores sesgados de los valores en el futuro, y que los valores tienden a regresar a la media especialmente para las carteras de bajo riesgo.

Dado que esa tendencia a regresar a la media es estacionaria en el tiempo, Blume buscó corregir el sesgo que produce las estimaciones corrientes de los betas. Para ello hizo el siguiente ejercicio: regresó los valores estimados de  $\beta$  de un período en los valores estimados del período previo, de forma de mejor predecir los  $\beta$  futuros ( $\beta_2 = a + b \cdot \beta_1$ ). Por ejemplo, la comparación entre los períodos de 7/61-6/68 y 7/54-6/61 arrojó:  $\beta_2 = 0.399 + 0.546 \cdot \beta_1$ .

Debido a que, en general, las estimaciones por mínimos cuadrados ordinarios tienden a subestimar el verdadero valor del coeficiente beta, es práctica aceptada entre las agencias tipo Bloomberg, Value Line o Duff & Phelps, ajustar los coeficientes beta al alza a través del ajuste propuesto por Blume. La ecuación para el ajuste es la siguiente:

$$\beta_{aj} = 0.371 + 0.635 \cdot \beta_{histórico}$$

#### 3.4.4 La discusión en el contexto de la discusión del proyecto de ley en el congreso

Si bien este consultor piensa que lo correcto es aplicar una tasa de costo de capital promedio ponderado (WACC), la normativa chilena vigente y la que está en discusión en el Congreso apuntan a una estimación vía una adaptación del modelo CAPM. En ese contexto aplicar un coeficiente beta apalancado puede resultar en una TCC muy alta, por lo que el “segundo mejor” es aplicar el CAPM con un coeficiente beta desapalancado (beta del activo).

#### 3.4.5 Estimación del beta de equity

Para estimar el término beta de una acción se deben mediar las variaciones del precio de la acción en relación a los movimientos del mercado global de acciones. Hay varias empresas de reconocida trayectoria internacional que realizan este tipo de análisis. Entre las más conocidas están Ibbotson Associates, Value Line, Bloomberg, Duff & Phelps. Generalmente el beta es estimado de forma econométrica, utilizando modelos de regresión que varían en función de:

- periodicidad de la información usada: datos mensuales, semanales o diarios;
- ventana de análisis aplicada: 1, 3, 5 años;
- especificación del modelo: lineal, logarítmico, con otras variables explicativas, con rezagos, etc.;
- y el método econométrico usado: regresión por mínimos cuadrados, métodos recursivos, filtro de Kalman, etc.

Independientemente de la opción que se escoja, se modela el rendimiento en exceso de una acción individual en relación a la tasa libre de riesgo contra el exceso de una cartera de mercado también en relación a la tasa libre de riesgo. Si el coeficiente beta resulta igual que 1, entonces los retornos de la acción varían *pari passu* con el mercado.

El regulador de Gran Bretaña para los mercados de gas y electricidad, Ofgem, solicitó un estudio sobre el coeficiente beta a Smithers & Co, el cual fue realizado por Wright *et al* (2006), para uso de sus resultados en el período 2005-2010. De acuerdo con el análisis de Ofgem (2014), el coeficiente beta apalancado se encuentra dentro de un intervalo 0.6-1, rango bastante amplio, y en la revisión tarifaria para el período 2005-2010 utilizó un beta de 1, y para el período 2010-2015 consideró beta de 0.90 como valor de beta apalancado, con un nivel de endeudamiento de 0.65. En el año 2012 la Ofgem encomendó otro estudio, esta vez a Imrecon and ECA (2012), focalizado en el financiamiento de los operadores de redes en el contexto de la metodología RIIO:

*“In our Strategy decision for RIIO-ED1, we used a beta range of 0.9 to 0.95 to produce our initial range for the cost of equity. The allowances for the cost of equity proposed in the DNO business plans implied an equity beta of about 0.9.” Ofgem (2014, item 1.15)*

*“Given our analysis of the cash flow risks that DNOs are exposed to under RIIO and the inherent attractiveness of RPI-indexed assets, we continue to consider that a **gearing ratio of 65 per cent**, in principle, should be consistent with investment grade ratings.” Ofgem (2014, item 1.45)*

### 3.5 Premio por tamaño

Un tema que ha sido muy discutido en la literatura es si corresponde adicionar un premio adicional para aquellas empresas de pequeña escala. Este punto es importante para la realidad chilena dado que hay al menos dos empresas distribuidoras de gas con escalas muy pequeñas. La premisa que existe una relación negativa entre el tamaño de la empresa y el retorno esperado fue analizado en primer lugar por Banz (1981) y luego ha dado lugar para valiosos aportes de la literatura comparada (por ej., Asgharian y Hansson, 2010; Fan y Liu, 2008; Grabowski y King, 2000).

Banz (*op. cit.*) analizó los retornos de las empresas con pequeña capitalización de la bolsa de

Nueva York (NYSE) comparados con los retornos de las empresas con gran capitalización durante el período 1926-1975. La conclusión del estudio es que el retorno de las pequeñas empresas en el período analizado es superior que el retorno de las grandes empresas.

El estudio empírico sistemático sobre la relación entre retorno y tamaño comenzó en el año 1992 cuando Grabowski entra en contacto con CRSP de la Universidad de Chicago. A partir de ahí comenzó a sistematizarse el análisis de la información de Standard & Poor en lo que atañe al impacto del tamaño en el retorno de las empresas. Las figuras siguientes presentan el índice de las acciones de micro capitalización (deciles 9 y 10) y las del mercado en su conjunto (S&P 500), así como también el retorno global de dichas empresas. De los gráficos resulta claro que las empresas pequeñas tienen mayor retorno y volatilidad que el mercado en su conjunto.

**Figura 1 – Evolución del índice de las empresas con micro capitalización v S&P 500**

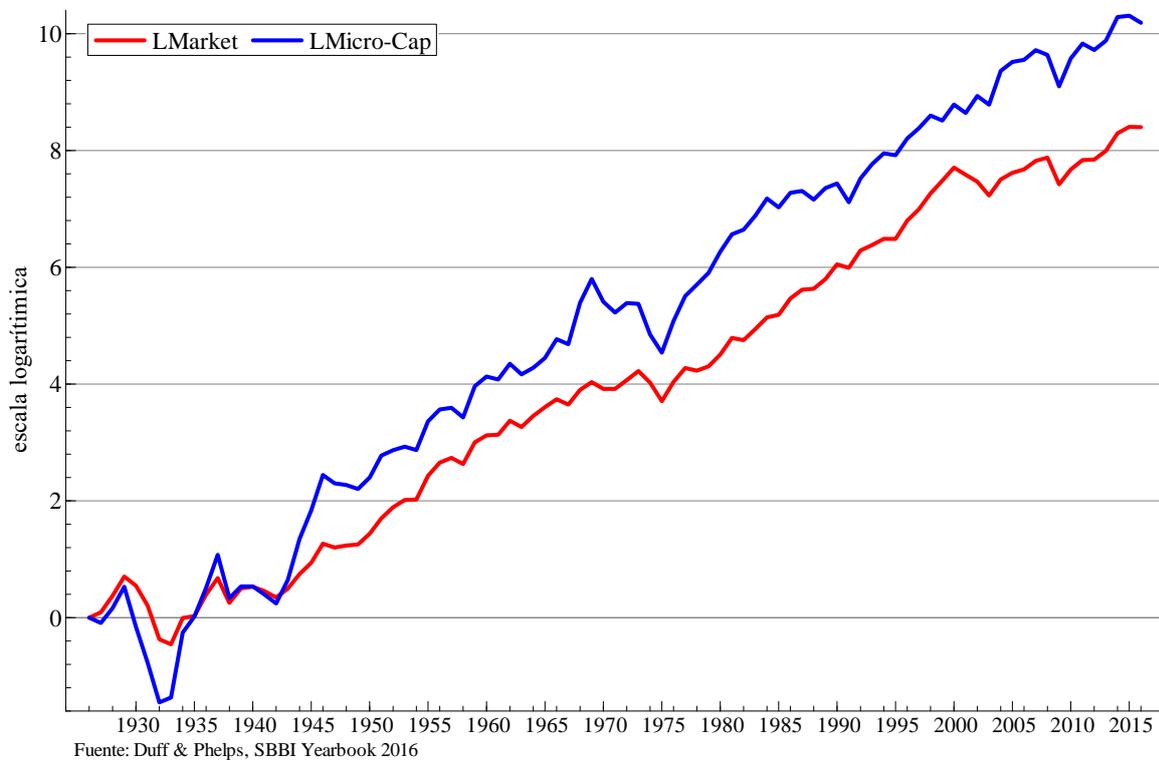
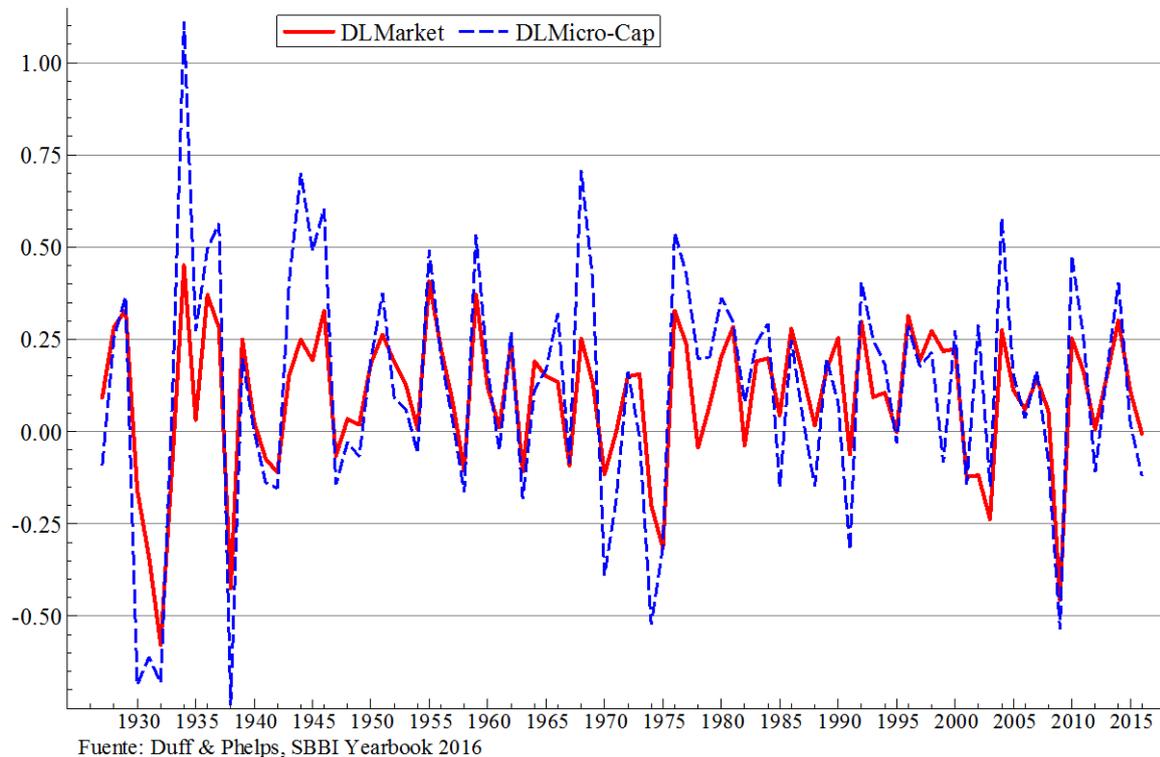


Figura 2 – Evolución del retorno de las empresas con micro capitalización v S&P 500



Morningstar/Ibbotson publica desde 1996 los informes *CRSP<sup>4</sup> Deciles Size Premia Study* y el *Risk Premium Report* desde 1999 y 1996, respectivamente. Esa publicación ahora está en manos de Duff & Phelps. Estos reportes examinan la relación entre tamaño y retorno, y ambos muestran que el tamaño y el retorno están negativamente correlacionados. Morningstar, que compró Ibbotson Associates en 2006, anunció en 2013 que no publicaría más su *Year Valuation Handbook*; ese valioso Handbook es ahora publicado por Duff & Phelps.

A pesar que las metodologías y bases de datos usados por dichos reportes es similar, hay diferencias significativas entre ella, incluyendo:

- Servicios financieros no son excluidos de las carteras de deciles de CRSP.
- Los deciles de CRSP no excluyen empresas de alto riesgo financiero de las carteras que se usan para determinar el premio por tamaño.
- Las carteras de deciles de CRSP son rebalanceadas de forma trimestral, en lugar de anual.
- Los retornos de las carteras de deciles de CRSP son ponderadas por la capitalización de mercado, en lugar de promedios simples.

CRSP aplica su metodología de carteras por tamaño al universo total de NYSE/AMEX/NASDAQ

<sup>4</sup> CRSP: *Center for Research in Security Prices* de la Universidad de Chicago.

yendo hasta el año 1926. Para el caso del NYSE se excluyen algunas acciones como ser: acciones preferidas, fideicomisos de inversiones inmobiliarias, acciones extranjeras, entre otras.

Todas las empresas del NYSE son ordenadas por su capitalización de mercado de sus acciones elegibles según los criterios de CRSP. Las empresas son divididas en 10 grupos (deciles). El decil 1 corresponde a las empresas de mayor capitalización de mercado, mientras que el decil 10 se ubica, lógico, en la punta opuesta. El decil 10 a su vez se divide en 10w, 10x, 10y, y 10z. Las carteras son rebalanceadas de forma trimestral, usando los precios de cierre del último día de transacción de los meses de marzo, junio, septiembre y diciembre. El retorno de la cartera para un mes es calculado como el promedio ponderado de los retornos de las acciones individuales. Los retornos anuales de las carteras son calculados como los promedios compuestos de los retornos mensuales.

Un problema del enfoque de los deciles de CRSP es que pueden darse caso de superposición de carteras (*portfolio overlap*), es decir que el analista puede alojar a una empresa en más de un grupo (decil), lo puede introducir cierta subjetividad basada en la búsqueda de un objetivo de estimación de costo de capital.. Barad (2009) argumenta que el analista debe tener la suficiente flexibilidad para elegir el premio por tamaño que es estadísticamente más relevante para su aplicación, sobre la base que el nivel de capitalización de mercado es el factor más relevante para determinar el tamaño de una empresa. .

El premio por tamaño de los deciles de CRSP da una única medida para comparar el nivel de capitalización de una empresa con su correspondiente premio por tamaño. Para ello se base en un análisis de regresión para el CAPM. El premio por tamaño surge de la diferencia en el coeficiente beta estimado. Por lo que a este premio también se le conoce como Premio por Riesgo sobre CAPM (*'Risk premia over CAPM'*)

La Tabla 8 presenta la comparación realizada por Duff & Phelps acerca de las dos metodologías que han sistematizado el premio por riesgo de tamaño. De una lectura lineal de la tabla surge que quizá la metodología del Reporte Premio por Riesgo arroja más herramientas para abordar el tema, sin embargo esa metodología es bastante más compleja que la de los deciles de CRSP. Debido a la simplicidad y que la información data desde 1926, este consultor ha preferido en sus trabajos anteriores la metodología de los deciles de CRSP.

Como toda cuestión referente a la escala, lo que es pequeño para un determinado mercado puede ser grande para otro. No obstante, y dejando de lado los datos del mercado de los Estados Unidos, la información de lo que sucede en el mercado de distribución de energía eléctrica de Brasil muestra que las empresas de menor porte presentan niveles de endeudamiento muy menores a las empresas de gran escala, así para el promedio de los años 2011-2012, las empresas del quintil superior (medido en número de clientes) presentaron un apalancamiento de 50%, mientras que las empresas del quintil inferior registraron un endeudamiento de 42%. Por lo que si se reconociese dos niveles de endeudamiento, para empresas grandes y pequeñas, se estaría de hecho reconociendo que el costo de capital de las empresas pequeñas es mayor que el de las empresas de gran porte.

Debido a eso, a la hora de analizar un mercado de distribución de gas por ductos es conveniente analizar el mismo discriminando las empresas en función de su escala. Este reconocimiento de las diferencias entre pequeñas y grandes empresas puede ser realizado por medio de la estructura de capital o adicionando un premio adicional por tamaño. La ARSESP, autoridad reguladora de servicios públicos del estado de São Paulo, Brasil, ha aplicado el premio por tamaño para las empresas distribuidoras de gas por redes.

Cabe destacar que el proyecto de ley en discusión en el Congreso incorpora una propuesta para reconocer distintas tasas dependiendo de la realidad de la empresa, como una medida para reconocer las diferencias en las condiciones del mercado en que cada empresa opera. este premio tiene un límite de 1% y podría ser asimilado a las componentes de premio por tamaño.

**Tabla 8 – Comparación entre los Estudios de Reporte de Premio por Riesgo y el Premio por tamaño de deciles de CRSP**

	Estudio	
	Premio por tamaño de deciles CRSP	Reporte Premio por Riesgo
Horizonte de tiempo en que los datos son analizados	1926-presente	1963-presente
Inclusión del tamaño de las empresas en el análisis	Sí	Sí
Medidas de tamaño usadas	Capitalización de Mercado	Capitalización de Mercado y siete medidas alternativas
Premio tamaño sobre CAPM	Sí	Sí
Premio por riesgo sobre la tasa libre de riesgo	No	Sí
Premio desapalancado	NO	Si
Análisis de riesgo (además del análisis de tamaño)	Sí	No
Medidas de riesgo usadas	NO	Margen operativo (MO), CV del MO, CV del retorno sobre equity
¿Puede ser usado para estimar el costo del equity usando un método <i>bottom-up</i> ?	Sí	Sí
¿Puede ser usado para estimar el Costo del equity usando el modelo CAPM?	Sí	Sí
Número de carteras	10 deciles + 10w, 10x, 10y, 10z	25
¿Disponibilidad de las fórmulas de regresión para estimar premios interpolados entre carteras, o para estimar premios para empresas muy pequeñas?	NO	Sí
Superposición de carteras	Sí	No
Exclusión de compañías financieras	NO	Sí
Exclusión de compañías con alto riesgo inanciero	NO	Sí
Análisis de empresas con alto riesgo financiero	NO	Sí
Información específica sobre las empresas que integran las carteras	Sí	Sí
Mecanismo para refinar las estimaciones de costo de capital a través de comparaciones de cuán similar o diferente es la empresa analizada cuando se la compara con las empresas que integran la cartera	NO	Sí

Fuente: Duff & Phelps (2014), p. 7-14. Traducción libre del consultor

### 3.6 La adaptación del CAPM para los países emergentes

El CAPM fue desarrollado para los mercados de los países desarrollados. Cabe entonces preguntarse si el mismo aplica para países emergentes como es el caso de Chile. A continuación

son analizados los abordajes de Godfrey y Espinosa, Ibbotson, Clare y Kaplan, y Damodaram.

### 3.6.1 Godfrey y Espinosa (Country spread model)

La adaptación más simple del modelo CAPM fue desarrollada por Godfrey y Espinosa (1996) y se la conoce como *country spread model*. En la adaptación de los autores se adiciona el riesgo país al modelo CAPM tradicional como un ajuste en la tasa libre de riesgo. En la nomenclatura usa por los autores es el siguiente:

$$k_i = R_{f,US} + \text{Credit spread} + \text{Equity Premium}_{US} * 0.6 * \sigma_i / \sigma_{US}$$

Donde el retorno esperado para un activo  $k_i$  depende de la tasa libre de riesgo de los Estados Unidos  $R_{f,US}$  más el riesgo país medido por el spread de los bonos del país en cuestión sobre los bonos de los Estados Unidos, más un ajuste en la prima por riesgo de mercado sobre la base del cociente entre las volatilidades del activo y el mercado de los Estados Unidos. La incorporación de un ajuste en el coeficiente beta, además de la adición del *spread* de los títulos soberanos sobre la tasa libre de riesgo se debe, según los autores, a dos tipos diferentes de riesgo:

1. Riesgo político o soberano,
2. Riesgo comercial ('*business risk*')

Dado que ajustar 100% la prima por riesgo de mercado debido al cociente de volatilidades sería como hacer un "doble conteo"<sup>5</sup> del riesgo país, los autores sugieren aplicar solo el 60% de ese ajuste sobre la base de un estudio de Erb, Harvey y Viskanta (1995) por el cual concluyen que 40% en la variación de la volatilidad de los activos puede ser explicada por variaciones en la calidad del crédito.

Para estimar el riesgo país hay dos grandes opciones:

1. **Modelo de Spread por Riesgo País:** es uno de los modelos más difundidos actualmente para estimar el riesgo país. En dicho modelo se estima la diferencia entre el rendimiento de una cesta de bonos locales y el rendimiento de los bonos de los Estados Unidos (*Treasury Bonds*). O sea, se calcula el *spread* específico por país que es luego agregado al costo de capital estimado utilizando datos del mercado financiero internacional.
2. **Modelo EMBI+País (*Emerging Market Bond Index Plus*):** mide la evolución de los bonos de un país con relación al mercado de los Estados Unidos; se calcula como la sobretasa sobre el rendimiento de los bonos del Tesoro americano que paga un determinado país por endeudarse en el mercado externo. Este indicador es estimado por JP Morgan y es de amplia utilización y reconocimiento en el ambiente regulatorio. El indicador EMBI + es compuesto por una cesta de bonos nominados en dólares de los Estados Unidos, de diferentes *maturities*.

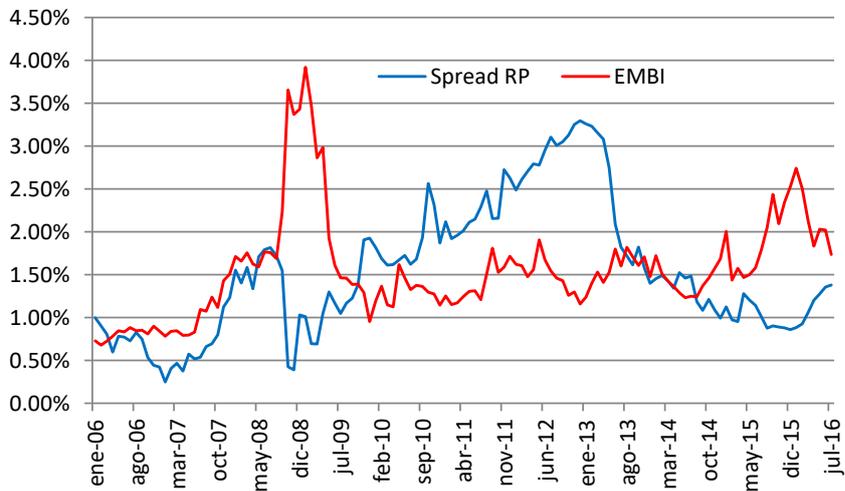
Debido a que es de amplia utilización, este Consultor ha recomendado, siempre que la información esté disponible, el uso del EMBI+. Sin embargo, dado que la normativa chilena vigente y también la que está en discusión en el Congreso refiere a una tasa local, se presenta a continuación una comparación entre una tasa local y el EMBI+. La figura siguiente presenta la comparación de ambos modelos, donde el riesgo país fue estimado por la diferencia entre la tasa de bonos locales UF a 10 años, y la tasa de los bonos del tesoro de los EE:UU a 10 años. La Tabla 9 muestra que hay una razonable convergencia entre el spread de los bonos locales,

---

<sup>5</sup> 'double counting'

representado por la tasa en UF 10 años sobre la tasa libre de riesgo de los Estados Unidos (indexada por inflación) y el EMBI+, por lo que de considerarse una tasa local, tal como está en discusión en el Congreso, se estaría de hecho incorporando el riesgo soberano.

**Figura 3 – Evolución de la Tasa de bonos locales en UF 10 años y el EMBI+**



**Tabla 9 – Evolución del spread de bonos locales y el EMBI+**

Período	Spread RP	EMBI
6 meses	1.20%	2.04%
1 año	1.04%	2.20%
3 años	1.22%	1.76%
5 años	1.85%	1.67%

### 3.6.2 El enfoque de Ibbotson

Un abordaje para internacionalizar el CAPM para los países emergentes es el ajuste propuesto por Ibbotson (2008). El enfoque postula que en un mercado globalmente integrado, el retorno requerido de un activo depende no solo del nivel del riesgo sistemático de ese activo *vis-à-vis* una cartera diversificada de mercado en su país de origen, sino también del riesgo sistemático de la cartera de mercado en el país *k* con relación a la cartera del mercado global.

El mecanismo propuesto consiste en ajustar el riesgo sistemático (coeficiente  $\beta$ ) por la relación entre la bolsa del país bajo análisis y la bolsa del coeficiente  $\beta$  de referencia. El ajuste se realiza en dos pasos:

1. Se calcula el premio por el Riesgo del mercado mundial
2. Se ajusta el premio por el riesgo de mercado local a través de la relación entre ese mercado y el resto del mundo.

Para realizar el punto 1 se ajusta el retorno del índice mundial *vis-à-vis* el retorno del mercado de los Estados Unidos. Para estimar el retorno del mercado mundial Ibbotson sugiere usar el Índice Mundial de Capital Internacional elaborado por Morgan Stanley (*Morgan Stanley Capital International World Index*, MSCI), que está disponible desde 1970<sup>6</sup>. Luego se realiza la regresión entre el retorno de la bolsa de los Estados Unidos como función del retorno del mercado mundial.

Según esta metodología, el premio por el retorno del mercado mundial es:

$$ERP_W = \frac{ERP_{US}}{\beta_{W,US}}$$

Para el segundo paso se realiza la regresión entre el índice de la bolsa del país bajo análisis versus el MSCI, para obtener así el beta específico  $\beta_s$  para el país en cuestión y luego se aplica sobre  $ERP_W$ .

Una forma de aplicar el  $\beta_s$  sobre el  $ERP_W$  es a través de la siguiente expresión:

$$\text{Riesgo Comercial en otro país} = (\beta_{CAPM} \beta_{W,US} - \beta_{CAPM}) \times (r_m - r_f)$$

Si bien la aplicación regulatoria de esta metodología es bastante más compleja que la propuesta por Godfrey y Espinosa (1996) de simplemente adicionar el premio por el riesgo soberano, criterio que es de amplio uso en América Latina, es factible adaptarlo para la realidad chilena.

### 3.6.3 El enfoque de Clare y Kaplan (*Globally Nested CAPM*)

Otro modelo para las economías emergentes, para los casos que los mercados financieros no se encuentren totalmente integrados, es el modelo desarrollado por Clare y Kaplan (1999), basado en los trabajos de Solnik (1974), el cual busca incorporar los riesgos regionales.

Solnik trabajó con un modelo internacional de costo de capital en dos etapas, siendo que en la primera etapa se parte del presupuesto que el mercado en cuestión está completamente integrado en el mercado mundial, y en una segunda se ajusta por el riesgo país. El modelo, denominado *Globally Nested CAPM* (GN-CAPM), según el cual el costo del capital puede ser expresado de la siguiente forma:

$$k_j = R_f + \beta_{jw} (RP) + \beta_{jk} (\delta_k) + \delta_j$$

Donde:

$k_j$  = costo de capital en el país  $j$

$\beta_{jw}$  = es el riesgo sistemático en el país  $j$  con relación al riesgo del mercado mundial

$\beta_{jk}$  = es el riesgo sistemático en el país  $j$  con relación al mercado regional luego de remover el efecto del mercado mundial.

$RP$  = es el premio por el riesgo del mercado mundial

$\delta_k$  = es el premio por el riesgo del mercado regional luego de incorporar el efecto del mercado mundial

<sup>6</sup> El Ministerio de Economía y Finanzas de Argentina (MECON) publica el índice MSCI con frecuencia diaria desde enero de 2000 para América Latina, países emergentes, Asia y Europa. <http://www.mecon.gov.ar/peconomica/basehome/infoeco.html>

$\delta_j$  = premio específico del país  $j$  que no haya sido incorporado ni el mercado mundial ni el regional

El costo de capital para una industria  $i$  en el país  $j$  puede ser expresado como

$$k_i = R_f + \beta_{iw} (RP) + \beta_{ik} (\delta_k) + \beta_{ij} \delta_j$$

Donde las variables son análogas a la ecuación anterior, pero aplicadas a una industria o sector.

Los autores proponen estimar el costo de capital para una economía emergente a través de un procedimiento en tres etapas:

- Riesgo sistemático mundial
- Riesgo sistemático regional
- Riesgo sistemático del país bajo análisis

Si el país en cuestión está integrado al mercado mundial, el modelo propuesto coincide con el modelo tradicional CAPM.

Dado que Chile no tiene una fuerte integración regional con sus vecinos, entendemos que no es un modelo aplicable a la realidad chilena.

Además, y de la misma forma que se comentó para el caso de Ibbotson, el modelo es bastante más complejo que el propuesto por Godfrey y Espinosa (1996), por lo que su aplicación en la práctica regulatoria no parece recomendable a juicio de este Consultor.

### 3.6.4 El enfoque de Damodaran

Damodaran (2011) propone ajustar el CAPM para su aplicación en países en desarrollo. La pregunta fundamental es cuánto del riesgo de invertir en un determinado país debe ser considerado como riesgo no diversificable. Asumiendo un inversor globalizado, el punto pasa por analizar la correlación entre el mercado en cuestión y el mercado internacional de referencia. Si los mercados presentan una correlación positiva significativa, entonces el riesgo país es no diversificable y, por lo tanto, acarrea un premio adicional. Damodaran argumenta que la correlación entre los mercados ha crecido a lo largo del tiempo. El problema es que, en principio, los coeficientes beta no pueden incorporar el riesgo país, porque si fuesen estimados con base en la bolsa local el promedio de los betas sería, por construcción, igual a 1. Si, por el contrario, los betas fuesen estimados con base en el MSCI, los betas son menores a los reportados por el mercado nacional.

Damodaran propone estimar el premio por el riesgo de mercado como la suma de un premio de un mercado maduro más el riesgo país. Para estimar el riesgo país, además de los spreads de riesgo que reportan las empresas calificadoras de riesgos, el autor propone comparar los riesgos relativos de cada mercado.

$$\text{Desvío estándar relativo}_{cl} = \frac{\text{Desvío estándar}_{cl}}{\text{Desvío estándar}_{us}}$$

Por lo que el premio por el riesgo de mercado en Chile estaría dado por la siguiente relación:

$$ERP_{cl} = ERP_{us} \times \text{Desvío estándar relativo}_{cl}$$

Por lo que el riesgo Chile estaría dado por:

$$\text{Riesgo país}_{cl} = ERP_{cl} - ERP_{us}$$

Para el período enero 2006 a diciembre 2015 los desvíos estándares del rendimiento del mercado para Estados Unidos y para Chile resultaron en 4.3% y 6.0% respectivamente, en consecuencia el factor de ajuste del premio de riesgo de mercado de Estados Unidos en función del desvío estándar relativo es 1.4. El problema de este método es que el mercado chileno, por su tamaño, puede parecer más volátil, lo que lleva a sobreestimar el costo de capital.

Otra opción sugerida por Damodaran es a través del riesgo relativo entre el mercado de la bolsa local y los títulos:

$$ERP_x = Spread\ soberano \times \frac{\sigma_{equity}}{\sigma_{bonos}}$$

Este modelo fue usado por Walker (2006) para el mercado chileno, asumiendo que la relación  $\frac{\sigma_{equity}}{\sigma_{bonos}} = 1.5$ . Cabe notar que para usar este modelo es necesario que exista liquidez en el mercado de títulos, caso contrario el desvío estándar puede ser nulo.

### 3.6.5 Riesgo soberano versus riesgo país

La literatura sobre la aplicación del CAPM para países en desarrollo recomienda su ajuste con la inclusión, de alguna forma, del riesgo país.

Otra discusión es si corresponde incluir todo el riesgo país o solo parte. Por ejemplo, el valor del riesgo país estimado con base en el índice EMBI+ puede ser considerado como el límite máximo para su inclusión en la estimación, ya que no todo el riesgo soberano debe ser asimilado al riesgo de invertir en un sector de servicios público. Esto lleva a diferenciar entre riesgo país y riesgo soberano.

Las calificadoras de riesgo estiman una medida de riesgo crediticio, o de *default*, la cual ya incluye el componente de riesgo soberano, medido por el EMBI+, en este sentido la segmentación de riesgo soberano y país consistiría en deducir del riesgo crediticio de las calificadoras el valor correspondiente al EMBI+.

Una posibilidad es internacionalizar el riesgo país es incluirlo en dos componentes del costo de capital. El primer componente es la tasa libre de riesgo representada por los bonos locales, los cuales incluyen de hecho a la tasa libre de riesgo internacional más un componente por riesgo local.

El segundo componente en la que se incluye el riesgo por invertir en el país es en el coeficiente de riesgo sistemático (beta), mediante la determinación del “riesgo comercial” de hacer negocios en Chile. Para ello se estima el coeficiente beta país,  $\beta_{Cl}$ , que mide la relación entre la bolsa del mercado de Santiago, libre de la tasa libre de riesgo, y el mercado de Nueva York, también libre de la tasa de riesgo.

En breve, el riesgo soberano representa una medida de la capacidad y disposición de un cierto gobierno para honrar sus compromisos de deuda, mientras que el riesgo país se refiere al riesgo de hacer negocios en un determinado país.

Para el caso de los sectores de servicios públicos con contratos de concesión, muchas veces esos contratos incluyen cláusulas de equilibrio económico-financiero, los cuales funcionan como una protección ante la posibilidad de “*default*” del país. Tales cláusulas de protección en los contratos de concesión justifican la separación entre riesgo soberano y riesgo país, dado que lo que es más relevante para un inversor es el riesgo de invertir en el sector.

### Proyecto de Ley en el Congreso

La forma en que está redactado el proyecto de ley en el Congreso, no deja márgenes para la necesaria flexibilidad regulatoria, en particular para la inclusión del riesgo país en la adaptación del modelo CAPM al mercado chileno. Sin embargo, al considerar una tasa local de interés, la misma incluye ya un componente del riesgo país, como muestra la Figura 4. En efecto, la diferencia entre la tasa BCU en UF de 10 años y la tasa del Tesoro de los Estados Unidos a 10 años ajustada por inflación arbitra en buena medida con el EMBI+. La Figura 5 muestra que en el período desde enero de 2006 al presenta, la tasa BCU en UF a 10 años incorpora, en promedio, el 108% del EMBI+, por lo que al considerar dicha tasa se está de hecho incorporando el riesgo país.

Figura 4 - Evolución de las tasas BCU\_UF\_10 y TB\_10 ajustada por inflación y el EMBI

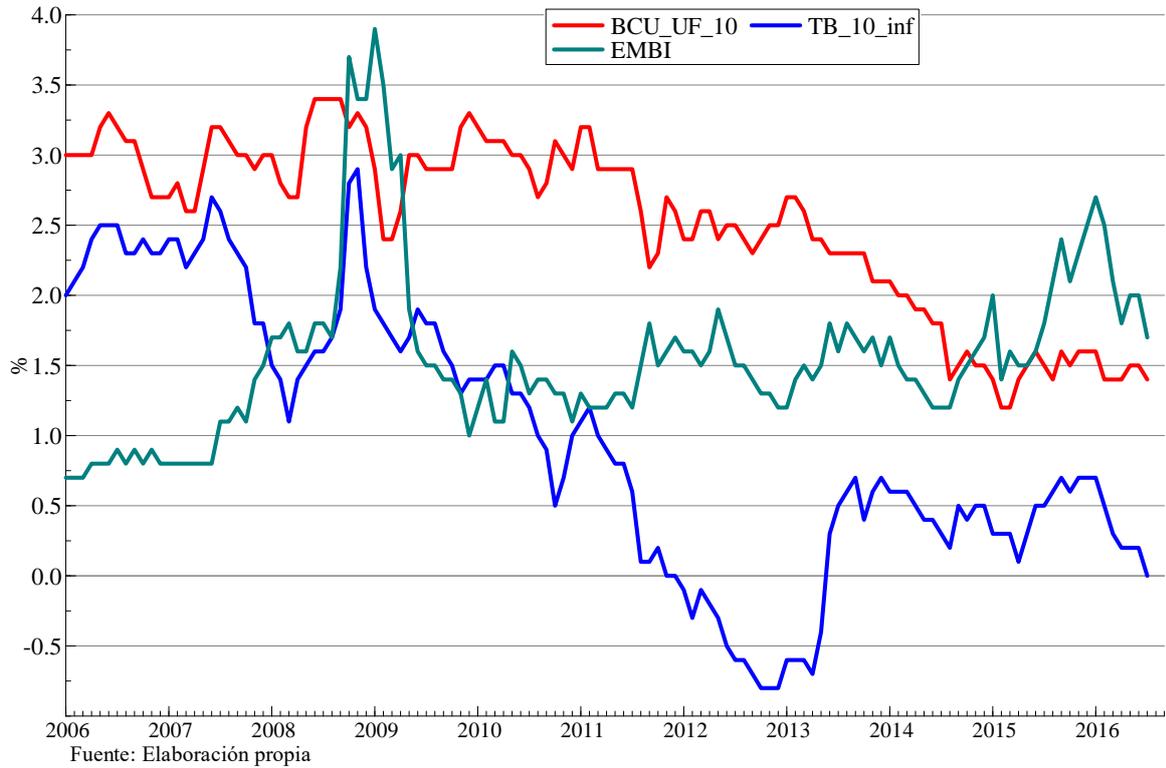
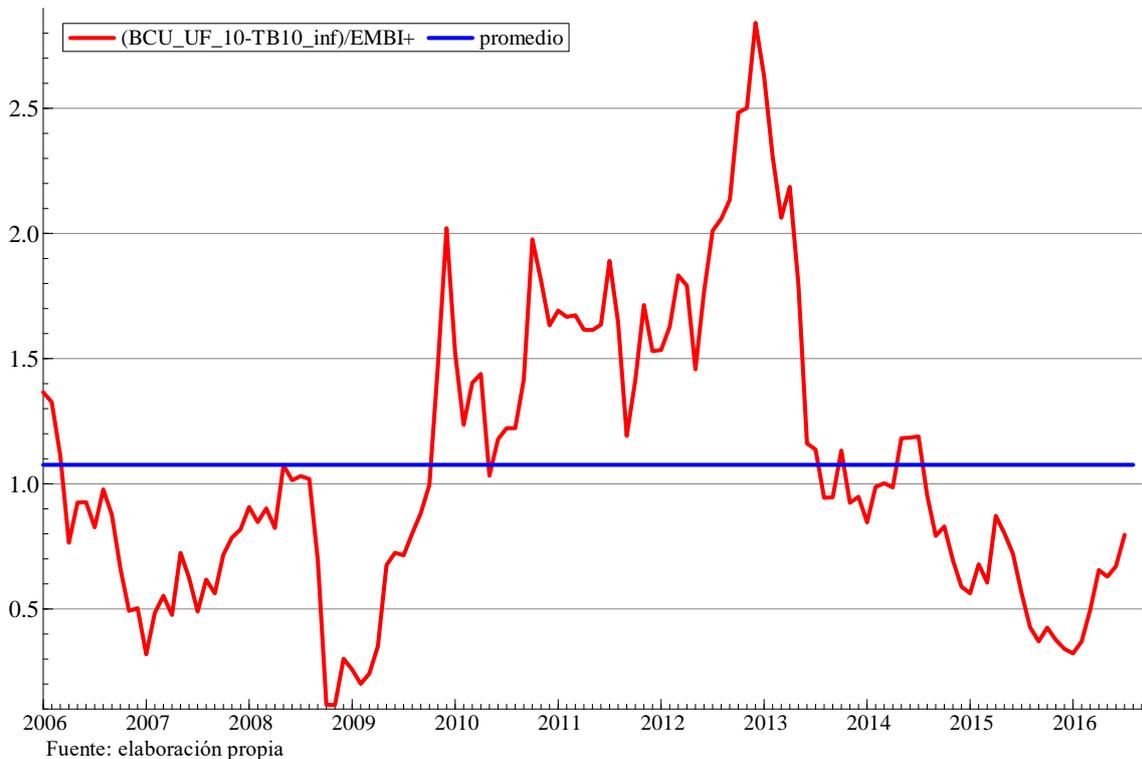


Figura 5 - Grado de incorporación del EMBI+ en la tasa BCU en UF a 10 años



### 3.6.6 Modelo CAPM Global: la estimación de un 'beta país' para Chile

Stulz (1999) realiza una discusión sobre la pertinencia de aplicar un CAPM local en vez de un CAPM global cuando los agentes nacionales tienen la opción de diversificar fuera de su país de origen. Ante la presencia de barreras a la inversión internacional, el costo de capital local es superior al global, debido a que los inversores locales no pueden diversificar adecuadamente su nivel de riesgo. Por lo que cuando las barreras para invertir en los mercados internacionales caen, el costo de capital local se reduce no solo por prácticas de diversificación sino también por mejores prácticas corporativas. Harvey (1991) estimó un CAPM global para 17 países con información de 20 años. Este CAPM global indica que el PRM en cada país debe ser igual a la cartera mundial multiplicada por el beta país en relación a la cartera mundial o de referencia. De los 17 países analizados en su muestra, 14 presentan retornos que no son estadísticamente diferentes del PRM global. El análisis de ambos autores sugiere que el CAPM global es una mejor guía para los países emergentes que considerar un CAPM local.

A los efectos de analizar la aplicabilidad del uso del modelo CAPM adaptado a países emergentes a la realidad chilena se estimó el beta de Chile con relación al mercado de los Estados Unidos. Para eso se estimó en primer lugar la siguiente relación:

$$\ln \frac{IGPA_{100}}{UST10_{100}} = \alpha + \beta_{CL-US} \ln \frac{S\&P500_{100}}{UST10_{100}}$$

Donde:

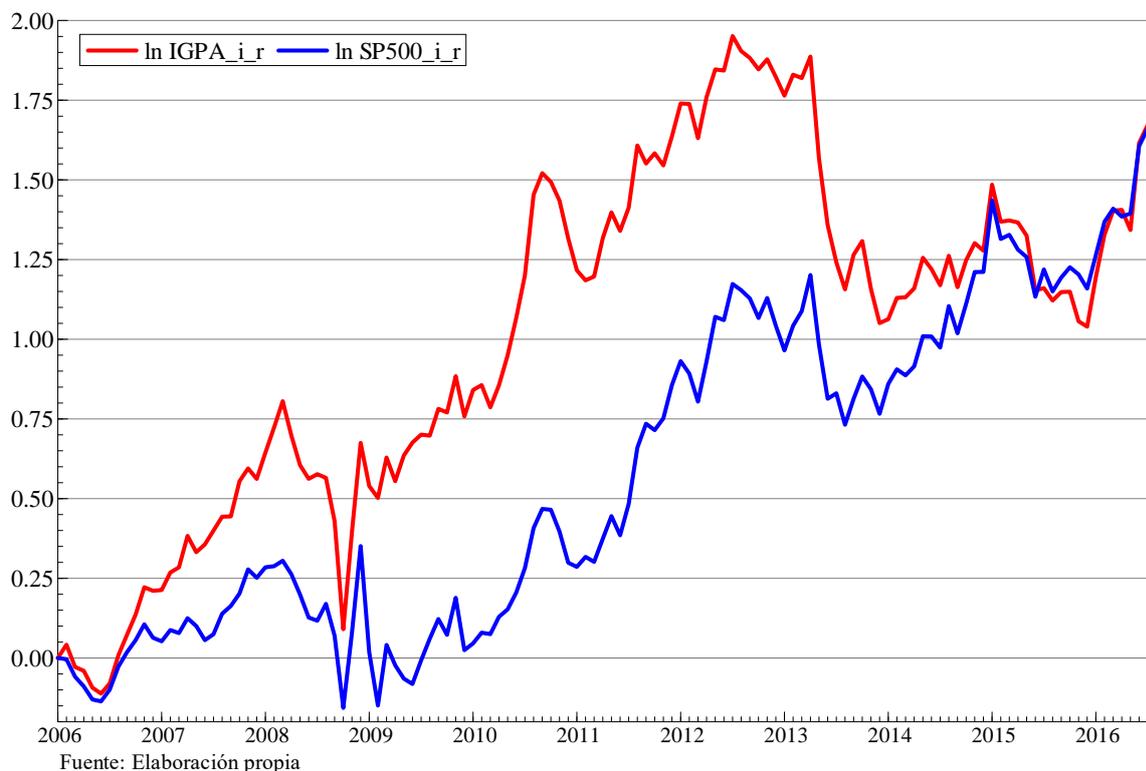
$IGPA_{100}$  = Índice General de Precios de Acciones

$UST10_{100}$  = Bonos del Tesoro de los Estados Unidos a diez años de plazo

$S\&P500$  = Índice Standard & Poor 500

La figura siguiente muestra la evolución de las dos variables en cuestión en escala logarítmica:

$\frac{IGPA_{100}}{UST10_{100}}$  y  $\frac{S\&P500_{100}}{UST10_{100}}$ ,  $IGPA_{ir}$  y  $SP500_{i-rm}$ , respectivamente.

**Figura 6 – Evolución del IGPA y SP500 deducidos de la tasa libre de riesgo**


La ecuación fue estimada con datos mensuales para el período enero de 2006 a diciembre de 2015. La metodología usada fue el modelaje estructural con filtro de Kalman, para lo cual se utilizó el software Stamp v8.3. El modelaje estructural descansa en la metodología econométrica de Harvey (1989, 1981). Siguiendo esa metodología una serie puede ser descompuesta por una tendencia, una pendiente, un factor estacional y un factor irregular. Todos los componentes siguen procesos estocásticos pero casos especiales determinísticos pueden ocurrir o incluso la ausencia de alguno de los componentes (Franzini y Harvey, 1983). Para estimar el modelo se aplica el filtro desarrollado por Rudolf Kalman. En breve, lo que el filtro de Kalman hace es estimar los parámetros que maximizan la verosimilitud del juego de datos. Dadas las varianzas estimadas para cada ecuación, el filtro toma el error de predicción y lo distribuye entre los errores de cada componente. El único requisito para el filtro es que no exista autocorrelación entre las perturbaciones de los componentes. El procedimiento abre la posibilidad de introducir shocks aleatorios en las variables de estados, lo que es una característica de los mercados de valores. Este procedimiento se aleja de la econometría tradicional en la que solo una perturbación es considerada.

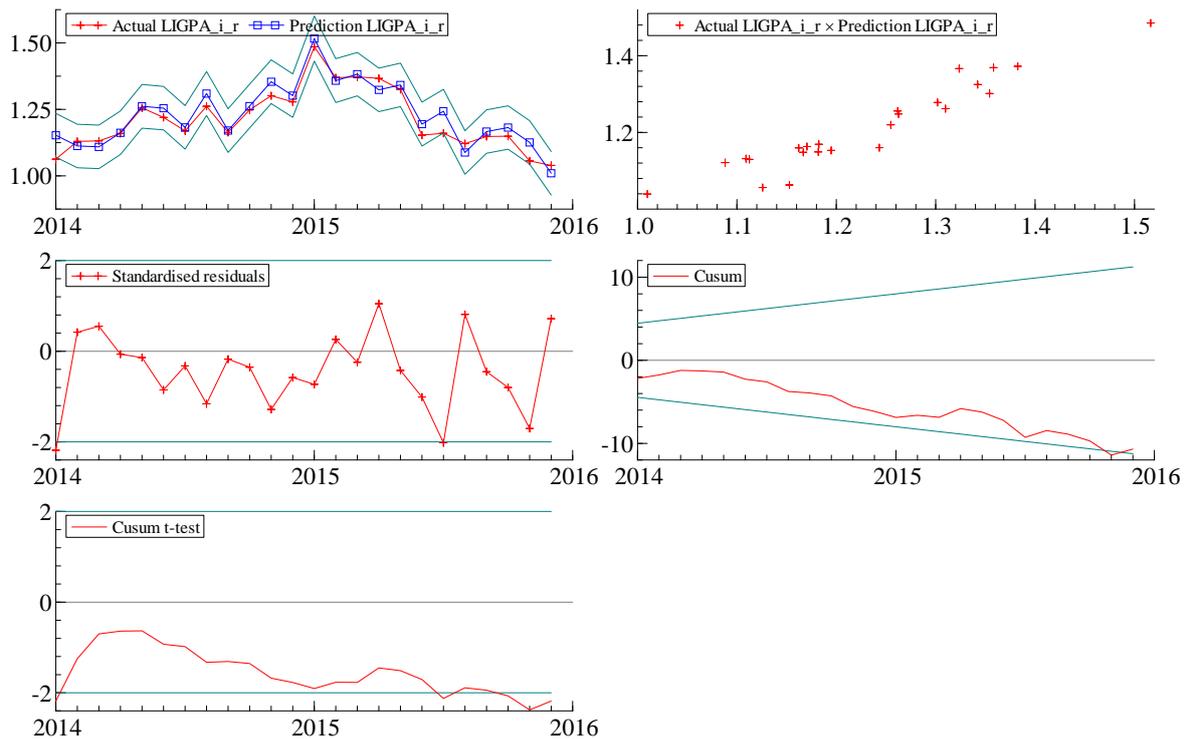
Los resultados indican que la relación entre el mercado chileno y el norteamericano es de 1.04, coeficiente que es significativo a menos de 1%, lo que indica una relación relativamente 'elástica' del mercado chileno, si bien no muy distante de 1. Fue necesario incluir quiebres de nivel en cuatro observaciones, así como un *outlier*.

**Tabla 10 – Efectos de regresión en estado final a diciembre de 2015**

Variable	Coefficiente	RMSE	valor t	Probabilidad
<b>LSP500_i_r</b>	<b>1.03977</b>	0.04605	22.6	[0.00000]
Intervenciones				
Level break 2009(1)	0.21061	0.04363	4.8	[0.00000]
Level break 2010(8)	0.12261	0.04125	2.97	[0.00361]
Level break 2011(9)	0.13493	0.04099	3.29	[0.00133]
Level break 2013(7)	0.13432	0.04085	3.29	[0.00135]
Outlier 2009(2)	0.10394	0.03003	3.46	[0.00076]

Si bien los indicadores globales de ajustes son muy buenos, siendo el R2 tradicional de 0.99, y la variancia del error del predicción de 0.0017958, si se consideran los test de previsión del modelo para 24 meses dentro de la muestra, al final de período hay indicios de inestabilidad como muestran los test de Cusum y Cusum acumulado en la figura siguiente:

**Figura 7 – Test de estabilidad para el modelo de ‘beta país’**



Para ver si el ‘riesgo comercial’ estimado en 1.04 no se debe a la omisión de una variable relevante como es el caso del ‘riesgo país’, se introdujo el EMBI+ como *proxy*, como sugiere el modelo de Godfrey y Espinoza (1996):

$$\ln \frac{IGPA_{100}}{UST10_{100}} = \alpha + \beta_{CL\_US} \ln \frac{S\&P500_{100}}{UST10_{100}} + \beta_{EMBI} \ln EMBI^+$$

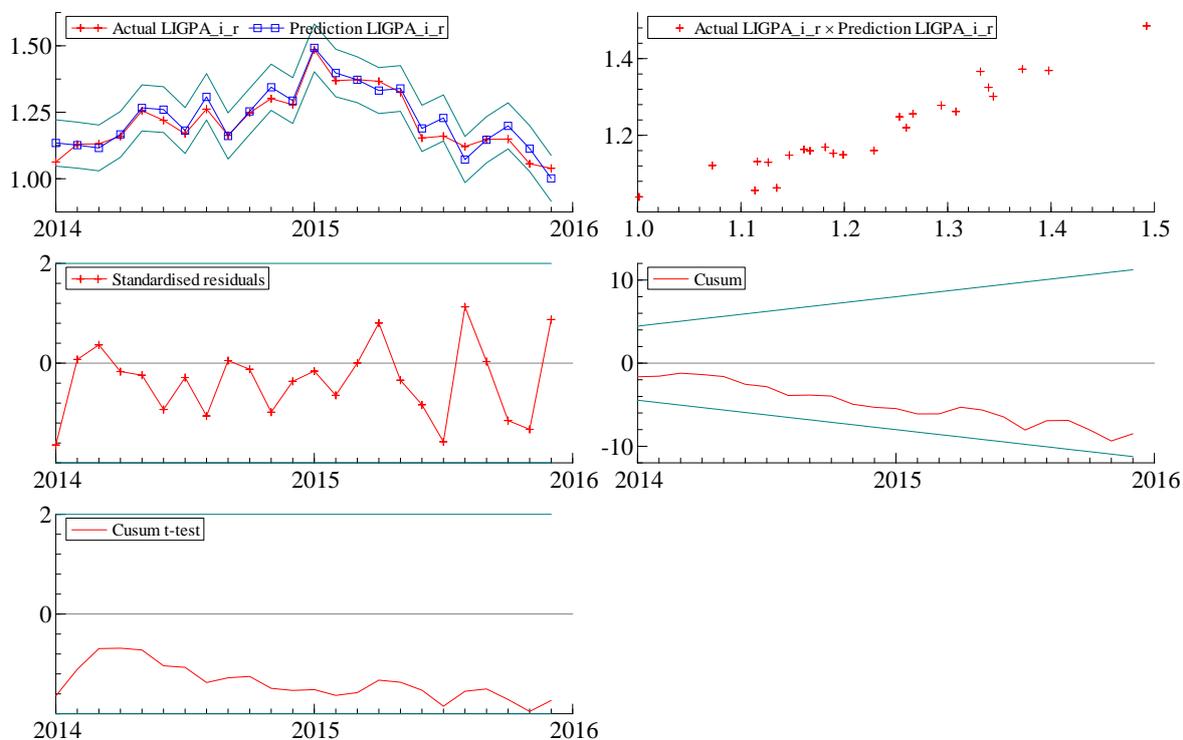
El modelo anterior fue planteado también por Walker (2006). Walker luego aplica de forma “heurística” el modelo propuesto por Damodaran.

La Tabla 11 muestra que la omisión del riesgo país hace que el ‘beta país’ sea sobreestimado. Una vez incorporado el riesgo país el IGPA presenta un beta país 1.035. El impacto del riesgo país es negativo, es decir que caídas en la bolsa son asociadas a aumento del riesgo país. Esto puede parecer contradictorio con la teoría, en el sentido que a mayor riesgo se observa menor retorno. En realidad lo que sucede es que caídas en el riesgo país suponen entrada de capitales, lo que presionan al alza el precio de las acciones, y viceversa, ante mayor presencia de riesgo país, hay salida de capital a través de salirse de posiciones en acciones chilenas. A diferencia del modelo anterior, este modelo no presenta problemas de estabilidad como muestra los tests de predicción dentro de la muestra.

**Tabla 11 – Efectos de regresión en estado final a diciembre de 2015 con EMBI**

Variable	Coefficiente	RMSE	valor t	Probabilidad
LSP500_i_r	<b>1.03513</b>	0.04838	21.4	[0.00000]
LEMBI	<b>-0.11176</b>	0.03075	-3.63	[0.00042]
Intervenciones				
Level break 2009(1)	0.20825	0.04717	4.41	[0.00414]
Level break 2010(8)	0.12718	0.04345	2.93	[0.00357]
Level break 2013(7)	-0.14720	0.04318	-3.41	[0.00090]
Outlier 2009(2)	0.10727	0.03166	3.39	[0.00097]

**Figura 8 – Test de estabilidad para el modelo de ‘beta país’ incluyendo el EMBI+**



Se analizó también el impacto de rezagos, partiendo de especificaciones general de 5 rezagos tanto para el índice de S&P y el EMBI+. Luego de las depuraciones por no significancia, se arribó a la siguiente salida, la cual incorpora dos rezagos del mercado de los EE:UU:

**Tabla 12 – Efectos de regresión en estado final a diciembre de 2015 con EMBI y rezagos**

Variable	Coefficiente	RMSE	valor t	Probabilidad
LSP500_i_r	<b>1.03221</b>	0.04826	21.4	[0.00000]
LSP500_i_r (-2)	0.15483	0.05070	3.05	[0.00280]
LSP500_i_r (-4)	-0.09644	0.04957	-1.95	[0.05416]
LEMBI	<b>-0.07155</b>	0.03346	2.1	[0.03459]
Intervenciones				
Level break 2011(9)	-0.14720	-0.12966	-2.7	[0.00804]
Outlier 2013(7)	-0.08374	0.03166	-2.5	[0.01427]

Al sumar los coeficientes de las variables LSP500\_i\_r, LSP500\_i\_r (-2), LSP500\_i\_r (-4), se obtiene un coeficiente “beta suma”:  $1.03221 + 0.15483 - 0.09644 = 1.09$ , el cual opera como un límite superior del coeficiente beta de Chile en relación con el mercado de los Estados Unidos.

Con relación a si considerar la tasa libre de riesgo de los Estados Unidos o la local chilena, un trabajo reciente de Ceballos y Romero (2015), economistas del Banco Central de Chile, analizan el comportamiento de las tasas de interés de largo plazo para varias economías, separando los componentes de tasa neutral y de premio por plazo. Por largo plazo considerando tasas nominal de 10 años de plazo. Lo que los autores trataron de determinar fue si el comportamiento en las tasas de largo plazo de determinadas economías son consecuencia del obrar de sus bancos centrales a través de influir en las tasas de interés de corto plazo, lo que se denomina la hipótesis de expectativas (EH, *expectation hypothesis*). La EH establece que las tasas de largo plazo son determinadas únicamente por las tasas de corto plazo. Sin embargo, la evidencia muestra que la EH es refutada por la evidencia empírica y los agentes que demandan tasas de largo plazo exigen una compensación adicional por la incertidumbre. Esa compensación adicional se le denomina ‘premio por plazo’. Para las economías emergentes, entre las que se encuentra Chile, los resultados indican que el canal relevante de transmisión es el premio por el plazo, el cual es determinado por el premio por plazo de EEUU. Para el caso chileno ese ‘premio por plazo’ está determinado, según los autores, por las tasas de largo plazo de los Estados Unidos.

En resumen, tanto las tasas de largo plazo en Chile, como los resultados de la bolsa, muestran que están determinados por el mercado de los Estados Unidos, lo que coadyuva a considerar una versión del CAPM global.

## 4 ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA REGULATORIA APLICADA

### 4.1 La experiencia reciente de la Ofgem

A partir del año 2010, la Ofgem introdujo cambios importantes en el esquema regulatorio de los mercados de energía eléctrica y gas. En efecto, el nuevo marco regulatorio para ambos mercados en Gran Bretaña (Ofgem, 2010), denominado RIIO (*Revenue=Incentives+Innovation+Outputs*) el incentivo está en promover las inversiones necesarias en la red para afrontar los desafíos de las redes inteligentes. La visión del regulador británico está resumida en el documento final de RIIO:

*“One thing is clear: Business as usual is not an option”. Networks will need to be smarter, integrating increasing local renewable and intermittent sources of gas and electricity production and encouraging customers to make their demand more flexible aided by the rollout of smart meters.”*

En el contexto de RIIO, los períodos regulatorios pasaron a ser de ocho años, lo que, bajo regulación por precio techo, reduce el costo de capital.

Con la metodología vigente de un CAPM tradicional, la Ofgem llegó en el pasado a las siguientes

tasas de costo de capital para la distribución de gas natural:

- **2012 – Gas Distribution Network final proposals: 7.25%**
- 2003 – Informe encomendado a Smithers & Co: 6.5-7.5%
- 2013 - Distribution Network Operators re-calibración: 6.85%

La posición histórica de la Ofgem está basada en un informe que encomendó, junto con otros agentes reguladores, a Smithers & Co en el año 2003. Ese informe fue actualizado en Smithers & Co (2006). Los últimos procesos de la Ofgem se basaron en una tasa libre de riesgo que considera el promedio de los últimos 10 años, mientras que para el retorno de mercado considera 50 años.

Sin embargo, en noviembre de 2013 la Comisión de Competencia (CC) observó a *Northern Ireland Electricity* (NEI) colocando mayor peso en la evidencia más reciente, es decir dando mayor peso a la coyuntura vigente. En ese contexto, la pregunta que se formuló la Ofgem fue si correspondía cambiar su metodología para determinar el costo del capital propio. En concreto en 2014 consultó a los interesados si correspondía:

- Continuar con una visión de largo plazo a la hora de estimar los parámetros, o
- Mudar hacia una metodología que coloca más énfasis en la evidencia contemporánea.
- El impacto de mudar de metodología fue estimado en 0.8% en el costo del capital propio.

Cabe notar que el impacto del cambio de metodología en los mercados de transporte y distribución de gas solo surtirá efecto a partir del año 2021. En la discusión de la Ofgem participaron, además de la propia agencia, Stephen Wright del Birkbeck College, en representación del mundo académico, Phil Burns de Frontier Economics, en representación del mundo académico, y Peter Hope (Oxera) y Keith Noble-Nesbitt (NPg) en representación de la industria. Asimismo se recibieron contribuciones de otras empresas en las que cabe destacar la de CEPA (2014)

La interpretación de los argumentos de la CC es que los retornos esperados han estado cayendo a lo largo del tiempo, especialmente desde las restricciones al crédito de 2008. También ha caído de forma sistemática la tasa libre de riesgo.

Según la Ofgem, las preguntas fundamentales para entender la posición de la CC son las siguientes:

- ¿Es confiable la información de caída en el costo del capital propio?
- De ser afirmativa la respuesta a la pregunta anterior, ¿la razón de la misma es la caída en la tasa libre de riesgo?
- De ser afirmativa la respuesta a la pregunta anterior, ¿cuáles son en términos del CAPM los mecanismos en juego? Es decir, ¿se ha reducido el MRP o el coeficiente beta menor que 1?
- ¿Será un menor costo de capital propio reversible en el largo plazo?

En cuanto a las cuestiones asociadas a riesgos, las preguntas formuladas por la Ofgem son las siguientes:

- ¿Introducirán las evaluaciones de retornos de mercados variables riesgo en el coeficiente beta?
- ¿Introducirán las evaluaciones de retornos de mercados variables riesgo regulatorio?
- ¿Cuáles son las implicaciones para los prestamistas del sector?
- ¿Cuáles son las implicaciones para los incentivos a la inversión?
- ¿Cuál es la mejor forma de mitigar esos riesgos?

En términos prácticos, las preguntas formuladas por la Ofgem son:

- ¿Es posible expresar la metodología en una fórmula?
- ¿Es posible formular una metodología que ayude a evitar una adicional al coeficiente beta y riesgo regulatorio?
- ¿Pueden otros componentes del régimen regulatorio adaptarse para mitigar riesgos o cuestiones de financiamiento?
- ¿Cómo puedan adaptarse las empresas a las nuevas condiciones de apalancamiento?

CEPA (2014) argumenta a favor de la estabilidad de los retornos en el largo plazo, pero reconoce que en el corto y mediano plazo la evidencia de la estabilidad es limitada, por lo que los reguladores no deberían asumir que el costo del capital propio es estable en el horizonte de tiempo estándar de un inversor.

Con relación al coeficiente beta, CEPA argumenta a favor de un *equity* beta (el beta apalancado observado) en el rango 0.35-0.50. En el caso de Gran Bretaña no hay empresas distribuidoras de electricidad que no incluyan otros eslabones de la cadena. Sin embargo, CEPA usa dos años de datos diarios y llega a betas promedio de *equity* entre 0.47 y 0.53, dependiendo de si se consideran promedios de 1, 3 o 5 años, lo que implica betas de activos en torno a 0.27. Un coeficiente beta de activo de 0.27 con apalancamiento de 0.65 lleva a un beta final de 0.77, lo que es menor al 1 recomendado por Smithers & Co. CEPA argumenta que un beta de 0.90 sería “generoso” para las empresas distribuidoras.

En resumen, la posición de CEPA soporta dos conclusiones importantes: una reducción significativa en los coeficientes beta de *equity* y una menor tasa de retorno de mercado.

Con relación al costo de la deuda a incluir en la WACC, Ofgem y también las partes interesadas que han participado en las discusiones favorecen el uso de indexación en el costo de la deuda.

En cuanto al sector de gas, el costo de capital en la RIIO-GD1 comprende lo siguiente:

- Costo del capital propio, después de impuestos, **fijo por ocho años** de 6.7%
- Apalancamiento **fijo por ocho años** de 65%
- El costo de deuda se determina tomando una canasta de bonos con un promedio de 10 años que se ajusta anualmente. Es importante este punto en la comparación con Chile, ya que si bien la tasa se actualiza anualmente, la misma es con base en un promedio de 10 años.

**Tabla 13 – Componentes del Costo de Capital Modelo RIIO GD-1**

	<i>DNO proposals</i>
Gearing	65%
Equity Market Return	7.25%
Risk-free rate	2.00%
Equity Risk Premium	5.25%
Asset Beta	0.38
Debt Beta	0.10
Equity Beta	0.90
<b>Cost of Equity</b>	<b>6.70%</b>

Fuente: Ofgem 2014

La tabla anterior resume los valores citados.

## 4.2 La experiencia reciente de Australia

La regulación del sector energético de Australia desde la década pasada está en manos del AER (*Australia Energy Regulator*). El sector eléctrico es el que marca el paso para los otros sectores. La tasa de costo de capital se fija para un período de cinco años.

En el año 2009 (AER, 2009) se establecieron las bases de la metodología vigente para el período 2010-2019. La filosofía de la determinación de la WACC sigue un esquema prospectivo (*forward looking*) con una visión de largo plazo teniendo como perspectiva de análisis el período regulatorio sobre el que operará la tasa.

Un aspecto discutido por la AER, y que es importante para la realidad chilena, fue si correspondía estimar un CAPM nacional o internacional. En términos académicos lo que está en discusión es si el mercado nacional de capitales está completamente segregado de los mercados internacionales y, por lo tanto, los inversores locales detentan una tasa libre de riesgo local (nacional) y una cartera de mercado nacional. Bajo este enfoque, solo el premio por el riesgo sistemático local debería ser considerado. Por el contrario, el CAPM internacional asume que los mercados internacionales están totalmente integrados y, por lo tanto, la referencia para los inversores es una cartera global, lo que lleva a considerar que tanto la tasa libre de riesgo como el retorno esperado del mercado sean tomados del mercado global. AER decide por un camino intermedio, en el que ni el mercado nacional es 100% segmentado ni que hay 100% de integración global, pero con mayor peso en el mercado nacional ya que el mismo cuenta con una excelente integración al mercado global.

La agencia tuvo en especialmente en cuenta la incertidumbre que prevalecía en el año 2009 como consecuencia de la crisis financiera mundial del año 2008. Esa cautela en la determinación se reflejó en el premio por el riesgo de mercado y en el coeficiente beta, donde se optaron por valores ligeramente superiores a las estimaciones empíricas. Es interesante resaltar el espíritu de la agencia en tratar de aislar los negocios regulados lo máximo posible de la incertidumbre internacional:

*“The AER maintains the view put in its explanatory statement that, while it is clear that current market conditions in debt markets are far from favourable, market based evidence from a number of sources strongly suggests that, rather than creating risks, the regulatory regime insulates energy network businesses from volatility.” (AER, 2009)*

La normativa vigente exige que el AER revise los siguientes componentes de la WACC:

- La tasa libre de riesgo (nominal),
- El coeficiente beta
- El premio por el riesgo de mercado
- La razón entre el valor de la deuda y el valor de la deuda y el *equity* (apalancamiento)
- El nivel de calificación del crédito (*rating*)

En relación a esos puntos, la definición de la AER para el sector de distribución fue la siguiente:

- Para la tasa libre de riesgo se considera un promedio móvil basado en el rendimiento anualizado de los bonos de gobierno del *Commonwealth* con madurez de 10 años. Se discutió bastante el impacto de alterar la madurez de 5 a 10 años, pues eso de facto constituye una reducción del PRM. AER decidió a favor de mantener la estabilidad del PRM. Lo diferente del enfoque de los australianos es que toman el promedio de ese título en los 40 días previos al inicio del ciclo tarifario.
- El beta del *equity* considerado es de 0.80, bajando de niveles previos de 1 y 0.90. AER nota que la evidencia estimada a través de regresiones de la formulación de Sharpe muestra valores de beta de *equity* en el rango de 0.41-0.68, pero por cautela y estabilidad regulatoria AER opta por un valor más alto. AER no consideró los ajustes de Blume y Vasicek porque sesgan los coeficientes beta al alza. De los análisis empíricos

desarrollados por AER surge un valor de beta menor que 0.8, sin embargo fue adoptado este valor tomando en consideración otros factores como ser la necesidad de atraer inversiones eficientes para cumplir con los lineamientos de política energética, la estabilidad regulatoria, y los criterios de fijación de tarifas.

- El premio por riesgo de mercado (PRM): 6.5% determinado tomando en consideración un enfoque histórico para los períodos 1883-2008, 1937-2008, y 1958-2008, lo que genera un valor promedio del orden de entre 5.7% y 6.2%, debido a la crisis del año 2008, el AER complementa la estimación con enfoques prospectivos y plantea dos escenarios: 1) que el actual PRM se encuentra por encima del promedio histórico, pero que tenderá a dicho valor, 2) que se produjo un quiebre estructural que incrementó el PRM por encima de sus valores de largo plazo. Con estos dos escenarios se arriba a un valor de 6.5%.
- $D/V = 0.60$ . Este valor surgió tanto del análisis de los balances de las empresas como de la valuación de mercado de Bloomberg que daba un apalancamiento promedio para el período 2002-2007 de 62.4%, mientras que Standard and Poor, con valores de libros daba 65.4% para el mismo período.
- La calificación de riesgo crediticio es BBB+

En resumen, el esquema regulatorio de Australia presenta una marcada flexibilidad. Esta flexibilidad es frecuente encontrarla en otros reguladores, a modo de ejemplo el regulador de energía eléctrica de Brasil (ANEEL) presentó cambios metodológicos significativos en el cálculo del costo de capital en los diferentes ciclos tarifarios. La flexibilidad, en la mayoría de los casos se encuentra limitada por el principio de estabilidad regulatoria consistente en crear un ambiente estable y relativamente predecible para el desarrollo de la actividad. Es claro que si estas condiciones no son garantizadas los inversores exigirán un retorno mayor para compensar por el mayor riesgo que representa la actividad, así, en última instancia, el límite a la discrecionalidad o flexibilidad regulatoria está en los valores de rentabilidad razonable a reconocer a los inversores para el desarrollo de la actividad.

En la fundamentación del valor final que determinó la AER se hace una mención muy especial a la atracción de inversiones para el sector:

*“...the AER considers that the rate of return provided in this final decision is sufficient to attract investment to the industry over the long term.” AER (2009, pág. v)*

### 4.3 La experiencia reciente de Brasil (São Paulo)

En lo referente a los servicios de distribución de gas natural en Brasil, la regulación es de carácter estadual, y no nacional, como sí lo es para los servicios de transmisión y distribución de electricidad. En este sentido se tomará como referencia la regulación aplicada por la Agencia reguladora de São Paulo (*Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo*, ARSESP) para la empresa distribuidora de gas natural Comgás.

La tasa de costo de capital actualmente vigente es la determinada mediante Nota Técnica N° RTC/01/2009; la metodología aplicada para la determinación de la tasa es el método del costo promedio ponderado del capital (WACC), obtenido a partir de la siguiente expresión matemática:

$$r_{WACC} = (1 - w_D)r_E + w_D r_D(1 - T)$$

La aplicación de la fórmula anterior implica determinar previamente los siguientes componentes:

- Estructura óptima de apalancamiento,
- costo de capital propio,
- costo de terceros.

En términos generales los lineamientos seguidos para el cálculo de cada uno de los

componentes anteriores son los siguientes:

### Costo del capital propio

Para la determinación del costo de capital propio se emplea el método del *Capital Asset Pricing Model* (CAPM), en su versión modificada denominada “Country Spread Model” el cual incorpora a la valuación el premio para compensar por el riesgo país y el premio por mayor riesgo de cambio.

La formulación empleada para determinar el costo del capital propio es la siguiente:

$$r_E = r_f + \beta(r_m - r_f) + r_p + r_s$$

Donde:

$r_E$  es el costo del *equity*

$r_f$  es la tasa libre de riesgo

$\beta(r_m - r_f)$  es el premio por riesgo de la industria

$r_p$  es el premio por riesgo país

$r_s$  es el premio por tamaño.

La determinación de cada uno de los componentes es la siguiente:

- **Tasa libre de riesgo ( $r_f$ ):** se determinó a partir del rendimiento promedio los bonos del Tesoro de los Estados Unidos a largo plazo, el período a considerar para determinar el promedio de los rendimientos de los T-bonds generalmente aceptado es de 5 o 10 años, sin embargo, debido al contexto de crisis internacional (Crisis de las Hipotecas de Estados Unidos), la ARSESP consideró adecuado aplicar un promedio de corto plazo (período septiembre-diciembre 2008).
- **Premio por riesgo país ( $r_p$ ):** se consideró el indicador EMBI+. Para ello se tomó la media de dicho indicador para el período comprendido entre enero de 2004 y diciembre de 2008, donde merece destacarse que en abril de 2008 la deuda soberana de Brasil accedió a la calificación de grado inversor de Standard and Poor’s. Una discusión importante se suscitó en torno a la forma de separar el riesgo país del riesgo soberano, entendiendo que el primero es el riesgo propio de desarrollar una actividad en un determinado país, y el riesgo soberano es el riesgo de un gobierno para honrar sus obligaciones. Así en un contexto de crisis internacional, pero de buen desarrollo de la economía brasilera se optó por considerar un criterio *forward looking* y estimar el riesgo país por el EMBI+ del período octubre-enero 2008.
- **Premio por riesgo de mercado ( $r_m - r_f$ ):** para computar el premio por riesgo de mercado se utilizó spread del mercado de los Estados Unidos, medido por el índice SP 500. Se considera un enfoque promedio histórico que recoge valores desde el año 1926 hasta el año 2006. De acuerdo con otra fuente de información Damodaram estima el riesgo de mercado para el período 1928-2007. Debido a la proximidad de ambas estimaciones la ARSESP adoptó el promedio de ambos valores.
- **Coefficiente Beta:** el coeficiente beta fue obtenido a partir de la revisión tarifaria del regulador británico OFGEM, que para el período 2005-2010 determinó un coeficiente Beta apalancado de 1, luego este coeficiente es desapalancado con base en la estructura de capital británica, llegando a un Beta desapalancado de 0.46. Re apalancando el valor anterior con la estructura de deuda de la empresa Comgás y considerando la alícuota impositiva aplicada al servicio en Brasil se obtiene el coeficiente beta final de 0.71.

- **Riesgo Cambiario:** en la revisión tarifaria del año 2009 la ARSESP modificó la metodología de cálculo del costo del capital propio respecto de lo aprobado para ciclos tarifarios anteriores, en el sentido de excluir el riesgo cambiario, sobre la base de la consideración que existen elementos de cobertura para dicho riesgo.

### Costo del capital de terceros

Para determinar el costo de la deuda también se recurre al método del CAPM, donde los principales componentes del mismo son los siguientes: tasa libre de riesgo, riesgo país y riesgo de crédito.

Los dos primeros componentes del costo de la deuda ya fueron analizados anteriormente, en lo que respecta al riesgo de crédito, el mismo consiste en el premio necesario a incluir en la remuneración para compensar por invertir en empresas con baja calificación crediticia. Para computar dicho riesgo se consideró el spread medio para una calificación de Reuters BB- para un período reciente.

### Estructura de Capital

Para determinar la estructura de capital óptima la ARSESP realizó un estudio de benchmarking de distribuidoras de gas natural y distribuidoras eléctricas de diferentes países de la región como Brasil, Colombia, Panamá y El Salvador, encontrando valores promedio en el intervalo de 40% a 65%. Posteriormente se evaluó la evolución de la estructura de capital de la propia Comgás y se determinó que la tasa de endeudamiento no debía superar de 45%.

Con base en los parámetros anteriores la tasa de costo de capital nominal después de impuestos fue determinada en 13.44% y la tasa real después de impuestos en 9.55%.

### Cuarto Ciclo de Revisiones Tarifarias

En el año 2014 la ARSESP elevó a consulta un documento con la propuesta metodológica para la determinación de la tasa de costo de capital para la actividad de distribución de gas natural para el Cuarto Ciclo Tarifario que iniciaría en el año 2014.

Así, para la determinación del costo de capital se propuso emplear el método de Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC), lo que resulta consistente con el principio de estabilidad regulatoria.

En lo referente a la determinación de cada uno de los componentes de la tasa de costo de capital se resume a continuación los criterios adoptados:

- **Estructura Óptima del Capital:** para determinar el nivel de endeudamiento óptimo la ARSESP analizó la evolución de la estructura de capital de la empresa Comgás para el período 2009-2013, y determinó que el mismo (medido en términos del cociente entre el pasivo oneroso y la Base de Remuneración Regulatoria) fue en promedio 56,2%, por lo que dado el grado de desarrollo de la actividad en Sao Paulo consideró adecuado establecer un nivel objetivo de endeudamiento de 55%.
- **Costo del Capital Propio:** en línea con los criterios de ciclos tarifarios anteriores se recurrió al método del CAPM con su metodología de internacionalización a través del *Country Spread Model*. Los componentes del CAPM fueron estimados de la siguiente forma:
  - **Tasa Libre de Riesgo:** se consideró el rendimiento de los bonos del Tesoro de los Estados Unidos a diez años (T-bonds 10 years). La tasa fue determinada como la media aritmética de los rendimientos de dicho título para el período de treinta años comprendido entre 1984 y 2013.
  - **Premio por Riesgo País:** se aplicó el EMBI+, calculando la mediana de la serie para el período 1999-2013, se propuso la adopción de la mediana como una medida de atenuar los efectos de períodos de crisis económica aguda como los ocurridos a nivel regional en los años 2001 y 2002.



- **Premio por Riesgo de Mercado:** para calcular este premio la ARSESP introduce una modificación metodológica, en línea con los criterios definidos por la ANEEL, que consiste en calcular la media aritmética del spread del índice SP 500 sobre la tasa libre de riesgo, pero para el período comprendido entre 1984 y 2013, es decir se reemplaza el horizonte más largo desde 1926 hasta la fecha, por los últimos 30 años.
- **Coefficiente B:** siguiendo con la metodología aplicada en el 3 Ciclo Tarifario se determinó el coeficiente beta desapalancado a partir de los valores publicados por el regulador británico OFGEM. Por su parte el beta apalancado considera la estructura de capital óptima definida anteriormente.
- **Premio por Tamaño:** a los fines de tomar en consideración el mayor riesgo que representa para las empresas de pequeña escala el desarrollo de la actividad, la ARSESP incluyó una prima por tamaño (sólo aplicable para las empresas pequeñas GNSPS y GBD), determinada como la media aritmética para el período 2005-2012 del spread registrado por las empresas clasificadas bajo el código CIU SIC *composite* 4294 correspondiente a distribución de gas natural.

Con las premisas y criterios definidos arriba el costo de capital propio nominal después de impuestos fue definido en 13.98% para las empresas de gran escala (Comgás) y en 15.30% para las pequeñas (GBD y GNSPS).

- **Costo del Capital de terceros:** nuevamente la metodología aplicada fue la del CAPM de la deuda, donde la tasa libre de riesgo y el riesgo país fueron determinados por la metodología explicada anteriormente, restando sólo por estimar el riesgo de crédito.
  - **Premio por Riesgo de Crédito:** para lo cual se consideró la media aritmética de los spreads adicionales en función de la calificación estimados por Reuters para el período 1999-2013, y para una calificación BBB-.

Con base en las premisas anteriores, la tasa de costo de capital propuesta para el período 2014-2019 fue determinada en valores de 8.04% real después de impuestos para las empresas de gran escala.

La tabla siguiente resume los resultados de los parámetros del ciclo tarifario 2009-2014 y los propuestos para el ciclo que inicia en 2014.

**Tabla 14 – Costo de capital Comgás - ARSESP**

Componentes	Comgás II NT RTC 1/2009	Propuesta 2014 Comgás
<b>Estructura de Capital</b>		
Capital Propio	55%	45%
Capital de Terceros	45%	55%
<b>Costo de Capital Propio</b>		
Tasa Libre de Riesgo	3.36%	5.93%
Premio Riesgo de Mercado	7.66%	6.67%
Beta desapalancado	0.46	0.39
Beta apalancado	0.71	0.71
Premio Riesgo de Negocio	5.44%	4.73%
Premio Riesgo País	4.63%	3.32%
Premio Riesgo Cambiario		
Premio por Tamaño		
<b>Costo de Capital Propio Nominal</b>	<b>13.43%</b>	<b>13.98%</b>
<b>Costo de Capital de Terceros</b>		
Premio Riesgo de Crédito	4.43%	2.00%
Impuestos	0.34	0.34
<b>Costo de la Deuda Nominal</b>	<b>12.42%</b>	<b>11.25%</b>
<b>WACC</b>		
WACC nominal después de Impuestos	11.07%	10.37%
Inflación	1.40%	2.16%
<b>WACC real después de impuestos</b>	<b>9.54%</b>	<b>8.04%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en ARSESP

#### 4.4 La experiencia reciente de Colombia

La determinación de los valores de la tasa de costo de capital vigentes en Colombia para los sectores de transporte de gas natural, distribución de gas combustible, transporte de GLP por ductos, transmisión y distribución de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional, está definida en la Resolución CREG 095/2015 y complementada en la Resolución CREG 096/2015

Los criterios metodológicos de dicha Resolución establecen que la tasa de costo de capital se determina por medio del método del Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC), adicionalmente, los valores de dicha tasa están expresados en pesos colombianos.

La especificación matemática para la determinación de la tasa de costo de capital es la siguiente:

$$TD_{cop,a,t} = \frac{WACC_{cop,a,t} - \pi_{cop,t}}{1 + \pi_{cop,t}}$$

donde:

$TD_{cop,a,t}$  es la tasa de descuento antes de impuestos y en pesos constantes para la actividad  $a$ , en el momento  $t$ .

$WACC_{cop,a,t}$  es el costo promedio ponderado de capital en pesos corrientes y antes de impuestos para la actividad  $a$ , en el momento  $t$ .

$\pi_{cop,t}$  es la expectativa de inflación

La expectativa de inflación es calculada por medio del promedio aritmético de los diferenciales entre las tasas, del plazo de 3650 días, de los títulos de tesorería TES COP y TES UVR, aplicando la especificación siguiente:

$$\pi_{cop,i} = \frac{1 + \text{Tasa TES COP}_i}{1 + \text{Tasa TES UVR}_i} - 1$$

Los TES son títulos de deuda pública doméstica, emitidos por el gobierno y administrados por el Banco de la República, estos instrumentos son emitidos en moneda corriente (COP) o en unidades de valor real (UVR), es decir en moneda constante.

La tasa de costo de capital nominal antes de impuestos, y en pesos colombianos, se determina por la fórmula estándar de costo promedio ponderado de capital que se presenta a continuación.

$$WACC_{cop,a,t} = W_d * Kd_{cop,t} + \frac{W_e * Ke_{cop,a,t}}{(1 - Tx)}$$

### Estructura del Capital

En dicha formulación, las ponderaciones o pesos del costo de la deuda ( $W_d$ ) y del capital propio ( $W_e$ ) son definidas como un objetivo de estructura financiera óptima, y los valores adoptados son  $W_d = 40\%$ ,  $W_e = 1 - W_d = 60\%$ .

Si bien la CREG no justificó en su nota técnica la determinación del nivel de endeudamiento en 40% - artículo 3 de la Res 095/2015 -, la Tabla 15 muestra que ese valor es consistente con la realidad del sector colombiano. La CREG en el artículo 3 de la Res 095/2015 fija el nivel de endeudamiento D/A en 0.4.

**Tabla 15 – Evolución de los principales indicadores de la distribución de gas en Colombia**

Sector	Indicador	2011	2010	2009	2008	2007	2006	2005	2004
Distribución Comercialización	ROA	16%	17%	23%	23%	23%	20%	17%	10%
	ROE	32%	32%	44%	51%	55%	38%	41%	16%
	ROI	22%	23%	23%	22%	22%	23%	22%	17%
	CDI	1.9	2.1	3.0	3.0	3.0	2.9	2.3	1.8
	<b>NE</b>	<b>44%</b>	<b>43%</b>	<b>43%</b>	<b>46%</b>	<b>43%</b>	<b>41%</b>	<b>46%</b>	<b>36%</b>
	RCC	182	187	160	153	160	171	176	200
	RCP	63	53	55	49	46	56	43	60
	RC	1.6	1.4	1.7	1.4	1.0	2.2	1.3	1.7

Fuente: Elaboración propia con base en SUI

### Costo de la Deuda

El costo de la deuda  $Kd_{cop,t}$  se calcula como el promedio ponderado, por monto de colocación, de las tasas de créditos comerciales (preferencial o corporativo), a más de 5 años.

### Costo del Capital Propio

El costo del capital propio se calcula en pesos colombianos equivalentes al costo de capital en dólares de la actividad y se determina por medio de la siguiente expresión:

$$Ke_{cop,a,t} = \left[ \frac{(1 + Ke_{usd,a,t})^n * (1 + Swap_{cop,n,t})^n}{(1 + Swap_{usd,n,t})^n} \right]^{\frac{1}{n}} - 1$$

Donde  $Ke_{usd,a,t}$ , es la tasa de costo de capital propio en dólares, la cual es convertida en tasa de capital propio en pesos mediante el uso de tasas de Swap en pesos y dólares respectivamente.

Así,  $Swap_{cop,n,t}$  es el promedio de la tasa de la curva swap libor peso al plazo  $n$ , en el momento  $t$ , en tanto que  $Swap_{usd,n,t}$  es el promedio de la tasa de la curva swap libor al plazo  $n$ , en el momento  $t$ .

Por su parte, la tasa de costo de capital propio en dólares sigue los principios y metodologías estándares del modelo de valuación de activos de capital (CAPM).

La formulación propuesta es la siguiente:

$$Ke_{usd,a,t} = R_{f,t} + \left( \beta_{L,t} * R_{m,t} \right) + R_{p,t} + R_{r,a}$$

La metodología y fuentes para determinar cada uno de los elementos componente del costo del *equity* son resumidos a continuación:

- **Tasa Libre de Riesgo ( $R_{f,t}$ ):** se considera el promedio del rendimiento de los bonos del Tesoro de los Estados Unidos a 10 años.
- **Beta apalancado ( $\beta_{L,t}$ ):** siguiendo la metodología estándar, este coeficiente se determina a partir del Beta desapalancado promedio de una serie de empresas seleccionadas como representativas, el cual luego se re-apalanca por la estructura promedio del capital la industria analizada.
- **Premio por Riesgo de Mercado ( $R_{m,t}$ ):** corresponde al promedio aritmético de las primas de mercado anuales, estimadas a partir del Standard & Poor's 500 y de la tasa libre de riesgo, desde 1928 hasta el año anterior a la fecha de cálculo.
- **Premio por Riesgo País ( $R_{p,t}$ ):** calculado como la diferencia de los rendimientos de bonos de Colombia en dólares y bonos de los Estados Unidos.
- **Premio por Riesgo Regulatorio ( $R_{r,a}$ ):** este premio busca reflejar las diferencias entre los esquemas regulatorios de Estados Unidos (esquema *Cost-plus*) y el de Colombia, para cada una de las actividades consideradas. Un punto importante a destacar es que en el caso de Colombia las actividades de distribución y de transporte de gas natural presentaban, al momento de la publicación de esta Resolución, diferentes esquemas regulatorios (*Price-cap* y *Revenue-cap*) por lo que el valor del premio regulatorio era diferente para dichas actividades.

**Alícuota Impositiva:** el valor de esta componente de la fórmula del costo del capital incluye los siguientes conceptos:

- I. el valor correspondiente al impuesto sobre la renta,
- II. el valor correspondiente a la tasa del CREE y
- III. el valor correspondiente a la sobretasa del CREE de acuerdo con los elementos que de dicho tributo establece la Ley 1739 de 2014 y sus decretos reglamentarios, que se encuentren vigentes en Colombia para la fecha de cálculo.

Para cada año del periodo tarifario la tasa impositiva aplicable corresponderá al valor definido en la tabla que a continuación se presenta, conforme con lo previsto en la normatividad vigente

**Tabla 16 – Alícuotas Impositivas Previstas**

Año	Tx
2015	39%
2016	40%
2017	42%
2018	43%
2019 en adelante	34%

Fuente: Resol. CREG 095/2015.

Conforme la metodología propuesta por la Resolución CREG 095/2015, los valores de la tasa de costo de capital definidos para la distribución de gas natural son publicados mediante la Resolución CREG 096/2015.

Dicha Resolución la CREG determina que el valor de la prima por diferencias entre el esquema de remuneración del mercado de referencia y el esquema aplicado en Colombia para la actividad de distribución de gas combustible es 2,54%; consecuentemente, los valores de la Tasa de Costo de Capital para ser aplicados a la distribución de gas natural en el período analizado es la que se muestra en la siguiente tabla:

**Tabla 17 – Colombia: WACC Distribución de Gas Natural**

Año	Tasa de descuento
2015	13,28%
2016	13,51%
2017	13,97%
2018	14,23%
2019 en adelante	12,47%

Fuente: Resol. CREG 096/2015. Valores en pesos constantes antes de impuestos

#### 4.5 La experiencia reciente de España

En el año 2007 la Comisión Nacional de Energía de España inició un proceso de consulta pública con fines a la revisión de la metodología para la determinación del costo de capital de las actividades reguladas del sector energético. Los criterios y metodologías finales resultantes de dicho proceso son descritos a continuación.

La metodología general propuesta para la determinación de la tasa de costo de capital es la del costo promedio ponderado del capital (WACC).

La tasa WACC debe ser la misma para actividades con perfil de riesgo sistemático semejantes, en este sentido, la CNE establece dos grupos de actividades sobre las cuales se calculan y aplican tasas WACC diferentes, estas actividades son:

- Transporte, que incluye tanto la transmisión de electricidad como el transporte de gas por ductos. Las condiciones regulatorias del transporte de gas y electricidad, consistentes en monopolios naturales, regulados bajo esquemas de ingreso máximo, con reconocimiento de costos e inversiones reales/estándares, activo por activo.
- La actividad de distribución considera tanto el sector eléctrico como el de gas. La distribución es también un monopolio natural, esquema regulatorio del tipo ingreso máximo, pero con reconocimiento de costos e inversiones con base a inductores de costos.

## Costo de Capital Propio

Para el cálculo del costo del capital propio la CNE sugiere utilizar el método de CAPM, los criterios aplicados para la determinación de cada componente del CAPM son los siguientes:

- **Tasa Libre de Riesgo:** para este componente se propone utilizar títulos de deuda soberana de España, se toma el rendimiento promedio diario de los últimos tres meses, el título seleccionado debe tener vencimiento cercano a los diez años. Cabe destacar que se prevé una revisión ordinaria anual de los parámetros y valores de la tasa libre de riesgo, y una revisión extraordinaria en caso de razones de fuerza mayor.
- **Coefficiente Beta:** se determina a partir de las empresas *utilities* europeas que cotizan en el Índice *Dow Jones STOXX Total Market Utilities*, sin embargo se depuran aquellas *utilities* no referidas a gas o electricidad; el coeficiente beta se determina mediante una regresión econométrica, de una serie de observaciones semanales para un horizonte temporal de dos años.
  - El beta apalancado se desapalanca mediante los valores de mercado y las alícuotas impositivas correspondientes a las empresas y países analizados.
  - El beta desapalancado promedio es la media de los promedios anuales para todas las empresas de la muestra.
  - El reapalancamiento se hace con base a una estructura de capital Objetivo.
  - Se establecen dos límites al beta, el límite superior está dado por el valor 1 (las empresas reguladas no pueden tener un riesgo mayor al del mercado) y un límite inferior igual al beta de las empresas de transporte.
- **Premio por Riesgo de Mercado:** se utiliza el método histórico, que consiste en determinar la prima de rentabilidad del mercado en su conjunto, por encima del valor de la tasa libre de riesgo, tomando como referencia el Estudio de Dimson, Marsh y Staunton (2006)
  - Se consignan los rendimientos para empresas de 16 países europeos de forma coherente con la elección del mercado de referencia europeo (Dow Jones STOXX Total Market Index) empleado para el cálculo de la beta.
  - Se considera un período suficientemente largo para evitar la influencia de efectos coyunturales (1900-2005).

La siguiente tabla presenta el PRM para los países incluidos en la muestra y el resultado del promedio aritmético, medida empleada para estimar el PRM por el regulador.

**Tabla 18 – Premio Riesgo de Mercado**

País	PRM media aritmética
Alemania	8.35%
Suecia	7.51%
Italia	7.68%
Holanda	5.95%
Reino Unido	5.29%
Francia	6.03%
Irlanda	5.18%
Bélgica	4.37%
España	4.21%
Dinamarca	3.27%
Noruega	5.26%
Suiza	3.28%
<b>Promedio</b>	<b>5.53%</b>

Fuente: Elaboración propia con base en CNE

### Estructura del Capital

Se aplica un enfoque de estimación basado en el cálculo del nivel medio del apalancamiento, a valor de mercado, de un grupo seleccionado de comparadores que operan en un entorno económico y regulatorio homogéneo, el período para la estimación no puede ser superior al empleado para calcular el coeficiente beta. En cuanto a las empresas seleccionadas como comparadores, se excluyen aquellas con calificación crediticia mayor a AAA.

### Costo de la Deuda

Para determinar el costo de la deuda se suman dos componentes, por un lado la tasa de interés *Interest Rate Swap* (IRS) del euro a 10 años (promedio de los últimos tres meses), y por otro lado el *Credit Default Swap* (CDS) a 10 años, disponible para los mismos agentes considerados en la determinación del beta.

Esta metodología, según la CNE, “se basa en el supuesto de que sea conceptualmente equivalente a sumar a la tasa libre de riesgo (rendimiento de la deuda del estado) un diferencial medio de emisiones de *utilities*”.

El WACC de la distribución está en el rango [5,68%-6,11%], donde el valor inferior considera el beta propuesto para el transporte y el superior el beta de 0,57 estimado empleando los comparadores de distribución. Se propone tomar el valor superior teniendo en cuenta la complejidad y los problemas del ejercicio de estimación y la necesidad de enviar señales adecuadas a la inversión.

### 4.6 La experiencia reciente de México

En México la regulación del sector energético está en manos de la Comisión Reguladora de Energía (CRE). La Directiva sobre la determinación de tarifas y el traslado de precios para las actividades reguladas en materia de gas natural DIR-GAS-001-2007, de la CRE, establece los principios y criterios para la determinación de la tasa de costo de capital.

En este sentido, el numeral 14 establece que los Permisarios del Servicio de Distribución en su propuesta de costo promedio del capital deberán acreditar ante la Comisión lo siguiente:

- Que la estructura de capital, la tasa de rentabilidad y los costos de endeudamiento presupuestos reflejan una gestión financiera eficiente y razonable,
- Que los mismos son comparables con las mejores prácticas nacionales e internacionales en la industria de gas natural y,
- Que son consistentes con los riesgos asociados al desarrollo y operación del sistema correspondiente.

En este contexto regulatorio, en el año 2013 la CRE expide la Resolución 233/2013, por la cual determinan los criterios para la aplicación de la DIR- GAS-001-2007 antes citada. En dicha resolución el anexo único contiene los puntos centrales de la metodología para el cálculo del costo de capital, los cuales se resumen a continuación:

- La **metodología** a aplicar para la determinación del costo del capital es la de la tasa WACC, donde el costo de capital propio se propone que sea determinado mediante el método CAPM, en función de que cumple con los principios regulatorios de claridad metodológica y previsibilidad de los resultados. Se destaca que al igual que Brasil, en México se emplea el modelo de internacionalización del CAPM o *Country Spread Model*. Para el caso de transporte de gas natural por ductos se establece un esquema de ajuste anual de los parámetros del CAPM.
- **Tasa libre de Riesgo:** se determina a partir de los bonos del Tesoro de los Estados Unidos T-bonds a 30 años, como una forma de equiparar el horizonte de maduración del título con el período de licencia del permisionario. El horizonte temporal considerado cubre un período móvil anualmente de 30 años, ello a los fines de evitar volatilidad coyuntural en las series.
- **Rendimiento de Mercado:** el rendimiento del mercado accionario de los Estados Unidos, siguiendo la metodología estándar, es calculado a partir de los rendimientos del índice SP500. El horizonte temporal cubre un período móvil de 30 años, ello con el objetivo de guardar consistencia metodológica con la determinación de la tasa libre, a la vez que para evitar que efectos coyunturales extremos afecten significativamente los resultados de las estimaciones.
- **Parámetro Beta (B):** es determinado a partir de una muestra de empresas representativas de la industria estadounidense. El primer paso consiste en estimar el coeficiente beta mediante un análisis de regresión lineal; en una segunda instancia se aplica el ajuste por reversión a la media sugerido por Blume. Luego es necesario desapalancar el beta de las empresas estadounidenses para contar con el beta de los activos el cual posteriormente debe ser ajustado para tomar en consideración las diferencias en el esquema regulatorio.
- **Riesgo Regulatorio:** para captar las diferencias entre un esquema regulatorio del tipo *cost plus* (Caso Estados Unidos) y un esquema de regulación por incentivo (caso británico), se aplica un coeficiente de 0.2 resultante del estudio de Hetherinton, B. (1992).
- **Beta apalancado:** para calcular el beta apalancado para las empresas del país con regulación por incentivo es necesario considerar primero el Beta ajustado con la prima de riesgo regulatorio y luego reapalancar dicho beta por la estructura de capital propia de cada empresa analizada.
- **Premio por Riesgo País:** esta prima es calculada con base en la información del indicador EMBI+ para un período de 10 años móviles.
- **Tasa de inflación:** para convertir la tasa de costo de capital nominal en real se ajusta por las expectativas de inflación de los Estados Unidos.

#### 4.7 La experiencia reciente de los Países Bajos

La autoridad regulatoria de Holanda “*Netherlands Competition Authority*” publicó en el año 2006

un documento metodológico para la determinación de la tasa de costo de capital permitida para las actividades de distribución y transporte de gas natural. En dicho documento se establece que la metodología general aplicada a la determinación del costo de capital es la del Costo Promedio Ponderado del Capital o tasa WACC.

La autoridad determina la tasa WACC real después de impuestos, en el entendimiento que las tarifas ya contienen mecanismos de ajustes por variaciones en la inflación (cpi) y que calcular la tasa nominal implicaría un doble reconocimiento de dicha inflación.

El costo del capital propio es calculado por medio del modelo CAPM, el costo de la deuda se determina con base en la tasa libre de riesgo más una prima para compensar por el riesgo del desarrollo de la actividad.

### Costo de la Deuda

El costo de la deuda se determina como la suma de la tasa libre de riesgo, más una prima por el riesgo implícito en el gerenciamiento del negocio.

- **Tasa Libre de Riesgo:** la tasa libre de riesgo es aproximada por el rendimiento del bono soberano de un gobierno, desde que se considera que el riesgo de default de este tipo de instrumentos es muy bajo; sin embargo existe una serie de consideraciones con relación al tipo de bono a escoger:
  - **Maturity del Título:** el Regulador propone la adopción de un título a **10 años**, el cual considera como un horizonte razonable para compensar la mayor volatilidad de los títulos de corto plazo, con el mayor riesgo implícito en los de largo plazo.
  - **Bono Nacional o Extranjero:** considerando que las diferencias en las condiciones de endeudamiento de los países de la eurozona son muy poco significativas, el Regulador propone emplear bonos domésticos.
  - **Bono Nominal o Indexado por Inflación:** se propone la utilización de Títulos Nominales.
  - **Período de Referencia:** el razonamiento implícito en la definición del período de referencia es que períodos muy largos de referencia pueden incluir efectos inerciales, en tanto que períodos muy cortos pueden ser afectados por shocks que no se condicen con las condiciones de endeudamiento para el horizonte tarifario. En tal sentido el Regulador aplica un criterio de bandas definido con base a los promedios de rendimientos de los **períodos de 5 años previos a la revisión tarifaria**.
- **Premio de Deuda:** es el rendimiento adicional exigido por el inversor para asignar fondos a una actividad que no es exenta de riesgo. Para computar el premio de deuda se considera el rendimiento histórico de los bonos de empresas con calificación crediticia –A. Acotando el universo de empresas a aquellas que desarrollan actividades similares a las de los operadores de red, y con calificación –A, se llega a un premio promedio de 52 puntos básicos. Dada la volatilidad de los rendimientos de las empresas europeas muestreadas, el regulador optó por definir el premio como una banda cuyos límites son 60 y 80 puntos básicos.

### Estructura de Capital

El Regulador considera que un **nivel de apalancamiento de 60%** es consistente con una política financiera eficiente. El argumento detrás de esta decisión es que las empresas distribuidoras presentan en general flujos de caja estables, debido a la condición de estabilidad de la demanda, adicionalmente tienen activos de alta valoración y con vidas útiles extensas, todos estos factores hacen que las empresas de red gocen de buena salud financiera y consecuentemente resulta adecuado que financien su operación con una alta participación de capital de terceros.

**Costo del Capital Propio:** se calcula multiplicando el beta por el premio de riesgo de mercado y

sumando la tasa libre de riesgo, es decir que aplica el método de CAPM.

- **Premio de riesgo de mercado:** existen dos enfoques para estimar el premio por riesgo de mercado: *ex post* o *ex ante*, ambos enfoques son aplicados por el Regulador:
  - **Enfoque ex – post:** la sugerencia del Regulador es aplicar períodos la más largo posible, de manera que las series puedan reflejar todas las condiciones que se pudieran haber presentado en materia económica y financieras, en el mercado de capitales, y que podrían volver a ocurrir en el futuro. Para incluir este enfoque en el análisis AER toma valores obtenidos de diferentes estudios, donde otorga un peso o ponderación mayoritario al estudio de Dimson, Marsh and Stauntum (2005).
  - **Enfoque ex – ante:** estos enfoques consisten en aplicar ajustes por modificaciones en las condiciones macroeconómicas a los valores esperados con base en enfoques *ex – post*.
  - Debido a la incertidumbre propia de la determinación del Premio de Riesgo de Mercado, el regulador optó por aplicar un intervalo de valores con límites en 4% y 6%.
- **Coefficiente Beta:** debido a que, en general, las empresas distribuidoras de gas y electricidad de los Países Bajos no cotizan bolsa, la estimación del coeficiente beta no puede hacerse con datos de la propia industria sino que se debe recurrir a un grupo de referencia. El grupo de referencia fue conformado por empresas de Argentina, Australia, Canadá, Gran Bretaña, España y Estados Unidos que desarrollan actividades de red (tanto sean eléctrica o de gas).
  - Se usaron dos estimaciones del beta apalancado, una con base en series diarias para un período de dos años, y otra con base en datos semanales para un período de cinco años. Adicionalmente ambas estimaciones incluyen las correcciones de **Vasicek**, en vez de la corrección por reversión a la media de Blume<sup>7</sup>.
  - Una vez determinados los beta apalancados de las empresas del grupo de referencia se procede a desapalancarlos con base en la estructura de capital de las mismas.
  - Finalmente reapalancando el coeficiente beta con base en la estructura de capital definida por el regulador se obtiene el valor del beta del equity, el cual se determina como un intervalo con límites 0.58 y 0.8.

**Inflación:** la tasa de inflación a aplicar consiste en las proyecciones de inflación esperada, es decir, se trata de una variable prospectiva. Un punto a destacar es que las expectativas de inflación se ajustan con la expectativa de evolución de la tasa real de interés. Con base en las premisas anteriores, la tasa de inflación aplicada por el Regulador es de 1.25%.

---

<sup>7</sup> La técnica de Blume consiste en modificar los betas pasados para capturar la tendencia de los mismos a converger al valor de 1. Por su parte la técnica de Vasicek consiste en aplicar un ajuste a los betas del período para captar el efecto de convergencia hacia la media de todos los betas analizados.

## Tasa WACC

En función de las premisas antes descritas, la tasa de costo de capital definida por el Regulador para el tercer período tarifario, es la que se presenta a continuación:

**Tabla 19 – Tasa WACC – Países Bajos**

	Low	High
Nominal risk-free rate	3.7%	4.3%
Debt premium	0.6%	0.8%
<b>Cost of debt capital</b>	<b>4.3%</b>	<b>5.1%</b>
Equity risk premium	4.0%	6.0%
Asset beta	0.28	0.39
Equity beta	0.58	0.80
<b>Cost of shareholders' equity</b>	<b>6.0%</b>	<b>9.1%</b>
Ratio of debt capital to total capital	60%	60%
Corporation tax rate	29.1%	29.1%
Nominal pre-tax cost of capital allowance	<b>6.0%</b>	<b>8.2%</b>
Inflation	1.25%	1.25%
<b>Real pre-tax cost of capital allowance (WACC)</b>	<b>4.7%</b>	<b>6.9%</b>

Considerando el promedio del intervalo, la tasa de costo de capital promedio para el tercer ciclo tarifario, para las actividades de red, es 5.8%.

En Anexo se presenta una tabla resumen de los países analizados

## 5 EL TRATAMIENTO DE LA TASA DE COSTO DE CAPITAL EN SECTORES REGULADOS EN CHILE

### 5.1 Sector Telecomunicaciones

El enfoque metodológico para la determinación de la tasa de costo de capital para el sector de telecomunicaciones se encuentra definido en el Título V de la Ley 18.168, dicho Título se refiere a la determinación de las tarifas para los servicios de telecomunicaciones; en este contexto el artículo 29 determina que los precios y tarifas de tales servicios deben ser determinados libremente por el proveedor; sin embargo existe la facultad de regulación tarifaria en casos que se determine que las condiciones del mercado no se condicen con las de un ambiente competitivo.

*“Art. 29°. Los precios o tarifas de los servicios públicos de telecomunicaciones y de los servicios intermedios que contraten entre sí las distintas empresas, entidades o personas que intervengan en su prestación, serán libremente establecidos por los proveedores del servicio. No obstante, si en el caso de servicios públicos telefónicos local y de larga distancia internacional, excluida la telefonía móvil y en el de servicios de conmutación y/o transmisión de señales provistas como servicio intermedio o bien como circuitos privados, existiere una calificación expresa por parte de la Comisión Resolutiva, creada por el Decreto Ley N° 211 de 1973, en cuanto a que las condiciones existentes en el mercado no son suficientes para garantizar un régimen de libertad tarifaria, los precios o tarifas del servicio calificado serán fijados de acuerdo a las bases y procedimientos que se indican en este Título”.*

Las condiciones para la determinación de las tarifas de los servicios sujetos a procesos de revisión tarifarias están contenidas en el artículo 30 de dicha Ley, que establece que la

estructura, nivel, y mecanismo de indexación de las tarifas de los servicios afectos serán fijadas por los Ministerios de Transporte y Telecomunicaciones y de Economía cada cinco años sobre la base de los costos incrementales de desarrollar el servicio, dichos costos incrementales son calculados por área tarifaria. La metodología para la determinación de los costos incrementales es a través del enfoque de la empresa eficiente.

Los aspectos metodológicos referidos a la determinación del costo de capital son establecidos en el artículo 30 B, la metodología sugerida consiste en la aplicación de un modelo similar al modelo de valuación de activos de capital (CAPM), donde:

- la tasa libre de riesgo es una tasa doméstica determinada a partir de instrumentos financieros emitidos por el Banco del Estado de Chile,
- el riesgo sistemático o coeficiente beta se determina mediante la regresión entre los flujos de caja de la empresa en cuestión y los de una cartera diversificada, y
- el premio de mercado se define como la diferencia entre el rendimiento de la cartera diversificada y la tasa libre de riesgo.

Dicho artículo textualmente establece lo siguiente:

“La tasa de costo de capital incluida en los costos incrementales de desarrollo o en los costos marginales de largo plazo, según corresponda, será determinada en los mismos estudios de costos que este Título establece más adelante.

Para determinar esta tasa, deberá considerarse el riesgo sistemático de las actividades propias de la empresa que provee los servicios sujetos a fijación en relación al mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, y el premio por riesgo de mercado.

La tasa de rentabilidad libre de riesgo será igual a la tasa de la libreta de ahorro a plazo con giro diferido del Banco del Estado de Chile, o de no existir ésta, del instrumento similar que las reemplazare, a indicación de la Superintendencia de Bancos e Instituciones Financieras.

El riesgo sistemático de las actividades propias de la empresa en relación al mercado mide la variación en los ingresos de la empresa con respecto a fluctuaciones del mercado. Para determinar su valor se calcula la covarianza entre el flujo de caja neto de la empresa y el flujo generado por una cartera de inversiones de mercado diversificada, dividido por la varianza de los flujos de dicha cartera diversificada. El premio por riesgo de mercado se define como la diferencia entre la rentabilidad de la cartera de inversiones de mercado diversificada y la rentabilidad del instrumento libre de riesgo.

Cuando existan razones fundadas acerca de la calidad y cantidad de información nacional necesaria para el cálculo del premio al riesgo, porque tal información no cumple los requisitos técnicos fundamentales para obtener una estimación confiable desde el punto de vista estadístico formal, se podrá recurrir a estimaciones internacionales similares que cumplan con tales requisitos. En todo caso, si el premio al riesgo resultare inferior al siete por ciento, se utilizará este último valor. De este modo, la tasa de costo de capital será la tasa de rentabilidad libre de riesgo más la diferencial entre la rentabilidad de la cartera de inversiones diversificada y la rentabilidad libre de riesgo. Tal diferencial debe estar ponderada por el valor de riesgo sistemático calculado de acuerdo al inciso 4° de este mismo artículo.”

Más allá de la determinación de un valor umbral de 7% al premio de riesgo de mercado, hay que destacar que la normativa no prevé la incorporación de la deuda en el cálculo del costo de capital, más allá de su impacto en el coeficiente beta. Esto hace que se configure de hecho una situación de “riesgo moral”, pues puede inducir a un endeudamiento de las empresas más allá de lo recomendable. En efecto, un aumento del nivel de endeudamiento hace que el coeficiente beta aumenta, por lo que el costo del capital propio es mayor; en una situación de costo de capital promedio ponderado entre capital propio y capital de terceros, el aumento del costo de capital propio es compensado por la mayor participación del capital de terceros. Pero esto no es lo que sucede en el sector de telecomunicaciones en Chile.

## **Telefonía Local**

En la actualidad existen 12 concesionarias del servicio de telefonía local, según consta en el sitio web de la subsecretaría de Telecomunicaciones; dichas empresas son las siguientes: Telefónica de Chile, Telefónica del Sur, Telcoy, Cmet, VTR, Will, Fullcom, Netline, Telmex, GTD Telesat, Entelphone, y GTD Manquehue.

A los fines de analizar la discusión sobre la determinación de la tasa de costo de capital se examinan a continuación las controversias y determinaciones para el concesionario Telefónica de Chile, el cual a la fecha cuenta con tres procesos de revisión tarifaria para este segmento, (en los años 2003, 2008 y 2014).

### **Proceso Tarifario 2014**

El Informe de Objeciones y Contraposiciones a las tarifas propuestas por la concesionaria, con fecha 07 de marzo de 2014 destaca las siguientes objeciones referidas al costo de capital.

#### **Objeción y Contraposición N° 3: Tasa Libre de Riesgo**

Se objeta la tasa libre de riesgo de 2,91% presentada por la Concesionaria. El motivo de la objeción es que dicha tasa fue determinada a partir de un instrumento financiero diferente del establecido en la Normativa, siendo que, a la fecha del estudio, existía dicho instrumento, no corresponder emplear otro.

En lo referente a la contraposición se sugiere utilizar la tasa de la libreta dorada del Banco Estado, que a la fecha se situaba en 0,10%. No obstante, los Ministerios entienden que actualmente esta tasa no refleja el costo de oportunidad de invertir en activos riesgosos como si lo hace por ejemplo, algún otro instrumento de deuda como los BCU10 emitidos por el Banco Central. Dado lo anterior, se contrapropone ajustar el modelo CAPM por un spread que capture dicho costo de oportunidad. Este spread, es igual a 2,81% y surge de la diferencia entre ambas tasas arriba citadas.

Este consultor entiende que sería mucho más sensato apelar a estimaciones internacionales que forzar el valor.

#### **Objeción y Contraposición N° 4: Premio por Riesgo de Mercado**

Se objeta el valor de premio por riesgo de mercado de 8,89% presentado por la Concesionaria. Ya que siguiendo la metodología sugerida por Damodaran (2013), ese premio se determina ajustando el premio por riesgo de Estados Unidos, por un premio por riesgo adicional que surge del riesgo de default y de la relación entre la volatilidad de los mercados accionarios y de bonos chilenos. El riesgo de default es calculado por medio de la serie del EMBI. La objeción se refiere a que corresponde utilizar el default del spread del bono soberano que es estimado en 0.7% en lugar de usar el EMBI.

Se contrapropone utilizar un premio por riesgo de mercado de 7,09%, calculado con base en la metodología de Damodaran, utilizando un default spread de 0,7%, valor que fuera calculado por Lefort.

#### **Objeción y Contraposición N° 5: Valor del Costo de Capital**

El valor de tasa de costo de capital de 10,2% presentado por la Concesionaria fue objetado por los Ministerios que entienden que no hay fundamentos que convaliden una diferencia de 1,01% entre los valores de la tasa de costo de capital utilizada en los procesos tarifarios móviles y el presente proceso.

Así, dado que las empresas modelo de telefonía local como de telefonía móvil desarrollan actividades similares, no se justifica la diferencia de los valores de la tasa de costo de capital propuestos, en este contexto los Ministerios entienden que la única variable que debe variar según se trate de telefonía fija o móvil es el coeficiente beta.

La tabla siguiente resume las consideraciones arriba detalladas.

**Tabla 20 – Tasa de Costo de Capital Comparación**

VARIABLES	Procesos Tarifarios Móviles	Estudio Tarifario Telefónica Chile S.A.	Ministerios
Premio por Riesgo	7.09%	8.89%	7.09%
Beta Activos	0.9	0.82	0.82
Tasa Libre de Riesgo	2.81%	2.91%	0.10%
Spread	-	-	2.81%
<b>Tasa de Costo de Capital</b>	<b>9.19%</b>	<b>10.20%</b>	<b>8.72%</b>

Fuente: Informe de Objeciones y Contraposiciones a las Tarifas propuestas por Telefónica de Chile S.A. para el período 2014-2019.

**Resumiendo**, las controversias del tercer proceso tarifario se orientaron hacia la pertinencia de la tasa de los bonos domésticos para reflejar adecuadamente el costo de oportunidad de invertir en activos de países en vías de desarrollo, y en la necesidad de modificar el CAPM para incluir un premio adicional para recompensar por dicho riesgo.

Otro punto a destacar es que la metodología propuesta no considera la remuneración de la deuda de terceros, es decir el costo de capital es determinado sólo por capital propio. Así, las Bases Técnico-Económicas establecen la metodología de cálculo de la tasa de costo de capital de la siguiente manera: *“De este modo, la tasa de costo de capital será la tasa de rentabilidad libre de riesgo más la diferencial entre la rentabilidad de la cartera de inversiones diversificada y la rentabilidad libre de riesgo. Tal diferencial debe estar ponderada por el valor de riesgo sistemático asociado a los activos de la empresa, calculado de acuerdo al mismo Estudio”*.

### Proceso Tarifario 2008

En el proceso tarifario para la determinación de tarifas del período 2009-2014 las principales objeciones y contraposiciones son las que se detallan a seguir:

#### Objeción y Contraposición N° 1: Riesgo sistemático

Se objeta el riesgo sistemático (beta) de 0,95 que propone la Concesionaria, el que fue calculado a través de un modelo “intertemporal con betas condicionales” utilizando información contable trimestral a partir del primer trimestre de 1987 hasta el segundo trimestre de 2008. Los Ministerios consideran que la información contable no reúne los atributos de calidad suficientes como para obtener estimadores confiables, robustos y estables en el tiempo, del coeficiente beta, adicionalmente indican que en los procesos tarifarios se debió recurrir a estimaciones con base en valores bursátiles internacionales.

Como contraposición los Ministerios proponen aplicar un coeficiente beta de 0,74, calculado como el promedio de betas bursátiles de una muestra de 60 empresas de telefonía local de 37 países.

#### Objeción y Contraposición N° 2: Tasa de costo de capital

Como consecuencia de la objeción al riesgo sistemático, se objeta el valor de la tasa de costo de capital. En este sentido se contrapropone utilizar una tasa de costo de capital de 8,00%, calculada utilizando una tasa libre de riesgo de 0,1%, un premio por riesgo local de 10,68% y un beta para la industria de telefonía fija de 0,74.

Resumiendo: en el segundo proceso tarifario de Telefónica de Chile S.A. la controversia se focalizó en las fuentes de datos para la estimación del coeficiente beta. Finalmente la Comisión Pericial se expidió a favor de aplicar datos bursátiles internacionales.

## Proceso Tarifario 2004

Por último se resumen las principales objeciones referidas al primer proceso tarifario.

### Objeción y Contraposición N° 1. Tasa Libre de Riesgo

La tasa libre de riesgo considerada en el estudio de la concesionaria es la mediana histórica de la tasa de interés de la libreta dorada del Banco Estado para el período 1987 - 2002. Se objeta la aplicación de medidas de tendencia central como la mediana, debido a que los Ministerios entienden que la Normativa establece que debe aplicarse el **Valor Puntual** de la tasa de referencia. Se contrapone utilizar el valor puntual a diciembre de 2002 de dicha tasa; así la metodología sería consistente con la aplicada por los Ministerios en Telefonía Móvil.

### Objeción y Contraposición N° 2. Premio por riesgo internacional

Se objeta la utilización del modelo de promedios históricos de Ibbotson Associates, que entrega un valor de 7,42% como premio por riesgo para el mercado norteamericano, por existir un mayoritario consenso entre los profesionales de las áreas financiera y económica en cuanto a que esta metodología sobrestima dicho premio por riesgo.

Se propone extender las series de análisis mediante proyecciones y determinar este premio en un valor de 5,5% como premio por riesgo esperado internacional, el cual es consistente con las expectativas de los profesionales expertos en la materia.

### Objeción y Contraposición N° 3. Premio por riesgo local

Se contrapropone obtener el premio por riesgo local a través de la ecuación simple que relaciona el premio por riesgo local con el premio por riesgo norteamericano y el premio por riesgo de los países emergentes utilizando como proxy el spread de la serie de bonos EMBI. En este sentido se propone adoptar el modelo de internacionalización del CAPM.

### Objeción y Contraposición N° 4. Coeficiente Beta

Se objeta el beta de 0,99 estimado por la empresa a partir de información contable local, por carecer de confiabilidad estadística. Consecuentemente, se contrapropone utilizar un beta de 0,77, obtenido a partir de valores bursátiles internacionales.

## Telefonía Móvil

En la actualidad existen nueve concesionarias del servicio de telefonía móvil, según consta en el sitio web de la subsecretaría de Telecomunicaciones; dichas empresas son las siguientes: Claro, Telefónica Móviles, Entel PCS, Entel Móvil, Multikom, Nextel, Mobilink, VTR Móvil y Nextel Trunking.

Siguiendo la misma metodología que para el caso de la telefonía local, y a los fines de analizar la discusión sobre la determinación de la tasa de costo de capital se examinan a continuación las controversias y determinaciones para el concesionario Claro.

## Proceso Tarifario 2013

Se objeta el valor de la tasa de costo de capital de 9.0% determinado por la concesionaria con una tasa libre de riesgo diferente de la indicada en la Normativa.

Se contrapropone utilizar una tasa de costo de capital de 9.2%, estimada considerando lo siguiente:

- Tasa Libre de Riesgo: utilizar la tasa de la libreta dorada del Banco Estado, la cual a la fecha base de referencia del Estudio Tarifario era 0.10%.
- Ajuste al CAPM: en el entendimiento que dicha tasa no refleja el costo de oportunidad de invertir en activos riesgosos como si lo hace por ejemplo, algún otro instrumento de deuda como los BCU10 emitido por el Banco Central. Se propone ajustar el modelo CAPM por un spread que capture dicho costo de oportunidad, el spread, es igual a 2.71% y corresponde a la diferencia entre el valor resultante de la proyección de los BCU10

estimada en el estudio de tasa de costo de capital de Lefort para el proceso tarifario móvil 2014-2019 y, la tasa de la libreta dorada del Banco Estado.

- Riesgo Sistemático: Para el cálculo del riesgo sistemático, se propone utilizar el valor estimado bajo el modelo condicional para la empresa tipo igual a 0.9.

En síntesis, los puntos destacables de controversia para la estimación de la tasa de costo de capital son los siguientes:

- 1- La inaplicabilidad de datos contables para estimación del beta.
- 2- La deficiencia de la tasa libre de riesgo para captar el verdadero costo de oportunidad de la inversión, y consecuentemente la necesidad de aplicar un premio adicional.
- 3- La aplicación de valores puntuales en lugar de promedios o medianas históricos.

## 5.2 Sector sanitario

Para el sector sanitario la normativa vigente, Ley N° 70, establece que la tasa de costo de capital 'corresponderá a la tasa interna de retorno promedio ofrecida por el Banco Central para sus instrumentos reajustables en moneda nacional de plazo igual o mayor a ocho años, más un premio por riesgo que no podrá ser inferior a 3% ni superior a 3.5%'. Para definir ese rango se considera la escala de las empresas, en una especie de premio por tamaño.

## 5.3 Sector energía eléctrica

Para el sector de energía eléctrica la Ley General de Servicios Eléctricos (DFL-4/2007) establece que la tasa de costo de capital a aplicar en los cálculos tarifarios es de 10%. Esta tasa según se estipula en el artículo 106 de la LGSE es una tasa real anual, y conforme se infiere del artículo 108 de la misma LGSE es antes de impuestos.

La ley establece que las concesionarias deben mantener una rentabilidad a nivel de toda la industria dentro de una banda del 10% (real antes de impuestos)  $\pm$  4% al momento de la determinación del VAD. En caso que, al momento de la determinación del VAD, la rentabilidad se encuentre fuera de los límites aquí establecidos, se debe ajustar proporcionalmente el VAD de todas las distribuidoras hasta alcanzar el límite más cercano (inferior o superior). Y dentro de una banda del 10% (real antes de impuestos)  $\pm$  5% durante los 4 años de vigencia de la misma. En caso que la rentabilidad conjunta de las empresas de la industria se encuentre fuera de esta banda, la CNE deberá efectuar un nuevo estudio para determinar nuevas fórmulas tarifarias.

Merece destacarse que la normativa chilena no contempla la posibilidad de modificaciones a la tasa de costo capital, la cual se ha mantenido estable desde la promulgación del DFL 1/1982.

Como ya se mencionó anteriormente, la Ley 20936 promulgada el 20 de julio de 2016 introduce una serie de reformas en la metodología de remuneración de la actividad de transmisión de energía eléctrica, así el Art 118 referido a la Tasa de Descuento establece que la misma debe ser calculada por la Comisión cada cuatro años, y en su determinación se deben considerar los componentes siguientes: riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas de transmisión eléctrica en relación al mercado, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, y el premio por riesgo de mercado. La Ley establece que la tasa se aplique después de impuestos y fija un límite superior y uno inferior en valores de 10% y 7% respectivamente. En este sentido la nueva metodología propuesta por La Ley es homogénea y consistente con el enfoque metodológico aplicable a la distribución de gas por redes.

## 5.4 Sector Gas

### 5.4.1 Informe de Walker año 2006

Walker (2006), de la Pontificia Universidad Católica de Chile, en un informe de consultoría para el Ministerio de Economía, propone utilizar un modelo con base en un CAPM internacional con ajuste adicional por premio por país.

En concreto el autor propone usar un modelo derivado del ajuste propuesto por Damodaran considerando el riesgo relativo entre el mercado local y los bonos.

$$ERP_x = Spread\ soberano \times \frac{\sigma_{equity}}{\sigma_{bonos}}$$

Walker asumió que la relación  $\frac{\sigma_{equity}}{\sigma_{bonos}} = 1.5$ .

Es importante notar que para usar este modelo se necesita liquidez del mercado de bonos.

Con relación a los coeficientes betas, sugiere usar betas internacionales.

### **Tasa libre de riesgo**

Walker propone usar un bono emitido en moneda local indexada por el estado Chileno. En concreto propone usar el BCU de 10 años de plazo (madurez económica promedio). Con relación a la ventana de tiempo sugiere usar el valor spot como el mejor estimador para el futuro. El argumento principal usado por Walker para sostener el uso del valor spot es que lo que importa, según el autor, es que el costo de oportunidad está dado por el uso alternativo de los mismos recursos, que consiste en comprar instrumentos financieros en el mercado, en el entendido que 'éstas ya incluyen la estimación de las tasas futuras hechas por inversionistas que invierten y apuestan sus recursos en el mercado'.

Este consultor entiende que lo que está en discusión es cómo proyectar la tasa de interés libre de riesgo para el ciclo tarifario. Proyectar la tasa de interés con base en un único punto, en este caso fue el día 28 de octubre de 2005, aun siendo éste el punto más cercano del ciclo tarifario, puede inducir a serios errores que, al considerar períodos más largos, se suavizan. Y para ser consistente con los otros componentes del costo de capital, si se usa una estimación puntual para la tasa libre de riesgo, también debería usarse un criterio similar para el retorno esperado del mercado.

### **Premio de mercado**

Para el premio por riesgo sistemático Walker propone usar las estimaciones de Dimson, Marsh y Staunton, las cuales a la fecha del estudio, 28 de noviembre de 2005, eran 3% y 5% según se trate de media geométrica o aritmética, respectivamente.

Cabe notar que al considerar el premio de otra fuente y no hacer el ajuste por la tasa libre de riesgo considerada previamente, se puede estar cometiendo un error conceptual importante, como ya se señaló en el ítem 3.3:

$$r = (1 - \beta)r_f + \beta E[r^m]$$

O sea, si se consideró como tasa libre de riesgo la correspondiente a un determinado punto del tiempo, esa misma tasa es la que debe ser considerada en el cálculo de la prima por riesgo de mercado.

### **Premio por tamaño**

Si bien Walker reconoce que a nivel internacional las empresas pequeñas demandan mayores retornos que las grandes, considera que eso no necesariamente es así para las empresas pequeñas de los países emergentes o, de ser así, eso ya está considerado en el riesgo país pues todas las empresas serían pequeñas.

### **Costo de capital promedio ponderado**

Walter argumenta que la fórmula clásica de cálculo de costo de capital promedio ponderado entre capital propio y de terceros (deuda) no es aplicable para Chile pues no hay doble tributación. En tal sentido, el autor no tiene en cuenta que el WACC es una cartera financiera en donde lo importante es el pago o no del impuesto. En Chile, al igual que en los demás países de Latinoamérica, las empresas pagan el impuesto a la renta corporativa con deducción del impuesto a las ganancias. Asimismo, para fines regulatorios por ejemplo en Brasil, Argentina y

Colombia, el costo de capital con fines regulatorios se calcula con la fórmula clásica de la WACC. La metodología también es la aplicada por el regulador británico de electricidad y gas (OFGEM) y por el regulador australiano de electricidad (AER). En principio, no vemos fundamento para cambiar el criterio más usado por las mejores prácticas internacionales de regulación, es decir la práctica de analizar el costo de capital desde la óptica de la empresa, independientemente de lo suceda “aguas abajo”.

### Adaptación del CAPM internacional al caso Chile según Walker

Walker sigue los siguientes pasos para estimar el costo de capital para una distribuidora de gas chilena:

1. Walker parte de la premisa que el  $\beta_{CL\_US} = 1$  y en vez de estimar el  $\beta_{EMBI}$  utiliza de forma ad-hoc la metodología de Damodaran con un  $\beta_{EMBI} = 1.5$
2. Estimada el  $E(IGPA) = rf_{US} + \beta_{CL\_US} * PRM_{US} + \beta_{EMBI} * \text{riesgo soberano} = 4.95\% + 1 * 4.2\% + 1.26\% = 10.41\%$
3. Estima la prima por riesgo mercado local como:  
 $PRM_{CL} = E(IGPM) - \text{tasa del bono soberano en dólares}$ , que a la fecha era 5.03%, por lo que  $PRM_{CL} = 10.41\% - 5.03\% = 5.38\%$
4. Considerando la tasa de interés local BCU a 10 años en UF: 3.31 y un beta apalancado de 0.54 lo que le permite llegar a:  $TCC_{UF} = 3.31\% + 0.54 * 5.38\% = 6.22\%$

La aplicación de la metodología a nuestro juicio sufre de tres problemas: 1) falta de consistencia en la tasa libre de riesgo usada, 2) usar  $\beta_{CL\_US}$  y  $\beta_{EMBI}$  que no fueron estimados para el caso chileno, de hecho nuestras estimaciones indica un  $\beta_{CL\_US}$  más cercano a 1.04. y 3) la tasa del bono soberano en dólares no es una tasa libre de riesgo por definición.

#### 5.4.2 Informe de consultoría año 2012

El consultor contratado por la CNE para la realización del estudio en el año 2012 propone estimar el costo del capital con base en el método de costo promedio ponderado del capital (WACC). Como estructura de capital se propuso emplear un valor de 33.1% que surge de la relación Deuda/Capital Total promedio para los últimos 5 años (2006-2011) de las *utilities* de gas de Estados Unidos agrupadas bajo el código SIC 4924.

Para la determinación del costo del capital propio el consultor sugiere aplicar el modelo de CAPM con algunas adaptaciones, en este contexto las variables relevantes para la determinación del CAPM son las siguientes:

**Tasa libre de riesgo:** Básicamente se propone un estudio con dos escenarios de estimación, en el escenario 1 se determina el **CAPM Global** con base en instrumentos financieros de Estados Unidos, en tanto que para el escenario 2 se determina un **CAPM Local** en función de los bonos del Tesoro de Chile.

En el **CAPM global** las variables relevantes: son la Tasa libre de riesgo, la cual se determina a partir de la media de los rendimientos de los Treasury Bonds a 10 años, para el período 2006-2010, eliminando algunos efectos de intervenciones de la Reserva Federal; el Riesgo País, determinado a partir del promedio del EMBI Global de Chile para el mismo período de análisis y la Inflación de los Estados Unidos la cual es determinada de manera implícita a partir de la diferencia entre los rendimientos de los bonos del Tesoro a 10 años con y sin indexación. Con todos los supuestos arriba mencionados se arriba a un valor de la tasa libre con el enfoque Global de 4.02%.

En el enfoque de **CAPM local** se propone utilizar la tasa de los Bonos del Tesoro de Chile ajustados por UF, a 10 años de plazo; el promedio de un período de 5 años es de 2,95%.

**Premio de Riesgo de Mercado:** para determinar este premio se emplea la media aritmética del spread de los rendimientos de las acciones agrupadas en el índice SP500 sobre la tasa de los

Treasury Bonds a 10 años, para el período 1928-2010. El valor obtenido es 5.82%.

**Coefficiente Beta:** Se propone considerar el beta des-apalancado utilizado por OFGEM para una empresa de gas regulada por precios máximos. El beta des-apalancado empleado por OFGEM es 0.46, coincidente con el valor de Damodaram obtenido de Value Line 0.43.

Por otra parte con base en Ibbotson (SIC 4924) los beta de las empresas de los Estados Unidos en promedio tienen un valor de 0.36, consecuentemente la diferencia 0.46-0.36 puede deberse al esquema regulatorio.

Reapalancando el beta con base en la estructura propuesta y con la tasa de impuestos correspondiente a Chile, se llega a un valor de coeficiente beta de 0.65.

**Premio por tamaño:** este componente de la fórmula del CAPM se obtiene como la mediana del valor de CAPM derivada de los informes de las empresas reunidas bajo el código SIC 4924 para el período 2006-2011. El valor resultante es 2%. El argumento del consultor para la inclusión de esta prima por tamaño se debe a la reducida escala de Gas Valpo.

**Costo del Capital Propio:** Con base en los valores de las variables arriba obtenidos el valor del costo del Capital propio real es 8.73% con el enfoque local y 9.80% con el global.

**Costo de la Deuda:** El costo de la deuda propuesto por la consultora considera la tasa libre de riesgo, el riesgo país y el riesgo de crédito. Los dos primeros componentes ya fueron estimados, en cuanto al riesgo de crédito hay dos estimaciones:

- **Enfoque global,** supone que el riesgo del crédito es la parte de riesgo no incluida en el riesgo país, por lo tanto considera la diferencia entre el spread de una calificación Baa2/BBB (GasValpo) y A+ (Chile), esa prima es 0.53%, calculada como el promedio para el período 2006-2010.
- **Enfoque local:** argumenta que la tasa de los bonos domésticos no incluye el riesgo país, y por lo tanto corresponde aplicar todo el spread Baa2/BBB es decir 2.68%.

Así, el costo de la deuda para ambos enfoques es: local (5.63%), global (4.55%).

Con estas estimaciones la tasa WACC obtenida para el enfoque local es (7.39%), entanto que para el enfoque global dicha tasa es (7.55%).

Finalmente el estudio plantea dos escenarios uno de mínima sin considerar el premio por tamaño y otro de máxima con un ajuste por tamaño y con la nueva alícuota impositiva. Finalmente, una vez obtenidas las tasas WACC de mínima y de máxima, se divide dicha tasa en los dos componentes determinados en la normativa, tasa libre de riesgo y la componente correspondiente al riesgo de la actividad de gas.

Los puntos a resaltar de la metodología propuesta por el consultor contratado para la realización del estudio del año 2012 son los siguientes:

En primer lugar dicha metodología determina primero el costo promedio ponderado de capital y posteriormente divide esta tasa en sus componentes tasa libre y tasa asociada al riesgo de la actividad, esta metodología difiere de otras propuestas que solo consideran el costo de capital propio, dado que en dicha propuesta la tasa determinada incluye el efecto de apalancamiento y el escudo fiscal que representa la deuda de terceros.

La inclusión del premio por tamaño se justifica por la reducida escala de Gas Valpo, esta situación genera el interrogante de como determinar el premio por tamaño para Intergas, Lipigas y Gas Sur, dado que su escala es significativamente menor incluso que la de Gas Valpo, por ejemplo la escala de Gas Sur es un tercio de la de Gas Valpo; una alternativa podría ser considerar para estas empresas el premio por tamaño como la diferencia entre el rendimiento del decil de menor escala y el del decil de mayor escala, en lugar de tomar algunos deciles intermedios, otra opción sería considerar la diferencia entre los rendimientos de las empresas de Micro Capitalización y las Grandes empresas.

### 5.4.3 Informe de consultoría año 2014

La propuesta del consultor contratado por el Ministerio de Energía en el año 2014 para estimar el costo de capital de una empresa distribuidora de gas en Chile consistió en desarrollar un modelo econométrico condicional en el cual el costo de capital depende de variables que varían en el tiempo: tasas de interés, nivel de actividad, inflación.

Sin perjuicio del desarrollo de ese modelo condicional, el autor desarrolla también un modelo incondicional del CAPM. Para la tasa libre de riesgo fue considerado el retorno de los bonos de largo plazo en UF del Banco Central a 5 años (BCU-5). Para los otros componentes define una empresa representativa de la industria nacional para la cual se defina una estructura de financiamiento que permita estimar un beta de activo como promedio ponderado entre el beta de la deuda y el del *equity*. Para determinar el premio por riesgo sistemático el autor aplica una metodología basada en la rentabilidad implícita en los precios de los activos riesgosos usando la siguiente fórmula derivada de Gordon (1962):

$$k = \frac{D_1}{P_0} + g$$

Donde:

$k$  = es el retorno esperado por los accionistas

$D_1$  = dividendos por acción para el siguiente período

$P_0$  = precio actual de la acción

$g$  = es la tasa esperada de crecimiento de los dividendos

Para estimar los dividendos considera el retorno general del mercado, mientras que para el crecimiento esperado de las acciones fue considerado la tasa de crecimiento económico nominal proyectada a largo plazo por Bloomberg. Para el retorno del mercado fue considerado el período previo de 60 meses. Es un método que, si bien cuenta con sustento teórico, dista de las prácticas más aceptadas por reguladores.

Para estimar el riesgo sistemático fueron considerados datos de 20 empresas extranjeras. Los betas apalancados fueron desapalancados por medio de la ecuación de Hamada y luego reapalancados sobre la base de datos de empresas nacionales. Con el beta apalancado con datos de empresas chilenas y el beta de la deuda, se realizó un promedio ponderado por el apalancamiento. Como ya se señaló en el ítem 3.4.1, aplicar un simple promedio ponderado de los betas de *equity* y deuda es simplemente un caso particular de la ecuación de Corine en el que  $t = 0$ , siendo que en la realidad es 20%.

$$\beta_L = \beta_U \cdot (1 + (1 - t) \cdot \phi) - \beta_D \cdot (1 - t) \cdot \phi$$

Para estimar el beta *reapalancado* del equity Le Fort recurre a los niveles reales de endeudamiento de las empresas chilenas. En general, los reguladores optan por valores objetivos de apalancamiento, los cuales distan del valor real de Metrogas en la época del estudio. Otro punto a destacar es que el riesgo sistemático no tiene ningún ajuste, más allá del apalancamiento, sobre el mayor riesgo de hacer negocios en Chile en lugar de hacer en el mercado de referencia (EE:UU).

El valor al que se arriba por el método incondicional fue 5.78% real anual.

El modelo condicional para estimar el coeficiente beta fue estimado como función de variables macroeconómicas. Luego las variables que integran ese modelo son proyectadas para así establecer una trayectoria esperada del coeficiente beta. Es decir que para estimar el costo de capital hay que realizar proyecciones para el horizonte tarifario de las variables que alimentan el modelo. El modelo usado para estimar el coeficiente beta de Gasco presenta algunos resultados que llaman la atención: en efecto: las variable GAP\_IMACEC (-1), que muestra la brecha del PIB, y la inflación, no son significativas a valores convencionales, mientras que las variables TPM (-1) y TPM(-2), que representan la tasa de política monetaria, presentan valores absolutos muy altos y con signos encontrados. Además el modelo solo explica el 26% de las variaciones del beta, pero

no obstante se usa luego como base para un modelo bastante complejo de aplicar en la práctica.

**Cuadro 5: Resultado de la Estimación del Beta de Gasco en función de variables Macroeconómicas**

Dependent Variable: BETA\_GASCO  
 Method: Least Squares  
 Sample (adjusted): 1995M07 2014M06  
 Included observations: 228 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.726405	0.090979	7.984305	0.0000
GAP_IMACEC(-1)	0.679881	0.562384	1.208926	0.2280
INF(-2)	3.460830	2.634788	1.313514	0.1904
TPM(-1)	-5.612793	2.262053	-2.481283	0.0138
TPM(-2)	4.302651	2.242151	1.918983	0.0563
VIX(-1)	-0.004344	0.001406	-3.090874	0.0023
BETA(-1)	0.245097	0.061498	3.985465	0.0001
BETA(-2)	0.165547	0.061210	2.704581	0.0074
R-squared	0.280859	Mean dependent var		0.999821
Adjusted R-squared	0.257977	S.D. dependent var		0.184038
S.E. of regression	0.158532	Akaike info criterion		-0.811264
Sum squared resid	5.529122	Schwarz criterion		-0.690936
Log likelihood	100.4841	Hannan-Quinn criter.		-0.762715
F-statistic	12.27433	Durbin-Watson stat		2.059898
Prob(F-statistic)	0.000000			

Para estimar el PRM el consultor usó un modelo basado en la tasa de crecimiento esperada de dividendos

Más allá de cuán discutible puede ser desde el punto de vista académico el modelo planteado, el mismo se aparta de forma significativa de lo que es la práctica regulatoria. De hecho el informe no incorpora el análisis de la experiencia internacional. En efecto, la experiencia internacional muestra que los reguladores no utilizan modelos econométricos sofisticados, más allá de la propia estimación del coeficiente beta, a la hora de estimar el costo de capital de la industria regulada. Cabe recordar que todo modelo es una mera conjetura de la realidad por lo que la bondad de un modelo se puede resumir en que “explique mucho con poco”, y que sean fácilmente reproducibles por la industria, lo que ciertamente no es el caso del modelo propuesto. Dicho en términos de la epistemología de Popper:

*‘But can the model be true? Can any model be true? I do not think so. Any model, whether in physics or in the social sciences, must be an over-simplification. It must omit much, and it must over-emphasize much.’ (Popper, 1994, pág. 172).*

## 6 RESUMEN DE PUNTOS CRÍTICOS

Los países revisados han adoptado el uso del costo promedio de capital (WACC) junto con la aplicación del CAPM.

En ese marco, los puntos en discusión por los reguladores son los siguientes:

- ¿Corresponde aplicar un CAPM nacional o internacional?
- ¿Cuál es el período relevante para estimar el PRM?
- ¿La tasa de interés libre de riesgo considerada en el PRM debe ser consistente con el plazo elegido para el retorno esperado del mercado?
- ¿Debe ser consistente la tasa libre de riesgo que se considera en el cálculo del PRM con la tasa libre de riesgo?
- ¿Qué madurez debe elegirse para la tasa libre de riesgo?

- ¿Cuál es la ventana de tiempo que se debe considerar para la estimación de la tasa libre de riesgo?
- ¿Cómo determinar el coeficiente beta del *equity*?
- ¿Cómo determinar el nivel de apalancamiento para definir el beta reapalancado y el peso del capital propio en la WACC?
- ¿Cómo debe determinarse los spreads de deuda?
- Para los países emergentes, como es el caso de Chile, ¿corresponde incluir el ajuste por riesgo país?
- Para el caso de sectores con presencia de empresas reguladas pequeñas, ¿corresponde adicionar el premio por el riesgo tamaño?

Para todas estas preguntas, la revisión realizada muestra que no hay respuestas únicas, con excepción de dos puntos: (a) el uso combinado de WACC/CAPM, y (b) el ajuste en el CAPM por el riesgo país. Estos dos puntos no son mencionados en el proyecto de ley en discusión en el Congreso, si bien nuestras estimaciones indican que la tasa de riesgo libre local ya internaliza el riesgo país.

## 7 PROPUESTA METODOLÓGICA

### 7.1 Marco Normativo

Si bien este consultor entiende que la propuesta metodológica más adecuada para el tratamiento del costo de capital para empresas reguladas es a través del costo de capital promedio ponderado (WACC), la tradición en Chile es abordar el tema por medio de una adaptación del modelo de fijación de activos de capital (CAPM), por lo que la propuesta metodológica que aquí se presente atiende la normativa chilena. Más aún, este consultor considera que no hay espacio para incorporar el costo de la deuda a la metodología establecida en la normativa vigente como tampoco en la que está en discusión en el Congreso.

Al respecto, el proyecto de ley en discusión en el Congreso menciona cuatro aspectos que deben ser tenidos en cuenta:

1. Tasa de rentabilidad libre de riesgo ( $r_f$ ): La misma “debe corresponder a la tasa interna de retorno promedio ofrecida por el Banco Central de Chile o la Tesorería General de la República para un instrumento reajutable en moneda nacional. La elección del tipo de instrumento y su plazo deberán considerar las características de liquidez, estabilidad y montos transados en el mercado secundario de cada instrumento en los últimos dos años contados desde su mes de cálculo. El período considerado para establecer el promedio corresponderá a seis meses.”
2. Riesgo sistemático ( $\beta$ ): se define como “un valor que mide o estima la variación en los ingresos de una empresa eficiente de distribución de gas con respecto a las fluctuaciones del mercado.”
3. Premio por riesgo de mercado (PRM): se define como “la diferencia entre la rentabilidad de la cartera de inversiones de mercado diversificada y la rentabilidad del instrumento libre de riesgo” que se definida.
4. Factor individual por zona de concesión: debe “reconocer diferencias en las condiciones del mercado en que operan las empresas concesionarias. Este factor individual se determina para cada empresa en cada zona de concesión, según la evaluación de los factores de riesgo asociados a las características de la demanda y las condiciones de explotación que enfrente cada empresa, en la forma que establezca el reglamento. El factor individual por zona de concesión no podrá ser superior a un punto porcentual”

### 7.2 Metodología propuesta

La metodología propuesta toma como base el modelo CAPM con algunas adaptaciones para la realidad chilena:

$$TCC_{Cl}^* = r_{f_{Cl}}^* + \beta_a \cdot (E(RM_{Cl})^* - r_{f_{Cl}}^*) + \lambda$$

Donde:

$TCC_{Cl}^*$  = tasa de costo de capital real

$r_{f_{Cl}}^*$  = tasa de rentabilidad libre de riesgo real para el mercado chileno

$\beta_a$  = riesgo sistemático del activo (beta desapalancado o beta del activo)

$E(RM_{Cl})^*$  = Retorno esperado para el mercado chileno en términos reales

$\lambda$  = factor individual por zona de concesión

#### 7.2.1 Tasa libre de riesgo

Para estimar la tasa de rentabilidad libre de riesgo real para el mercado chileno,  $r_{f_{Cl}}$ , se propone usar el promedio de los seis meses previos de la tasa BCU en UF de 10 años de plazo. Como ya se mostró, esa tasa incluye la tasa libre de riesgo internacional y un componente por riesgo local.

La selección del instrumento de deudas escogido es consistente con el trabajo realizado por Walker ( 2006 ) que establece lo siguiente:

*“De la variedad de instrumentos del estado de Chile disponibles en el mercado, los que son típicamente utilizados como referencia son aquellos emitidos por el Banco Central, debido a la mayor profundidad en sus transacciones. Por lo tanto, como criterio general es recomendable adoptar como tasa libre de riesgo para el cálculo de la tasa de costo de capital la tasa interna de retorno ofrecida por un instrumento reajutable emitido por el Banco Central de Chile de relativo largo plazo. En particular, un buen instrumento de referencia para tasa libre de riesgo es el bono BCU de 10 años plazo”.*

En este sentido, tomando en consideración que, desde la perspectiva de un inversor local, los bonos del Banco Central de Chile pueden considerarse libres de riesgo de default, y dado el nivel de transacciones de los títulos BCU, se considera oportuno emplear dicho título. Además la propuesta de considerar una ventana temporal de seis meses tiene su fundamento en el principio de que los valores recientes de los títulos incorporan la información disponible al momento y descuentan las expectativas futuras.

### 7.2.2 Riesgo sistemático

Para determinar el coeficiente beta, o riesgo sistemático, se propone tomar una referencia internacional para la industria de distribución de gas natural. Como referencia internacional se propone usar las estimaciones de Duff & Phelps en su *Valuation Handbook* de costo de capital para industrias en su versión más reciente que data de marzo de 2016.

Se propone usar el coeficiente beta con el ajuste de Blume desapalancado, el cual es publicado anualmente por Duff & Phelps. Dicho coeficiente es estimado por medio de regresiones con una ventana de 60 meses. El método luego usado para desapalancar es la fórmula de Miles-Ezzell. Este método permite incorporar el costo creciente de la deuda ante mayores niveles de endeudamiento, lo cual constituye una mejora importante en relación a la ecuación de Hamada o a la adaptación de Corine. Es decir, al beta apalancado con el ajuste de Blume se le aplica la fórmula de Miles-Ezzell, la cual incluye los coeficientes beta del *equity* y de la deuda.

Cabe destacar que Duff & Phelps publica dos informaciones relativas a distribuidoras de gas: una para empresas con integración vertical y otra para empresas cuyo giro principal es la distribución de gas, códigos 492<sup>8</sup> y 4924<sup>9</sup>, respectivamente. Bajo el código 492 hay 18 empresas mientras que en el 4924 hay 6. En ambos grupos los valores de los coeficientes beta desapalancados coinciden.

Esta elección se sustenta en la confiabilidad y facilidad para obtener la información en términos de costos que representan los informes de Costo de Capital para Industria que produce esta firma.

---

<sup>8</sup> Gas Production and Distribution.

<sup>9</sup> Natural Gas Distribution

**Tabla 21 – Distribuidoras de gas natural incluidas bajo el código 4921**

Distribuidora	Ventas (USDm)	Total de Activos (USDm)
New Jersey Resources Corp.	2734.0	5290.2
Laclede Group, Inc.	1976.4	5110.8
Piedmont Natural Gas Co.	1371.7	3339.0
Northwest Natural Gas Co.	741.8	3076.7
Gas Natural Inc.	132.6	214.0
RGC Resources, Inc.	68.2	148.1

Fuente: Duff & Phelps, 2016 Valuation Handbook: industry cost of capital

### 7.2.3 Premio por Riesgo de Mercado (PRM)

El PRM se determina como la diferencia entre el retorno esperado para el mercado chileno en términos reales  $E(RM_{Cl})$  y la tasa libre de riesgo también para ese mercado ( $r_{f_{Cl}}$ ).

La  $r_{f_{Cl}}$  corresponde a la definida en el ítem 7.2.1. Para  $E(RM_{Cl})$  se propone el siguiente procedimiento:

1. En primer lugar se determina el “riesgo comercial” de hacer negocios en Chile. Para ello se estima el coeficiente beta país,  $\beta_{Cl}$ , que mide la relación entre la bolsa del mercado de Santiago, libre de la tasa libre de riesgo, y el mercado de Nueva York, también libre de la tasa de riesgo. Ese coeficiente fue estimado por este consultor en el rango (1.035-1.09)
2. Se estima la tasa nominal esperada de retorno del mercado chileno como:  $E(RM_{Cl}) = (1 - \beta_{Cl}) \cdot r_{f_{US}} + \beta_{Cl} \cdot E(RM_{US})$ , valor que, con las estimaciones del consultor, tiende a 1.035.  $E(RM_{US})$  o 1.09.  $E(RM_{US})$ , dependiendo de la forma de estimación.
3. Para proyectar el valor esperado del retorno del mercado se propone considerar el promedio simple de los últimos 30 años en el mercado de Nueva York, según el índice Standard & Poor o el índice publicado por Ibbotson. Otra posibilidad es realizar un promedio con pesos diferentes para cada año, similar al criterio de amortización “COLE” creciente. Según este criterio los pesos de cada año surge de la siguiente forma:

Ventana de tiempo: 30 años

Suma de años:  $\sum_{t=1}^n t = 465$

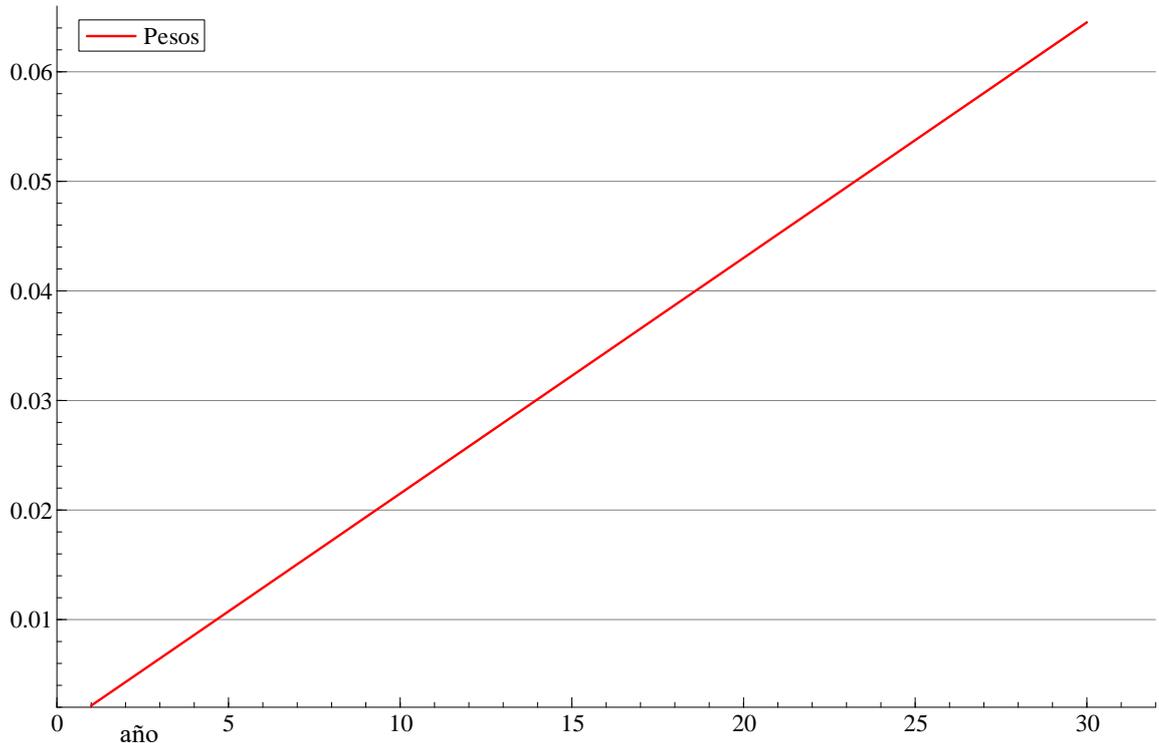
Peso para el año  $t=30 = \frac{1}{465}$

Peso para el año  $t=1 = \frac{30}{465}$

$E(RM_{US}) = \sum_{t=1}^{30} \theta_t \cdot RM_{US_t}$  donde  $\theta_t = \frac{t}{\sum_{t=1}^n t}$  y  $RM_{US_t}$  es el retorno del mercado de los Estados Unidos.

Según este criterio, y para un horizonte temporal de 30 años se tiene que los cinco años más recientes, en conjunto, tienen un peso de 30.1%, en tanto que los cinco años más alejados en el tiempo tienen una ponderación de sólo 3.2% (Figura 9).

Figura 9 – Pesos para un promedio ponderado creciente



4. Como el valor estimado en el punto anterior ya es el valor nominal que arbitra para un inversor internacional el mercado chileno, solo resta el ajuste por inflación:  $E(RM_{Cl})^* = \frac{E(RM_{Cl}) - E(\pi^p)}{1 + E(\pi^p)}$ , donde

Donde:

$E(RM_{Cl})^*$  = retorno esperado real para el mercado chileno

$E(\pi^p)$  = inflación esperada en el mercado de referencia, estimada como el promedio de los seis meses previos entre las diferencias de las tasas del Tesoro de los Estados Unidos nominales y ajustadas por inflación<sup>10</sup>. Finalmente el PRM en términos reales es  $PRM_{Cl}^* = E(RM_{Cl})^* - r_{f,Cl}^*$

La propuesta de utilizar una ventana temporal de 30 años se debe a las consideraciones de Duff & Phelps detalladas en el punto 3.2. Así, se considera que un período de 30 años es suficiente como para no estar influido de forma significativa por shocks coyunturales,

<sup>10</sup> Nótese que la fórmula empleada se deriva de  $Ti_{real} = \frac{1 + Ti_{nominal}}{1 + \pi} - 1$  lo que es igual a

$$Ti_{real} = \frac{Ti_{nominal} - \pi}{1 + \pi}$$

pero a la vez proporciona información relevante sobre la historia reciente. No obstante, las diferencias entre la ventana de 30 años y las más largas es menor a un punto porcentual.

#### 7.2.4 Factor individual por zona de concesión

Dado que el factor individual por zona de concesión tiene por finalidad reconocer diferencias en las condiciones del mercado en que opera cada empresa concesionaria de gas (factores de riesgo asociado a la demanda y condiciones de explotación que enfrente cada empresa) y que dicho riesgo se determinará en la forma que establezca un reglamento, el Consultor ha optado por no incluirlo en sus valores propuestos.

#### 7.2.5 Ventajas de la metodología propuesta

La metodología propuesta cuenta con una serie de ventajas:

1. Cumple cabalmente con la normativa vigente y con la que está en discusión en el Congreso.
2. Consistente con sustento teórico
3. Sencillez y fácil replicación.
4. Información requerida es de fácil acceso. Con poca información explica mucho.

## 8 RESULTADOS

### 8.1 Tasa libre de riesgo

Considerando el período de seis meses comprendido entre abril 2016 y septiembre 2016, se arriba a una tasa promedio de 1.4% real anual.

### 8.2 Riesgo sistemático

El valor del coeficiente beta para la industria de distribución de gas natural estimado por Duff & Phelps es de 0.5, considerando el ajuste de Blume, además de desapalancar el coeficiente beta apalancado por la fórmula de de Miles, J.A. y Ezzell.

### 8.3 Premio por Riesgo de Mercado (PRM)

Aplicando la metodología propuesta en la sección anterior, el retorno de mercado de los Estados Unidos para los últimos 30 años genera un valor de 11.83% promedio, si alternativamente se determina este promedio por el método COLE creciente el retorno del mercado resulta en 10.27%. Estos valores, afectados por un coeficiente beta país de 1.035, genera retornos esperados para Chile de 12.2% y 10.6 para las metodologías de promedio aritmético y COLE creciente, respectivamente.

Para obtener la tasa de retorno real esperada, hay que descontar la inflación esperada. Con base en la metodología propuesta, la proyección de la tasa de inflación de Estados Unidos arroja un valor de 1.52% para el período abril 2016 a septiembre 2016.

Combinando el retorno nominal esperado con la inflación esperada se obtiene que el retorno esperado del mercado en Chile, en términos reales, es 10.6% y 9% para las metodologías de media aritmética y COLE creciente, respectivamente.

Dado que la metodología de COLE creciente no ha sido aplicada, al menos que este consultor tenga conocimiento, por agencias reguladoras, propone usar la media aritmética de los últimos 30 años: 10.6% real.

Descontando la tasa libre de riesgo real, el PRM, con los valores adoptados queda en 9.2% real.

Una alternativa a la estimación anterior consiste en aplicar el coeficiente beta país de 1.091, que surge de la regresión de un modelo con rezagos y es determinado por la suma de los coeficientes

de la variable SP&500 rezagada. Con dicho coeficiente beta, el retorno esperado del mercado, en valores reales es de 11.2%, descontando la tasa libre de riesgo, se arriba a una PRM real de 9.8%. No obstante, este consultor no tiene conocimiento del uso con fines regulatorios del beta país estimado como la suma de los rezagos (*sum beta*).

#### 8.4 Tasa de Costo de Capital

El costo de capital real, conforme la metodología antes descrita y con los supuestos adoptados, se determina en un rango de 5.98%-6.31%. Dado que la normativa establece que el valor mínimo de la tasa de costo de capital es 6%, entonces el rango propuesto es 6.00%-6.31%. Como el esquema regulatorio chileno para la distribución de gas por redes es del tipo de “regulación blanca”, es decir, la tasa de costo de capital no se usa para determinar tarifas, sino que es una referencia a la hora de comparar las rentabilidades de las distribuidoras, sugerimos usar el valor menor del rango estimado.

Cabe notar también que, como no era parte de los Términos de Referencia, este consultor no desarrolló el factor individual por zona de concesión, que consta en el proyecto de ley en discusión en el Congreso, por lo que es posible que una empresa tenga más de una tasa de costo de capital, ya que ese factor se va a determinar para cada zona de concesión.

**Tabla 22 – Tasa de Costo de Capital Real**

Componente	Sigla	Con Beta País	Con Beta "Suma"
Tasa Libre de Riesgo	Rf	1.4%	1.4%
Rendimiento Mercado (SP500)	Rm	11.8%	11.8%
Beta país	BCI	1.035	1.091
Retorno Esperado Mercado Chile	E(RMCI)	12.2%	12.9%
Inflación USA	Inf_USA	1.5%	1.5%
Retorno Esperado Mercado Chile real	E(RMCI)_r	10.6%	11.2%
Beta Activos	B_unlev	0.50	0.50
<b>Premio por Riesgo Negocio</b>	<b>B_unlev*(E(RMCI)_r)-Rf)</b>	<b>4.6%</b>	<b>4.9%</b>
Premio por Tamaño	Pt	0.00%	0.00%
Tasa Libre de Riesgo	Rf	1.40%	1.40%
<b>Tasa Costo Capital Real</b>	<b>TCC_r</b>	<b>5.98%</b>	<b>6.31%</b>

A los fines de poder replicar los resultados obtenidos y expuestos en la tabla anterior, la tabla siguiente resume los valores, fuentes y criterios adoptados para cada una de las variables involucradas en el análisis realizado.

**Tabla 23 – Fuentes de datos**

Variable	Valor	Ventana	Método	Fuente	Link
Tasa Libre de Riesgo	1.40%	Abr 2016- Sep 2016	Media Aritmética	Base de estadísticas del Banco Central de Chile	<a href="http://si3.bcentral.cl/Boletin/se-cure/boletin.aspx?idCanasta=1MRMW2951">http://si3.bcentral.cl/Boletin/se-cure/boletin.aspx?idCanasta=1MRMW2951</a>
Rendimiento Mercado (SP500)	11.83%	1986-2015	Media Aritmética	2013-2016: Duff and Phelps 2016, SBBI Year Book.	
Beta País	1.035 - 1.09	Ene 2006 - Dic 2015	Estimación con enfoque estructural (Filtro de Kalman)	Elaboración propia con base a datos bursátiles domésticos (IGPA) y de Estados Unidos (SP500)	<a href="http://www.bolsadesantiago.com/mercado/Paginas/detalleindiccesbursatiles.aspx?indice=IGPA&amp;DIVIDENDO=S">http://www.bolsadesantiago.com/mercado/Paginas/detalleindiccesbursatiles.aspx?indice=IGPA&amp;DIVIDENDO=S</a>
Inflación USA	1.52%	Abr 2016- Sep 2016	Diferencia Tbons 10 Y, con ajuste por inflación vs sin ajuste	Reserva Federal de los Estados Unidos	<a href="https://www.federalreserve.gov/releases/h15/">https://www.federalreserve.gov/releases/h15/</a>
Beta de los Activos	0.50	60 meses	Regresión, con ajuste de Blume, desapalancado con la fórmula de Miles-Ezzell	Duff and Phelps 2016, SBBI Year Book.	

## 9 REFERENCIAS

- Asgharian, H. y Hansson, B., 2010, “Book-to-market and size effects: compensations for risks or outcomes of market inefficiencies?”, *European Journal of Finance*, 2010, vol. 16, issue 2, pages 119-136
- Australia Energy Regulator, 2009, “Electricity transmission and distribution network service providers. Review of the weighted average cost of capital (WACC) parameters”, *Final decision document*.
- Banz, R.W. 1981, “The Relationship between Return and Market Value of Common Stocks”, *Journal of Financial Economics* 9 (1981): 3-18.
- Barad, M. W., 2009, “Size Matters: How to Apply Size Premium Metrics When Size-Based Category Breakpoints Overlap”, *The Value Examiner*, Nov/Dec.
- Blume, M.E., 1971, “On the Assessment of Risk”, *Journal of Finance*, vol. 26, Issue 1: 1-10
- Boyle, G., Evans, L., y Guthrie, G., 2006, “Estimating the WACC in a Regulatory setting: an assessment of Dr Martin Lally’s paper The Weighted Average Costs of Capital for Electricity Lines Businesses”, New Zealand Institute for the Study of Competition and Regulation.
- Ceballos, L., y Romero, D., 2015, ‘Decomposing Long-Term Interest Rates: an International Comparison’, *Documento de Trabajo* N° 767, Banco Central de Chile.
- CEPA, 2014, “Response to the equity market return consultation by Ofgem for RII0”, *Report prepared for Centrica*, disponible en [www.ofgem.gov.uk](http://www.ofgem.gov.uk)
- Clare, A. y Kaplan, P., 1999, Calculating the Cost of Capital for Latin American Capital Markets Using a Globally Nested CAPM, Ibbotson Associates.
- Cohen, R. D., 2007, “Incorporating Default Risk into Hamada’s Equation for Application to Capital Structure”, *MPRA Paper* N° 3190, <http://mpra.ub.uni-muenchen.de/3190/>,
- Copeland, T., y Weston, J.F., 1992, *Financial Theory and Corporate Policy*, Addison Wesley.
- CREG, 2015, Resoluciones CREG 095/2015 y 096/2015, disponible en [www.creg.gov.co](http://www.creg.gov.co)
- Damodaran, A., 2011, “Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2011 Edition”, Stern School of Business.

- Dimson, E., Marsh, P., y Wilmot, J., 2016, *Credit Suisse Global Investment Returns Yearbook 2016*, disponible en <https://www.credit-suisse.com/us/en/about-us/media/news/articles/media-releases/2016/02/en/credit-suisse-global-investment-returns-yearbook-2016.html>
- Duff & Phelps, 2014, *2014 Valuation Handbook: Guide to Cost of Capital*, Duff & Phelps, LLC, Chicago.
- Erb, C.B., Harvey, C.R., y Viskanta, T.E., 1995, "Country Risk and Global Equity Selection", *The Journal of Portfolio Management*, Winter 1995.
- Fan, X. y Liu, M., 2008, "Sorting, Firm Characteristics, and Time-varying Risk: An Econometric Analysis", *Journal of Financial Econometrics*, 2008, vol. 6, issue 1, pages 49-86.
- Fernández, P., 2011, "WACC: definition, misconceptions and errors", Working papers WP-914, IESE Business School, Universidad de Navarra.
- Franzini, L. y A. C. Harvey, 1983, "Testing for Deterministic Trend and Seasonal Components in Time Series Models", *Biometrika*, 70, 3: 673-82.
- Godfrey, S. y R. Espinosa, 1996, "A Practical Approach to Calculating the Costs of Equities for Investments in Emerging Markets", *Journal of Applied Corporate Finance* (Fall), 80-89.
- Grabowski, R. J. y King, D., 2000, "New Evidence on Size Effects and Equity Returns", *Business Valuation Review*, March 2000
- Grout, P. A., y Zalewska, A., 2006, "The Impact of Regulation on market risk", *Journal of Financial Economics* 80 (2006): 149-184
- Hamada, R.S., 1972, "The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks," *The Journal of Finance*, 27(2):435-452.
- Harvey, A. C., 1981, *Time Series Models*, Philip Allan, Oxford.
- Harvey, A.C, 1989, *Forecasting, Structural Time Series Models and the Kalman filter*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Harvey, C. R., 1991, "The World Price of Covariance Risk", *Journal of Finance* 46: 111-158
- Helm, D., 2009, "Utility regulation, the RAB and the cost of capital", [www.dieterhelm.co.uk](http://www.dieterhelm.co.uk).
- Ibbotson, 2008, International Cost of Capital Module.
- Imrecon and ECA, 2012, "RIIO reviews: Financeability study", *Report submitted to Ofgem*
- Markowitz, H.M., 1952,. "Portfolio Selection". *The Journal of Finance* 7 (1): 77-91.
- Markowitz, H.M., 2005. "Market Efficiency: A Theoretical Distinction hand So What?". *Financial Analysts Journal* 61 (5): 17-30.
- Marston, F., y Harris, R.S., 1993, "Risk and return; A Revisit Using Expected Returns", *Financial Review* 28, Issue 1: 117-137
- Miles, J.A. y Ezzell, J. R., 1980, "The Weighted Average Cost of Capital, Perfect Capital Markets and Project Life: a Clarification", *Journal of Financial and Quantitative Analysis*: 719-730
- Modigliani, F. y Miller M., 1959. "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment: Reply". *The American Economic Review* Vol. 49, No. 4 (Sep., 1959), pp. 655-669.
- Ofgem, 2014, "Equity market return", *Consultation on methodology*, disponible en [www.ofgem.gov.uk](http://www.ofgem.gov.uk)
- Ofgem, 2014, "Decision on our methodology for assessing the equity market return for the purpose of setting RIIO-ED1 price controls", *Decision document*, Feb. 2014
- Ofgem, 2009, "Electricity Distribution Price Control Review Final Proposals - Allowed Revenues



and Financial Issues”, *Final Proposals*.

- Popper, K., 1994, “Models, instruments, and truth: The status of the rationality principle in the social sciences” In *The myth of the framework: In defense of science and rationality*. Karl R. Popper, (edited by M. A. Notturmo)., capítulo 2, New York: Routledge
- Sharpe, W F, 1964, “Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk”. *Journal of Finance* vol. 19, issue 3, pages 425-442
- Stulz, R., 1999, ‘Globalization, Corporate Finance, and the Cost of Capital”, *Journal of Applied Corporate Finance* Vol. 12. 3: 7-26.
- Solnik, B H, 1974, “The International Pricing of Risk: An Empirical Investigation of the World Capital Market Structure”, *Journal of Finance* vol. 29, issue 2, pages 365-78
- Walker, E., 2006,, “Metodología de Cálculo para la Tasa de Costo de Capital en Sectores Regulados: Aplicación a la Industria de Distribución de Gas”, *Informe de Consultoría* para la Comisión Nacional de Energía (CNE).
- Wright, S., R. Mason, y D. Miles, 2003, “A Study into Certain Aspects of the Cost of Capital for Regulated in the UK”. Report on behalf of Smithers & Co Ltd, disponible en [www.ofgem.gov.uk](http://www.ofgem.gov.uk).

## 10 APÉNDICE 1: RESUMEN DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL ANALIZADA

Tabla 24 – Resumen de la Experiencia Internacional Analizada

Concepto	OFGEM-UK	AUSTRALIA	Brasil (São Paulo) 2009	Brasil (São Paulo) 20092	Colombia	España	México	Países Bajos
<b>Metodología General</b>	WACC-CAPM. Considera que las empresas pueden financiarse eficientemente con capital propio y con deuda	WACC-CAPM	WACC-CAPM	WACC-CAPM	WACC-CAPM	WACC-CAPM Separa las actividades de Transporte de las de Distribución. Considera que distribución de energía eléctrica y de gas tienen riesgos semejantes	CAPM Se fija un esquema anual de ajuste de los parámetros del CAPM	WACC Real después de impuestos
<b>Costo de la Deuda</b>	Se debe basar en promedios simples históricos de largo plazo (10 años) Incluye mecanismos de ajustes anuales (Índice Iboxx) Los instrumentos financieros son bonos a 10 años	Aproximado por la tasa libre de riesgo más el riesgo de crédito	Suma de: Tasa libre de riesgo Riesgo País Spread Corporativo	Suma de: Tasa libre de riesgo Riesgo País Spread Corporativo	Título: Bonos de créditos comerciales preferenciales a más de 5 años Método: promedio aritmético Valor: 8.25%	Suma de: Interest Rate Swap (IRS) del euro a 10 años (promedio de los últimos tres meses) Credit Default Swap (CDS) a 10 años para empresas europeas Valor = 3.55%		Tasa Libre más Riesgo de Crédito. Valor = 4.3% - 5.1%
<b>Costo del Equity</b>	Se aplica el enfoque de CAPM El rango especificado es 6% - 7.2%	Estimado por el enfoque de CAPM	Estimado por el enfoque de CAPM Country Spread Model. 13.44% n.d.i.	Estimado por el enfoque de CAPM Country Spread Model. 13.98% n.d.i.	Enfoque CAPM en USD Luego se convierte en \$COL a través de la tasa de Swap	Tasa libre de riesgo, más Premio por riesgo de mercado Valor= 7.57%	Estimado por el enfoque de CAPM Country Spread Model	Estimado con el Enfoque de CAPM
<b>Apalancamiento</b>	Aplicó el criterio de <b>Notional Gearing</b> , que fija el nivel de apalancamiento en función de los planes de negocio de las empresas	El Valor propuesto es D/V 60%, surge de tres fuentes: 1- Balances de las empresas 2- Bloomberg 62.4% 3- Standard & Poor 65.4%	Se realizó un benchmarking internacional y se comparó con la evolución de la estructura de Comgas. Se determinó un criterio conservador D/V 0.45.	Se analizó evolución de la estructura de Comgas. Se determinó un valor objetivo D/V 0.55.	Objetivo de estructura financiera óptima D/V 0.4	Apalancamiento promedio para una serie de empresas europeas con cierta calificación crediticia. Valor D/V = 0.37		Criterio Objetivo de política financiera Valor D/V = 0.6
<b>Tasa Libre</b>	Promedio aritmético de diez años de los rendimientos 10 Y ILG	Instrumento considerado: Bonos a 10 años del Commonwealth Metodología: promedio de los 40 días previos al estudio	Instrumento considerado: Bonos de USA T-Bond 10Y Metodología: Promedio aritmético sept 2008 a dic 2008. Valor: 3.38%	Instrumento considerado: Bonos de USA T-Bond 10Y Metodología: Promedio aritmético 1994 - 2013 Valor: 5.93%	Instrumento considerado: Bonos de USA T-Bond 10Y Valor: 2.22%	Título: Bonos soberanos de España Vencimiento: 10 años Método: promedio aritmético 3 meses Valor=4.43%	Título: Bonos del Tesoro de USA Vencimiento: 30 años Método: promedio indivi 30 años Valor= 6.89% (2012)	Título: Bonos soberanos domésticos Vencimiento: 10 años Método: promedio aritmético 5 años Valor=3.7% - 4.3%
<b>Premio Riesgo de Mercado</b>	Estimado a partir del promedio de histórico de rendimientos empresas Europeas. Verificado con estimaciones de England Bank	Estimado en 6.5%	Serie: SP 500 (1928-2006) Metodología: Promedio de los valores estimados por Damodaran e Ibbotson Valor: 7.66%	Serie: SP 500 (1984-2013) Metodología: Promedio de los valores estimados por Damodaran e Ibbotson Valor: 6.77%	Serie: SP 500 (1928-2015) Metodología: Promedio de los valores estimados por Damodaran Valor: 6.25%	Mercado: Empresas de 16 países europeos, consistente con el Dow Jones STOXX Total Market Index (empleado para el cálculo del beta). Metodología: Promedio simple 1900-2005. Se basa en el Estudio de Dimson, Marsh y Staunton (2006) Valor 5.53%	Serie: SP 500 (30 años) Metodología: Promedio aritmético Valor: 5.72% (2012)	Enfoque histórico. Valor = 4% - 6%
<b>Beta Apalancado</b>	Se determinó un rango de 0.9-0.95 consistente con la estimación anterior SDCOR	Se consideró un valor de 0.8 Los resultados de la regresión dan 0.41-0.66. Por cautela después de la crisis de 2008 se optó por mantener el Beta en 0.8	Se consideró el Beta Apalancado de UK (Ofgem 2005-2010)=1 Se desapalancó por la estructura de deuda de UK D/V=0.625 Se reapalancó por la estructura de Comgas Valor Final B=0.71	Se consideró el Beta Apalancado de UK (Ofgem 2005-2010)=1 Se desapalancó por la estructura de deuda de UK D/V=0.625 Se reapalancó por la estructura de Comgas Valor Final B=0.71	Beta reapalancado con Ecuación de Hamada valor Promedio 0.65 (diferentes Tx)	Se determina a partir de la regresión de rendimientos de utilities europeas que cotizan en el Índice Dow Jones STOXX Total Market Utilities Observaciones semanales para un periodo de 2 años. Límites para el B, B<-1 y B=+ de empresas de Transporte Beta desapalanc = 0.4, Beta apalancada = 0.57	Se determina a partir del mercado de USA (Regresión con datos de 5 años) Se desapalanca por la estructura de cada empresa Se calcula el promedio, y se aplica el ajuste de Blume Se incluye una prima de 0.2 por Riesgo Regulatorio Se reapalanca Valor 0.64	Se determina a partir de empresas europeas y de USA Serie diaria, horizonte de dos años Se incluye ajuste de Vasicek Se reapalanca Valor = 0.58 - 0.8
<b>Ajustes al Beta</b>		No los considera pues se agan al alza el coeficiente	No considera ya que el Beta fue tomado de un país con esquema regulatorio de Price-cap (UK) Spread calificación Bb- vs Bbb	No considera ya que el Beta fue tomado de un país con esquema regulatorio de Price-cap (UK) Spread calificación Bb- vs Bbb	No se aplica	No se aplica	Aplica el Ajuste de Blume	Aplica Ajuste de Vasicek
<b>Riesgo de Crédito</b>		Spread de la Calificación BBB+	Período nov 2008 - feb 2009 valor: 4.43%	Período 1999-2013 valor: 2%		Credit Default Swap (CDS) a 10 años, disponible para los mismos agentes considerados en la determinación del beta Valor 0.52%		Rendimiento histórico de bonos con calificación A- Valor= 60 a 80 pb.
<b>Riesgo País</b>			Fuente: Serie EMBI+ Metodología: Promedio oct 2007 - ene 2008 valor: 4.63%	Fuente: Serie EMBI+ Metodología: mediana 1999-2013 valor: 3.32%	Diferencia de los rendimientos de bonos de Colombia en dólares y bonos de los Estados Unidos Valor: 1.48%			
<b>Premio por Tamaño</b>				Diferencia de Spread entre empresas baja capitalización y de alta capitalización. Fuente: promedio aritmético SIC 4924 (distribución Gas Natural) para el periodo 2005-2012 Se aplica a las empresas GED y GNSPS, Valor 1.32				
<b>Riesgo Regulatorio</b>					Se identifican riesgos particulares y se ajusta como un componente adicional valor 2.54%			