



estudios energéticos consultores.
GRUPO MERCADOS ENERGÉTICOS CONSULTORES

Metodología de cálculo para la tasa de descuento de una empresa eficiente de transmisión eléctrica y para la tasa de costo de capital de la industria de distribución de gas de red

Informe Final

Preparada para



8 de Agosto - 2021

R 1099 - 21

Tabla de contenido

1	OBJETIVOS Y ALCANCE DEL INFORME	7
2	REVISIÓN DE LA LITERATURA ESPECIALIZADA.....	8
2.1	EL MARCO NORMATIVO DE CHILE.....	9
2.2	ESPECIFICACIÓN DEL MODELO CHILENO - ADAPTACIÓN DEL CAPM COMO UNA WACC.....	11
2.3	LA TASA LIBRE DE RIESGO	13
2.4	LA ESTIMACIÓN DEL PREMIO POR EL RIESGO DE MERCADO	14
2.5	LA ESTIMACIÓN DEL RIESGO SISTEMÁTICO (COEFICIENTE BETA)	18
2.5.1	<i>Beta del Activo vs Beta del Equity.....</i>	<i>18</i>
2.5.1.1	Metodología de Hamada	19
2.5.1.2	Metodología de Miles-Ezzell para desapalancar betas	20
2.5.2	<i>El ajuste de Blume.....</i>	<i>21</i>
2.5.3	<i>El ajuste de Vasicek.....</i>	<i>22</i>
2.5.4	<i>Ajuste por diferencias en el esquema regulatorio</i>	<i>22</i>
2.5.5	<i>Estimación del coeficiente beta.....</i>	<i>23</i>
2.6	LA DISCUSIÓN SOBRE EL PREMIO POR TAMAÑO	24
2.7	LA ADAPTACIÓN DEL CAPM PARA LOS PAÍSES EMERGENTES O EN DESARROLLO	27
2.7.1	<i>Modelo de calificación del riesgo país (CCR).....</i>	<i>27</i>
2.7.2	<i>Modelo de Goldman Sachs o de spread de crédito del país (country yield spread model)</i>	<i>29</i>
2.7.3	<i>Modelo de Godfrey and Espinosa</i>	<i>30</i>
2.7.4	<i>El enfoque de Ibbotson.....</i>	<i>31</i>
2.7.5	<i>Modelo CAPM Global: la estimación de un 'beta país' para países emergentes.....</i>	<i>31</i>
2.7.6	<i>El enfoque de modelos anidados de Clare y Kaplan (Globally Nested CAPM).....</i>	<i>32</i>
2.7.7	<i>El enfoque de Damodaran.....</i>	<i>33</i>
2.7.8	<i>Riesgo soberano versus riesgo país</i>	<i>35</i>
2.7.9	<i>Fortalezas y debilidades de los modelos analizados</i>	<i>36</i>
2.8	SERIES EN TÉRMINOS REALES VERSUS NOMINALES	37
2.9	PREMIO POR RIESGO DE MERCADO EN MONEDA EXTRANJERA O LOCAL	38
2.10	EL IMPACTO DE LA PANDEMIA POR COVID-19 EN EL COSTO DE CAPITAL	39
3	ANÁLISIS DE LAS ESTIMACIONES DE TASA DE COSTO DE CAPITAL REALIZADAS EN CHILE	40
3.1	DISTRIBUCIÓN DE GAS DE RED	40
3.1.1	<i>Análisis del Estudio realizado por Estudios Energéticos Consultores, 2016.....</i>	<i>40</i>
3.1.1.1	Metodología propuesta	40
3.1.1.2	Resultados	41
3.1.1.3	Consideraciones sobre el Estudio Analizado	42
3.1.2	<i>Informe Técnico Preliminar, 2017</i>	<i>42</i>
3.1.3	<i>Gas de Red – Revisión de las observaciones</i>	<i>43</i>
3.1.3.1	Tasa Libre de Riesgo	43
3.1.3.2	Premio Riesgo de Mercado	43
3.1.3.3	Coeficiente Riesgo Sistemático	43
3.1.3.4	Consideraciones Respecto de las Observaciones	44
3.1.4	<i>Gas de Red – Discrepancias.....</i>	<i>45</i>
3.2	TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA	45
3.2.1	<i>Análisis del Estudio realizado por Bonilla y Asociados, 2017</i>	<i>46</i>
3.2.1.1	Metodología propuesta	46
3.2.1.2	Consideraciones sobre el Estudio Analizado	48
3.2.2	<i>Informe Técnico Preliminar, 2017.....</i>	<i>49</i>
3.2.3	<i>Transmisión Eléctrica – Revisión de las observaciones</i>	<i>49</i>
3.2.3.1	Transmisión Eléctrica – Principales observaciones a la metodología.....	49
3.2.3.2	Consideraciones Respecto de las Observaciones	51

3.2.4	Transmisión Eléctrica – Discrepancias.....	51
3.3	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	52
3.3.1	Análisis del Estudio realizado por Le Fort Economistas y Asociados Ltda, 2019.....	52
3.3.1.1	Metodología Propuesta	52
3.3.1.2	Consideraciones sobre el estudio analizado	55
3.3.2	Informe Técnico Preliminar, 2020.....	55
3.3.3	Distribución Eléctrica – Revisión de las observaciones y discrepancias.....	56
4	ANÁLISIS DE REFERENCIAMIENTO INTERNACIONAL SOBRE METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL PARA EMPRESAS REGULADAS	56
4.1	GRAN BRETAÑA - LA EXPERIENCIA RECIENTE DE LA OFGEM.....	57
4.1.1	RIIO-1.....	57
4.1.2	RIIO-2.....	60
4.2	ESTADOS UNIDOS - LA EXPERIENCIA RECIENTE DE LA FERC	61
4.2.1	Metodología de DCF para el cálculo del ROE - Opinión 531-B 2015.....	62
4.2.2	El proceso de determinación de ROE aplicado por FERC.....	63
4.2.2.1	Conformación de un grupo de empresas comparables	63
4.2.2.2	Definición del modelo de DCF.....	63
4.2.2.3	Test de razonabilidad económica – exclusión de outliers	64
4.2.2.4	Ubicación del ROE dentro de la zona de razonabilidad.....	64
4.2.2.5	Metodologías alternativas para determinar la adecuada tasa de rentabilidad	64
4.2.3	Aspectos cuestionados del método de DCF.....	64
4.2.4	Regulación del transporte de crudo por ductos.....	65
4.2.5	Resultados Recientes: Orden 569.....	67
4.3	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE AUSTRALIA.....	69
4.4	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE NUEVA ZELANDA	70
4.5	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE LOS PAÍSES BAJOS	72
4.6	EXPERIENCIA RECIENTE DE BRASIL (ANEEL).....	75
4.6.1	Distribución de Energía Eléctrica.....	75
4.6.2	Transmisión de Energía Eléctrica	79
4.6.3	Nueva Metodología Tasa WACC Electricidad.....	80
4.6.4	Tasa de Costo de Capital Distribución de Gas Natural	81
4.6.4.1	Costo del Capital Propio	81
4.6.4.2	Costo de la Deuda	82
4.6.4.3	Ratio de Apalancamiento.....	83
4.6.4.4	Resultados	83
4.7	LA EXPERIENCIA RECIENTE DE COLOMBIA	84
4.7.1	Distribución de Energía Eléctrica.....	86
4.7.2	Distribución de Gas por Redes	89
4.7.3	Resumen y observaciones sobre la metodología vigente.....	90
4.7.4	Nueva propuesta metodológica Resolución CREG 004/2021.....	91
4.8	LA EXPERIENCIA DE PERÚ	93
4.8.1	Procedimiento y cálculo de la tasa de actualización a través de CAPM (E)-WACC.....	93
4.8.2	Procedimiento y cálculo de la tasa de actualización a través de CAPM puro-WACC.....	96
5	METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA TASA DE DESCUENTO	97
5.1	ENFOQUE METODOLÓGICO GENERAL	97
5.1.1	Especificación General del Modelo.....	97
5.1.2	Tasa Libre de Riesgo	98
5.1.2.1	Marco Normativo.	98
5.1.2.2	Criterios de selección del tipo de instrumento.....	98
5.1.2.3	Base de Datos y Cálculo de la tasa libre de riesgo	99
5.2	PREMIO POR RIESGO DE MERCADO	99
5.2.1	CAPM Global	100
5.2.2	Enfoque de Damodaran.....	101

5.2.3	<i>Enfoque de Spread Soberano de Goldman Sachs</i>	101
5.2.4	<i>Enfoque de la clasificación de riesgo país de Erb, Harvey and Viskanta (EHV)</i>	102
5.3	RIESGO SISTEMÁTICO	102
6	CÁLCULO DE LA TASA DE DESCUENTO	103
6.1	TASA LIBRE DE RIESGO	103
6.1.1	<i>Base de Datos</i>	104
6.1.2	<i>Criterios de liquidez, estabilidad y representación</i>	105
6.1.2.1	Liquidez	105
6.1.2.2	Representatividad	105
6.1.2.3	Estabilidad	106
6.1.3	<i>Tasas libres de riesgo</i>	106
6.2	PREMIO POR RIESGO DE MERCADO	106
6.2.1	<i>Enfoque de Damodaran</i>	107
6.2.2	<i>Enfoque de Spread Soberano de Goldman Sachs</i>	108
6.2.3	<i>Enfoque de la clasificación de riesgo país de Erb, Harvey and Viskanta (EHV)</i>	108
6.2.4	CAPM Global	109
6.2.5	<i>Premio por Riesgo de Mercado</i>	110
6.3	RIESGO SISTEMÁTICO	111
6.3.1	<i>Distribución de Gas Natural</i>	111
6.3.1.1	Muestra representativa de empresas.....	111
6.3.1.2	Filtro Presencia Bursátil	111
6.3.1.3	Estimación del Coeficiente Beta	111
6.3.2	<i>Transmisión de Energía Eléctrica</i>	112
6.3.2.1	Muestra representativa de empresas.....	112
6.3.2.2	Filtro Presencia Bursátil	112
6.3.2.3	Filtro Actividad Principal	112
6.3.2.4	Estimación del Coeficiente Beta	113
6.4	TASA DE COSTO DE CAPITAL	114
6.5	TASA DE COSTO DE CAPITAL ESCENARIO ALTERNATIVO	114
7	CONSIDERACIONES FINALES	115
8	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
9	ANEXO1 – RESUMEN BENCHMARKING INTERNACIONAL	120

Índice de Tablas

TABLA 1 – LÍMITES INFERIOR Y SUPERIOR PARA LAS TASAS DE DESCUENTO (COSTO DE CAPITAL).....	11
TABLA 2 – PRM ESPERADO CON BASE A ENCUESTAS.....	14
TABLA 3 – PRM ESPERADO CON BASE A ENCUESTAS (DESVÍO ESTÁNDAR).....	14
TABLA 4 – RENDIMIENTO SP 500 Y TASA LIBRE DE RIESGO	15
TABLA 5 – PREMIO POR RIESGO DE MERCADO HISTÓRICO	15
TABLA 6 – COEFICIENTES AJUSTE BLUME	22
TABLA 7- RENDIMIENTO POR DECIL Y POR CAPITALIZACIÓN.....	25
TABLA 8 – MODELO CCR (ERB ET AL., 1995B) (ERB ET AL., 1995A) DESDE LA PERSPECTIVA DE UN INVERSOR DE EE:UU.....	29
TABLA 9 – LA ESTIMACIÓN DEL PREMIO POR RIESGO PAÍS SEGÚN DAMODARAN (2019).....	35
TABLA 10 – MATRIZ DE FORTALEZAS Y DEBILIDADES DE LOS MODELOS DE CAPM.....	36
TABLA 11 – PREMIO RIESGO DE MERCADO.....	47
TABLA 12 – PREMIO RIESGO DE MERCADO DISTRIBUCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA.....	54
TABLA 13 – TASA DE COSTO DE CAPITAL DIST. ENERGÍA ELÉCTRICA	55
TABLA 14 – REINO UNIDO: COSTO DE LA DEUDA, CRITERIOS ANALIZADOS POR LA OFGEM PARA DECIDIR EL ÍNDICE A UTILIZAR.....	58
TABLA 15 – REINO UNIDO: COSTO DE CAPITAL, VALORES RECOMENDADOS POR LA UNIÓN EUROPEA Y CONSULTORAS.....	58
TABLA 16 – REINO UNIDO: COSTO DE CAPITAL, VALORES DETERMINADOS POR LA OFGEM EN REVISIONES TARIFARIAS RECIENTES DE ELECTRICIDAD Y GAS	58
TABLA 17 – PROPUESTA DE RANGO DE COSTO DE CAPITAL REAL SEGÚN CEPA.....	61
TABLA 18 – ESTADOS UNIDOS: RESULTADOS ORDEN 569.....	68
TABLA 19 – AUSTRALIA: PARÁMETROS COSTO DE CAPITAL	70
TABLA 20 – NUEVA ZELANDA: PARÁMETROS COSTO DE CAPITAL	72
TABLA 21 – TASA WACC – PAÍSES BAJOS.....	74
TABLA 22 – ESTRUCTURA DE CAPITAL	75
TABLA 23 – TASA LIBRE DE RIESGO	76
TABLA 24 – PREMIO DE RIESGO DE MERCADO	76
TABLA 25 – ANEEL COEFICIENTE BETA.....	77
TABLA 26 – EVOLUCIÓN VALOR TASA WACC ANEEL DISTRIBUCIÓN	79
TABLA 27 – WACC ANEEL TRANSMISIÓN	80
TABLA 28 – RATING COMGÁS	82
TABLA 29 – TASA WACC DESPUÉS DE IMPUESTOS - DISTRIBUCIÓN DE GAS POR REDES - ARSESP	84
TABLA 30 – COLOMBIA TASA DE COSTO DE CAPITAL DISTRIBUCIÓN ENERGÍA ELÉCTRICA.....	87
TABLA 31 – COEFICIENTES BETAS ESTIMADOS POR DUFF & PHELPS PARA EL SECTOR ELÉCTRICO DE LOS EUA (CÓDIGO SIC 491, JUN. 2019)	88

TABLA 32 – COEFICIENTES BETAS ESTIMADOS POR DUFF & PHELPS PARA EL SECTOR DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL DE LOS EUA (CÓDIGO SIC 4924, JUN. 2019).....	88
TABLA 33 – COEFICIENTE BETA EEUU V REINO UNIDO	88
TABLA 34 – PERÚ: ESTIMACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL REAL DESPUÉS DE IMPUESTOS (CAPM _{PURO}).....	97
TABLA 35 - PLAZOS RESIDUALES DE INSTRUMENTOS DE RENTA FIJA (BENCHMARK)	104
TABLA 36 – PRESENCIA BURSÁTIL.....	105
TABLA 37 – INDICADORES DE REPRESENTATIVIDAD POR TÍTULO.....	106
TABLA 38 – INDICADORES DE ESTABILIDAD POR TÍTULO	106
TABLA 39 – PREMIO RIESGO DE MERCADO – ENFOQUE DE DAMODARAN	107
TABLA 40 - PREMIO RIESGO DE MERCADO – ENFOQUE DE GOLDMAN SACHS	108
TABLA 41 - PREMIO RIESGO DE MERCADO – ENFOQUE ERB, HARVEY AND VISKANTA (EHV)	109
TABLA 42 – RESULTADOS REGRESIÓN.....	110
TABLA 43 – PREMIO POR RIESGO DE MERCADO	111
TABLA 44 – BETA DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL.....	111
TABLA 45 – COMPARACIÓN BETAS ESTIMADOS VS BETAS DUFF AND PHELPS (SIC 4924)	112
TABLA 46 – MUESTRA EMPRESAS SIC CODE 4911.....	113
TABLA 47 – BETA TRANSMISIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.....	113
TABLA 48 - COMPARACIÓN BETAS ESTIMADOS VS BETAS DUFF AND PHELPS (SIC 4911)	114
TABLA 49 – TASA DE COSTO DE CAPITAL	114
TABLA 50 – TASA DE COSTO DE CAPITAL – ESCENARIO ALTERNATIVO.....	115

Metodología de cálculo para la tasa de descuento de una empresa eficiente de transmisión eléctrica y para la tasa de costo de capital de la industria de distribución de gas de red

1 OBJETIVOS Y ALCANCE DEL INFORME

Este informe se enmarca en la contratación efectuada por la Comisión Nacional de Energía de Chile (CNE) para “definir la metodología de cálculo de la tasa de descuento a ser utilizada para determinar la anualidad del valor de inversión de las instalaciones de transmisión, y de la tasa de costo de capital de la industria de distribución de gas de red 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 que están contenidos en este informe, son los siguientes:

1. Revisar, resumir y analizar críticamente la literatura desarrollada en torno a la determinación de tasas de costo de capital (ya presentado en el Informe de Avance I).
2. Revisar, resumir y analizar críticamente las estimaciones de tasas de costo de capital realizadas en Chile para las empresas concesionarias de servicio público de distribución de gas, para las empresas de transmisión eléctrica y para las empresas de distribución eléctrica (ya presentado en el Informe de Avance I).
3. Revisar, resumir y analizar críticamente la evidencia internacional sobre estimaciones de tasas de costo de capital para empresas reguladas (ya presentado en el Informe de Avance I).
4. Establecer una metodología de cálculo para la tasa de descuento de una empresa eficiente de transmisión eléctrica, la cual debe considerar criterios y procedimientos detallados y reproducibles para la estimación de la tasa libre de riesgo, el premio por riesgo de mercado y el riesgo sistemático de una empresa eficiente de transmisión eléctrica.
5. Establecer una metodología de cálculo para la tasa de costo de capital de las distribuidoras de gas.
6. Calcular la tasa de costo de capital para una empresa de transmisión eléctrica.
7. Calcular la tasa de costo de capital para una empresa de distribución de gas.

En lo referido a los objetivos específicos número 1, 2, 3, 4 y 5, en el presente informe se incorporaron ajustes en función de las observaciones y comentarios efectuados por la CNE al Informe de Avance I y al Informe de Avance II. Adicionalmente, en este informe se presentan los resultados del desarrollo de las actividades relacionadas con los objetivos específicos 6 y 7, esto es, el valor de las tasas de costo de capital de las actividades de transmisión eléctrica y distribución de gas.

Además de la presente introducción, el capítulo 2 contiene la revisión de la literatura académica especializada, con énfasis en el tratamiento de los parámetros que la normativa chilena identifica como relevante para determinar la tasa de costo de capital. En el capítulo 3 se examinan los estudios recientes para la determinación de la tasa de costo de capital de los segmentos regulados por la CNE. En el capítulo 4 se realiza un análisis de referenciamiento internacional sobre la metodología aplicada por las principales agencias reguladoras. En el capítulo 5 se presenta la metodología propuesta para el cálculo de la tasa de descuento a ser utilizada para determinar la anualidad del valor de inversión de las instalaciones de transmisión, y de la tasa de costo de capital de la industria de distribución de gas de red 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. En el capítulo 6 se presenta el cálculo de las tasas de costo de

capital de las actividades bajo estudio. Finalmente, en el capítulo 7 se presentan las consideraciones finales y en el capítulo 8 las referencias bibliográficas. En el Anexo 1 se incluye una tabla resumen con una comparación internacional.

2 REVISIÓN DE LA LITERATURA ESPECIALIZADA

La literatura sobre el costo de capital es vasta y variada. Para los efectos de su aplicación en industrias reguladas, el aspecto relevante del costo de capital se refiere a la forma adoptada por el regulador para asignar los riesgos por invertir en el sector.

Desde la reforma de los servicios públicos en Inglaterra y Gales a inicio de los años 90, la remuneración del capital invertido en la regulación de las industrias de redes ha estado dominada por la combinación del costo de capital promedio ponderado ($WACC^1$) con el clásico modelo de fijación de precios de activos de capital ($CAPM^2$). El $WACC$, al ser un promedio ponderado de deuda y costo de capital propio (*equity*), es un potente incentivo para la ingeniería financiera de las empresas, al incentivar el reemplazo de capital propio por deuda.

Como lo que está en juego es la remuneración del capital invertido, el análisis de la $WACC$ no puede separarse de la base regulatoria de activos pues, en definitiva, lo que interesa a los inversores es el flujo libre de caja de sus inversiones. En los sectores de distribución y transporte de energía eléctrica y gas, así como también en el transporte de combustibles líquidos, se trata de inversiones con costos hundidos (*sunk costs*) y con una brecha importante entre los costos promedio y marginal de prestar el servicio.

En este contexto, el problema regulatorio central es cómo asegurar que existan los incentivos adecuados para invertir y que los inversores no estén expuestos a riesgos evitables. Siguiendo a (Helm, 2009), el trabajo del regulador consiste en proteger a los consumidores a través de encontrar la combinación de riesgo y remuneración que asegure que las inversiones necesarias tienen lugar, y que los ingresos permitan cubrir los costos de capital y costos operacionales, evitando ganancias excesivas. El arte de la regulación consiste en asignar el riesgo del capital propio de manera de minimizar los costos a los usuarios, 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 quién carga con el riesgo;
- No asignar riesgo asociado al capital propio a los tenedores de bonos;
- Asegurar que las reglas regulatorias sean consistentes con la estructura financiera.

Por ejemplo, a la hora de estimar la tasa de retorno requerida por un inversor a través del $CAPM$ es importante tener en cuenta que el coeficiente beta de un activo de una empresa regulada depende de cómo la regulación tarifaria asigna el riesgo entre inversores y consumidores. Bajo regulación por tasa de retorno (RTR), el regulador fija todos los precios de la compañía por un período indeterminado, en este sistema 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, menor el costo de capital asociado a la actividad. Bajo regulación por incentivos (RPI), el regulador fija un precio o ingreso máximo, en general con base en costos eficientes, a una canasta de servicios resumidos en una tarifa monómica por un determinado período tarifario (4 o 5 años), por lo que la empresa soporta el riesgo que sus costos reales sean superiores a los considerados eficientes por el regulador, de allí que, en general, los esquemas de RPI posean tasas de costo de capital mayores.

¹ $WACC$: *weighted average capital cost*

² $CAPM$: *capital asset pricing model*

En resumen, los aspectos asociados a la regulación de tarifas impactan en el coeficiente beta de los activos, esto 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.

Se presenta a continuación un análisis de la literatura respecto a los principales componentes de la tasa de costo de capital.

2.1 El Marco Normativo de Chile

Estudios Energéticos Consultores entiende que la determinación de la tasa de costo de capital es una de las actividades fundamentales de todo proceso regulatorio, dado que dicha tasa condiciona los resultados de la determinación tarifaria, a la vez que influye en la sustentabilidad económico-financiera del negocio regulado.

El condicionamiento de los resultados de la revisión tarifaria deviene del hecho que dicha tasa es uno de los parámetros fundamentales para determinar la tarifa en un sistema regulatorio del tipo “precio techo” y para determinar el retorno permitido en un esquema regulatorio del tipo “ingreso máximo”.

A diferencia del resto del mundo, la legislación chilena, a la hora de calcular la tasa de costo de capital para los sectores regulados, ha limitado los grados de libertad del regulador a tan solo tres elementos:

1. Tasa libre de riesgo
2. Riesgo sistemático
3. Premio por riesgo de mercado

Esta limitación se aplica, con algunas variaciones menores, a las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como también a la distribución de gas de red.

Con relación a la tasa de descuento a aplicar en la transmisión de energía eléctrica, la Ley 20936 (Congreso Nacional de Chile, 2016), que establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del Sistema Eléctrico Nacional, en su Artículo 118° dispone que:

*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 **riesgo sistemático** señalado, se define como un valor que mide o estima la variación en los ingresos de una empresa eficiente de transmisión eléctrica 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 del cálculo de la tasa de descuento, 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 corresponderá al mes calendario de la fecha de referencia del cálculo de la tasa de descuento.*

*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 descuento será la tasa de rentabilidad libre de riesgo más el premio por riesgo multiplicado por el valor del riesgo sistemático.***

Con relación a la distribución de gas, la Ley 20999 (Congreso Nacional de Chile, 2017), que modifica la Ley de Servicios de Gas y otras disposiciones que indica, en su Artículo 32 establece lo siguiente:

*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.***

Por último, la Ley 21194 (Congreso Nacional de Chile, 2019) que “rebaja la rentabilidad de las empresas de distribución y perfecciona el proceso tarifario de distribución eléctrica”, establece una metodología análoga para el sector de transmisión de energía eléctrica, pero para los límites establece que **la tasa de actualización no podrá ser inferior al seis por ciento ni superior al ocho por ciento**. Para determinar la tasa de riesgo, la ley establece que excepcionalmente, cuando la

Comisión lo determine fundadamente, podrá considerar un periodo distinto de manera de dar mejor representatividad al instrumento elegido, es decir, de forma excepcional se puede considerar un período distinto a los seis meses previos, siendo que en la transmisión el período es de un mes.

Del análisis de la regulación chilena se puede concluir que el cálculo de la tasa de costo de capital para los sectores regulados, que en otros países es fuente de mucha discusión ha sido reducido a su mínimo expresión, sin que eso signifique renunciar a los aspectos fundamentales que determinan el costo de capital de empresas reguladas.

La metodología establecida por el legislador apela a la sencillez y determina el costo de capital con un enfoque más similar al modelo de fijación de precios de activos de capital (CAPM), también conocido como CAPM puro-WACC. En efecto, se puede demostrar que el CAPM puro-WACC es igual, bajo cierto supuestos, al modelo tradicional de CAPM(E)-WACC, pero con la ventaja de su sencillez de cálculo (Wright, et al., 2018).

En virtud de que los tres componentes fundamentales para la determinación de la tasa de costo de capital son: a) tasa libre de riesgo; b) riesgo sistemático de la actividad (coeficiente beta); y c) premio por riesgo de mercado, la revisión de la literatura especializada será focalizada en los tres elementos antes citados.

Otro punto importante para destacar es que la metodología implícitamente determina la homogeneidad o equivalencia en los valores de la tasa libre de riesgo y del premio por riesgo de mercado, entre los diferentes segmentos regulados, así, la Tabla 1 presenta los límites inferior y superior para la tasa de descuento, después de impuestos, a aplicar a los sectores de distribución de gas, transmisión y distribución de energía eléctrica. Debido a que la tasa libre de riesgo y el premio por riesgo de mercado son iguales para los tres sectores (salvo diferencias menores en la forma de promediar y en la ventana de análisis), la diferencia entre los sectores de transmisión y distribución, y entre diferentes industrias, se explican por el coeficiente de riesgo sistemático. Por ejemplo, los límites establecidos para la transmisión y distribución dejan entrever que, para el legislador chileno, la transmisión presenta un mayor riesgo sistemático que la distribución de energía eléctrica.

Tabla 1 – Límites inferior y superior para las tasas de descuento (costo de capital)

Sector	Límite inferior	Límite superior
Distribución de gas por redes	6%	-
Transmisión de energía eléctrica	7%	10%
Distribución de energía eléctrica	6%	8%

2.2 Especificación del modelo chileno - adaptación del CAPM como una WACC

El modelo clásico de costo de capital se expresa como una combinación de costo de capital propio y costo de deuda. (Fernández, 2011) afirma que el WACC 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 considera que corresponde emplear el valor de mercado tanto de la deuda como del capital propio.

$$r_a = \frac{E}{A} \cdot r_e + \frac{D}{A} \cdot (1 - t) r_d = WACC \quad [1]$$

donde:

r_a = Costo de oportunidad de los activos o costo promedio ponderado de capital

r_e = Costo de oportunidad para el accionista

r_d = Costo de oportunidad de los recursos de terceros (deuda)

E = Valor de mercado del capital propio (*equity*)

D = Valor de mercado de la deuda

A = Valor de mercado de los activos

t = tasa de impuestos a la renta corporativa de las empresas

Siendo $\frac{D}{A} = g$ y substituyendo r_e por la formulación clásica del modelo CAPM, se tiene la siguiente expresión de WACC

$$WACC = g (1 - t) r_d + (1 - g)(r_f + \beta_E \cdot PRM) \quad [2]$$

Considerando un enfoque de WACC del tipo “Vainilla” en que los impuestos se agregan al flujo de fondos, (Wright, et al., 2018), muestran que el modelo chileno es equivalente a un modelo WACC.

Partiendo de la definición que el beta de un portafolio es la suma ponderada de los betas de cada acción se tiene que:

$$\beta_A = g \beta_D + (1 - g)\beta_E \quad [3]$$

por lo que

$$\beta_E = \frac{1}{(1-g)} (\beta_A - g \beta_D) \quad [4]$$

Sustituyendo en la ecuación de la WACC, se tiene que:

$$WACC = g r_d + (1 - g) \left(r_f + \frac{1}{(1-g)} (\beta_A - g \beta_D) \cdot PRM \right) \quad [5]$$

Operando convenientemente,

$$= r_f + g (r_d - r_f) + (\beta_A - g \beta_D) \cdot PRM = (r_f + \beta_A PRM) + g ((r_d - r_f) - \beta_D PRM) \quad [6]$$

El primer sumando corresponde al CAPM de una empresa hipotética sin deuda, mientras que el segundo sumando representa la desviación del costo de oportunidad de la deuda con relación al valor esperado que surgiría de aplicarle un CAPM a ese instrumento de deuda. Asumiendo que el CAPM aplica tanto a activos propios como de deuda, $\beta_D \neq 0$, entonces el segundo sumando es nulo. Por lo tanto, y esto es muy importante, el WACC puede ser expresado como:

$$WACC = (r_f + \beta_A PRM) \quad [7]$$

Como bien señala (Wright, et al., 2018), los reguladores y académicos en el pasado han prestado mucha atención en la construcción del CAPM del capital propio, sin embargo, el CAPM-puro es una herramienta que los reguladores deberían al menos usar como referencia. La gran ventaja de este enfoque, además de su simplicidad, es que su resultado no se ve afectado por la estructura financiera de las empresas. Éste fue el camino que eligió el legislador chileno para

remunerar los activos del sector de transmisión y distribución de energía eléctrica, distribución de gas natural³. Es decir, el legislador chileno, sin renunciar a los fundamentos del problema bajo análisis, eliminó la necesidad de estimar el costo de deuda y el nivel óptimo de apalancamiento, y redujo el cálculo del costo de capital a tan solo tres elementos.

Se presenta a continuación un análisis de los distintos elementos que componen el CAPM puro-WACC.

2.3 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 del sector regulado en cuestión, y b) qué ventana de tiempo debe ser considerada.

En cuanto al instrumento financiero, los reguladores optan con frecuencia por tasas de 10 años, ya sean del Tesoro de los Estados Unidos o una representativa de otro mercado desarrollado. Una de las razones es que los planes de negocios de las empresas reguladas se presentan, en general, a 10 años, adicionalmente, los esquemas regulatorios consideran la revisión de las tarifas con cierto intervalo (ciclo tarifario), por lo tanto el horizonte a considerar es el período comercial hasta la próxima revisión tarifaria, y no el horizonte de vida de los activos afectados al servicio.

Con relación a la ventana de tiempo, si bien no hay consenso en la materia, los reguladores de los países desarrollados suelen optar por ventanas de al menos la misma duración del ciclo tarifario. Esta discusión sobre la tasa libre de riesgo también es conocida como “valores *spot* o “normalizados”⁴. 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 común 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.

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 et al., 2006) sostienen que sería indefendible sostener que dichas tasas puedan ser independientes. Considerando que el CAPM puede ser rescrito de la siguiente forma:

$$r = (1 - \beta)r_f + \beta E[r^m] \quad [8]$$

El coeficiente β de riesgo sistemático puede ser visto como el factor ponderador entre la tasa libre de riesgo y el retorno esperado del mercado. Como consecuencia, (Boyle et al., 2006) sostienen que el PRM debe ser consistente con el ciclo tarifario. 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.

- **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 and Harris, 1993).

³ Se vuelve sobre este punto en la siguiente sección cuando se revisa la experiencia de Chile.

⁴ “Spot Yield or Normalised Yield?”

2.4 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 diversificado y la tasa libre de riesgo:

$$PRM = E[r^m] - r_f \quad [9]$$

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 su complejidad. 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, 2017a), 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 et al., 2019) que emplean el mismo enfoque pero para datos de 17 países europeos, para un período comprendido entre 1900-2018.

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 (Fernández et al., 2019), que encuestaron las perspectivas en 84 países a través de correos electrónicos enviados a académicos, analistas, y gerentes de empresas. Obtuvieron 1800 respuestas referidas a 69 países. La tabla siguiente presenta los resultados para Estados Unidos, Chile y sus países pares de Latinoamérica.

Tabla 2 – PRM esperado con base a encuestas

País	promedio PRM (ERP) %					mediana PRM (ERP)				
	2015	2016	2017	2018	2019	2015	2016	2017	2018	2019
Colombia	8.3	8.1	7.6	8.7	7.7	8.0	7.8	8.1	7.9	8.1
Argentina	22.9	11.8	16.3	13.9	14.9	20.1	11.0	17.5	16.3	14.3
Brasil	7.5	8.2	9.0	8.4	8.2	7.0	7.0	9.6	8.6	8.7
Chile	6.5	6.1	6.2	6.1	6.3	6.5	6.0	6.4	6.2	6.4
México	8.0	7.4	9.3	8.5	8.3	8.0	7.0	10.1	8.0	7.7
Perú	7.2	7.8	7.6	7.3	7.5	7.4	7.5	7.8	7.6	7.6
Estados Unidos	5.5	5.3	5.7	5.4	5.6	5.3	5.0	5.7	5.2	5.5

Fuente: Elaboración propia con base en (Fernández et al., 2019)

Tabla 3 – PRM esperado con base a encuestas (desvío estándar)

País	Desvío Standard (SD) %				
	2015	2016	2017	2018	2019
Colombia	1.4	3.9	1.5	3.7	1.3
Argentina	12.3	4.4	5.5	4.7	2.0
Brasil	2.1	4.9	2.3	2.3	2.2
Chile	0.9	1.6	0.7	1.1	0.8
México	1.5	2.3	3.1	3.5	2.6
Perú	1.2	2.6	0.9	2.8	0.9
Estados Unidos	1.4	1.3	1.5	1.7	1.8

Fuente: Elaboración propia con base en (Fernández et al., 2019)

Para determinar el premio por el riesgo de mercado con base a datos históricos, el debate se centra en los siguientes puntos:

1. ¿Cuál es el período histórico que debe ser usado como referencia para la estimación del PRM?
2. Si usar la media geométrica o aritmética;
3. En los países emergentes se plantea el debate respecto de si la fuente de información debe ser el mercado internacional o el mercado regional
4. Qué índice es representativo para ser considerado en el cálculo
5. 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.

Período histórico: Con relación al primer punto, existe consenso que se debe considerar un período suficientemente largo de forma de eliminar anomalías propias del ciclo económico. A los fines de determinar la sensibilidad del valor del PRM ante diferentes ventanas de tiempo analizadas se presenta la siguiente tabla, donde se muestra el rendimiento del mercado accionario de Estados Unidos en los siguientes períodos 1926-2019, 1926-2019 pero excluyendo la postguerra, y los últimos 30 años, período 1990-2019, (horizonte similar al empleado por la ANEEL). Surge claramente que no hay grandes diferencias entre las tres opciones, 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 el PRM.

Tabla 4 – Rendimiento SP 500 y Tasa Libre de Riesgo

Criterio	Rendimiento de Mercado (SP500)			Tasa Libre de Riesgo		
	Media Aritmética	Media Geométrica	Desvío estándar	Media Aritmética	Media Geométrica	Desvío estándar
1926-2019 Total	12.1%	10.2%	0.20	4.8%	4.8%	0.03
1926-2019 sin Post guerra	11.4%	9.4%	0.20	5.2%	5.1%	0.03
30 años	11.4%	10.0%	0.17	4.5%	4.5%	0.02
30 años Creciente (suma dígitos)	11.1%			3.4%		

Fuente: Elaboración propia con base en Duff & Phelps (2019)

La metodología Creciente o suma de dígitos es un esquema ponderación que le asigna mayor peso a las observaciones recientes y menos ponderación a las observaciones más alejadas en el tiempo, esta metodología es una solución de compromiso que permite considerar un período relativamente largo (favoreciendo a la estabilidad de las estimaciones) y a la vez tomar en cuenta los eventos recientes (favoreciendo a la representatividad de las situaciones coyunturales). A modo de ejemplo, la metodología creciente asigna 30% de ponderación a los cinco años más recientes de una muestra de 30 observaciones, y sólo 3.2% a las primeras 5 observaciones.

La tabla siguiente presenta los resultados de considerar el spread del Índice SP500 sobre la Tasa Libre de Riesgo para cada año del período analizado.

Tabla 5 – Premio por riesgo de mercado histórico

Criterio	Premio Riesgo de Mercado		
	Media Aritmética	Media Geométrica	Desvío estándar
1926-2019 Total	7.3%	5.3%	0.20
1926-2019 sin Post guerra	6.2%	4.1%	0.20
30 años	7.0%	5.4%	0.18
30 años Creciente (suma dígitos)	7.7%		

Fuente: Elaboración propia con base en Duff & Phelps (2019)

(Duff & Phelps, 2017b) resume las razones para ambos argumentos, relacionados con la consideración de ventanas temporales largas vs 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 significativa 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.

Metodología de Cálculo: En la Tabla 4 también se puede ver la sensibilidad de los resultados ante diferentes metodologías de cálculo, ya sea media aritmética o geométrica. 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 et al., 2004)) 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 et al., 2003) realizaron un profundo análisis de ambos caminos y concluyeron que la diferencia está en torno a 2% (dos puntos porcentuales) como se aprecia en la Tabla 4.

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 criterio válido es usar la media aritmética.

Índice seleccionado: 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, es necesario efectuar 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.

Algunas de las principales críticas al enfoque histórico se resumen a continuación:

- Sesgo al éxito: (Dimson et al., 2019) argumentan que extrapolar con base en el mercado de los Estados Unidos puede configurar un sesgo de éxito (conocido también como “Triunfo de los optimistas”, 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 considerar que debe haber consistencia entre el PRM y el coeficiente de riesgo sistemático (coeficiente Beta), por lo que es conveniente recordar que los coeficientes beta fácilmente disponibles corresponden, mayoritariamente, al mercado de los EE:UU.
- Efectos de cambios en la volatilidad: tanto Merton (1973) como Mayfield (2004) identificaron una situación que sería contraintuitiva respecto de los resultados esperados del modelo de (Markowitz, 1952), los autores encontraron que en algunos períodos de crisis financieras el precio y el retorno de las acciones se reduce a la vez que la volatilidad se incrementa. Por ello sugieren la realización de un ajuste a los valores históricos a los fines de incorporar el efecto de los cambios en la volatilidad.

- Sesgo de Supervivencia: Damodaran considera que la estimación del premio de mercado a través del Índice S&P 500 que incluye sólo las 500 acciones más transadas en el Mercado Accionario de Nueva York o NASDAQ, genera un sesgo al alza de los rendimientos, debido a que las empresas que configuran dicho índice son las de mayor capitalización de Mercado.

Países Emergentes: Para determinar el PRM para países emergentes, en especial los países de la América Latina, se apela, por lo general, al mercado de los Estados Unidos, debido al tamaño del mercado, el grado de competencia en la bolsa y la disponibilidad de información. 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 cinco veces mayor que el segundo mercado en importancia (Japón) según lo reportado por (Dimson et al., 2019). Estados Unidos ostenta también el mayor mercado de bonos. Además, es el mercado mejor documentado del mundo.

La estimación del premio por riesgo de mercado en los países emergentes pone de manifiesto el debate respecto del alcance del modelo a aplicar, al respecto se presentan diversas opciones metodológicas, pero la controversia se centra entre aplicar un CAPM Global vs aplicar un CAPM Local.

El modelo CAPM Global

El modelo CAPM Global (CAPMG) es una extensión del modelo CAPM cuando se sostiene la hipótesis de que los mercados están integrados y/o cuando la empresa en cuestión es una corporación multinacional diversificada que opera en muchos países. La siguiente ecuación se expresa normalmente en dólares estadounidenses:

$$r_{cl} = r_{f,US} + \beta_{cl,W} \times PRM_W \quad [10]$$

donde:

r_{cl} : retorno esperado de una cartera diversificada en el mercado bursátil chileno

$r_{f,US}$: tasa libre de riesgo

$\beta_{cl,W}$: el riesgo de mercado bursátil de Santiago medido con respecto a una cartera mundial de acciones (es decir, el coeficiente beta de Chile)

PRM_W : Prima de riesgo de las acciones (ERP) (tasa de rendimiento expresada en términos de rendimiento en dólares estadounidenses) en una cartera diversificada mundialmente.

Se ha demostrado que el modelo CAPMG funciona razonablemente bien para los mercados desarrollados (Erb et al., 1995a). Sin embargo, este enfoque tiene varias debilidades, especialmente cuando se trata de aplicarlo a mercados emergentes.

En los casos en que los mercados financieros no están totalmente integrados, la aplicación del modelo CAPMG puede no cumplirse el supuesto de no existencia de diferencias significativas entre países, así, si las operaciones de la empresa bajo estudio se concentran en uno o dos países, los riesgos de ese negocio diferirán de los riesgos de empresas casi idénticas que operan en varios países.

El modelo CAPM Local

El CAPM local puede ser expresado como:

$$r_{icl} = r_{f,cl} + \beta_{i,cl} \times PRM_{cl} \quad [11]$$

donde:

r_{icl} : costo de capital (equity) de una empresa chilena que cotiza en la bolsa de Santiago

$r_{f,cl}$: tasa libre de riesgo de un instrumento financiero del mercado chileno

$\beta_{i,cl}$: coeficiente beta de riesgo sistemático de la empresa bajo análisis con relación a la bolsa

de Santiago.

PRM_{Cl} : premio de riesgo de mercado doméstico.

Si se estiman todos los componentes en la moneda local (por ejemplo, el peso chileno), el costo resultante de la estimación del capital propio puede utilizarse para descontar los flujos de caja netos esperados expresados en moneda local, como es el caso de los negocios de transmisión de energía eléctrica y distribución de energía eléctrica; y distribución de gas por redes. Por otro lado, si se estima toda la rentabilidad esperada en términos de tasas de retorno en dólares estadounidenses, el costo resultante del capital propio que se debe utilizar para descontar los flujos de caja esperados expresados en dólares estadounidenses debe incluir un ajuste para incorporar el efecto de la tasa esperada de devaluación.

El modelo de CAPM Local es atractivo porque permite incorporar más factores locales en la medición de los riesgos del mercado local. Este tipo de modelo funciona mejor en las economías desarrolladas, aunque cabe destacar que Chile tiene una economía muy madura que lo aproxima mucho a los mercados de los países desarrollados y lo diferencia claramente de la mayoría de los países emergentes.

Entre los puntos débiles de la versión del CAPM local se encuentran:

- El modelo no funciona bien en los mercados menos desarrollados.
- El modelo generalmente requiere que el país "local" tenga un historial de rendimientos del mercado de bonos y acciones en términos de moneda local. Los datos pueden ser escasos o inexistentes en entornos segmentados de países en desarrollo, especialmente el tipo de datos necesarios para desarrollar el modelo local, es decir estimar el coeficiente beta y el retorno del activo.
- Las estimaciones del coeficiente beta utilizando los rendimientos históricos pueden ser bajas porque el mercado de valores local puede estar dominado por unas pocas empresas (o industrias).
- Es posible que la deuda del gobierno del país local no esté exenta de riesgo de *default*.

Los antes descritos son dos de los principales enfoques desarrollados para estimar el premio de riesgo de mercado en economías emergentes, sin embargo existe una amplia variedad de opciones para adecuar las estimaciones del riesgo de mercado, calculado a partir del mercado internacional, a los países emergentes, estas metodologías son denominadas internacionalización del CAPM y son desarrolladas en extenso en la sección 2.7.

2.5 La estimación del riesgo sistemático (coeficiente beta)

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). 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 diversificado. Este coeficiente de riesgo sistemático puede ser visto también como el factor ponderador del promedio entre la tasa libre de riesgo y el retorno esperado 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, así como también de la extensión del período para el reajuste tarifario.

2.5.1 Beta del Activo vs Beta del *Equity*

En el análisis 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", β_L , pues es la resultante de la combinación de capital propio y de terceros.

El valor del coeficiente beta del activo corresponde al valor del beta desapalancado (*unlevered beta*). Para su aplicación con fines regulatorios es necesario desapalancar el coeficiente estimado por métodos econométricos, y reapalancarlo nuevamente ya con la estructura que defina el regulador. Para desapalancar el coeficiente 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.

A continuación se discuten algunos abordajes para desapalancar betas.

2.5.1.1 Metodología de Hamada

La práctica más extendida para estimar el beta desapalancado es usar la ecuación derivada de (Hamada, 1972), basada en Modigliani y Miller y asumiendo que el coeficiente beta de la deuda es nulo, $\beta_D = 0$, para tal fin:

$$\hat{\beta}_U = \frac{\hat{\beta}_L}{(1 + ((1-t)\phi))} \quad [12]$$

donde:

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

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

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

t = Tasa impositiva

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

$$\beta_L = \hat{\beta}_U \cdot (1 + ((1-t)\phi)) \quad [13]$$

Esa ecuación es de aplicación general en las finanzas y en la regulación de servicios públicos de agencias de vasta experiencia como las de Reino Unido y Australia, 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 β_L . Sin embargo, el supuesto más fuerte detrás de la ecuación es que el $\beta_D = 0$.

Hay dos características salientes de la ecuación anterior:

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

(Conine, 1980) muestra que el supuesto implícito en la ecuación de Hamada, que genera el error de omitir el riesgo de *default*, consiste en suponer que la tasa de interés se mantiene constante e igual a la tasa libre de riesgo independientemente del nivel de apalancamiento. 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 β de la deuda a través de la siguiente especificación:

$$\beta_L = \beta_U \cdot (1 + (1-t) \cdot \phi) - \beta_D \cdot (1-t) \cdot \phi \quad [14]$$

donde:

β_D = beta de la deuda

Para estimar el coeficiente beta de deuda (Conine, 1980) recurre a una especificación de CAPM para el mercado crediticio, sin embargo, una práctica habitual es calcular el $\hat{\beta}_D$, a partir de la siguiente expresión:

$$\hat{\beta}_D = \frac{r_D - r_f}{E(R_M) - r_f} = \frac{\text{spread deuda}}{PRM} \quad [15]$$

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).

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

- El uso del coeficiente beta de deuda, el cual ha generado un largo debate conceptual, así por ejemplo (Gonzales, 1977) cuestiona los méritos del empleo del coeficiente beta de la deuda, el autor argumenta que en una economía donde los cargos por intereses corporativos son deducibles de impuestos y la deuda es riesgosa, el modelo de fijación de precios de los activos de capital está mal especificado, sostiene también que la introducción de costos de quiebra positivos en el análisis anterior reforzaría aún más la conclusión de que dicho modelo no es el adecuado para analizar problemas de estructura de capital, específicamente demuestra, mediante reducción al absurdo, que para grandes costos de quiebra, la empresa elegiría de manera óptima un nivel de deuda infinita; adicionalmente, (Cohen, 2007) cuestiona la consideración de un beta de deuda del mercado crediticio, en lugar de aplicar la expresión anterior, según el autor, el debate detrás del beta de la deuda que se incluye en la formulación de Conine podría descartarse fácilmente representándola como el diferencial de deuda, dividido por la prima de riesgo del mercado, en lugar de una beta del mercado crediticio.
- 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 a medida que se aumenta el apalancamiento y, como consecuencia, un aumento en el valor de la empresa.

En lugar de usar la propuesta de Conine, que no conduce a un óptimo de estructura de apalancamiento, (Cohen, 2007) propone ajustar la ecuación de Hamada a través de la incorporación del riesgo de *default*:

$$\beta_L = \hat{\beta}_U \cdot (1 + ((1 - t))\phi^*) \quad [16]$$

donde:

$$\phi^* = \frac{r_d}{r_f} \cdot \phi \quad [17]$$

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 β_U debido a no considerar el riesgo de default. Es decir, el β_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.

Si bien el enfoque de Cohen resulta sólido, las empresas especializadas que publican los coeficientes betas usan otras fórmulas para desapalancar, así por ejemplo, Duff & Phelps usa las fórmulas de (Miles and Ezzell, 1980), la cual se presenta a seguir.

2.5.1.2 Metodología de Miles-Ezzell para desapalancar betas

La fórmula de Hamada es sin duda el abordaje más usado para desapalancar, sin embargo, resulta aplicable solo en situaciones en que el valor absoluto de la deuda es fijo.

La fórmula de Miles-Ezzell (Miles and Ezzell, 1980) asume que el valor de mercado de la deuda permanece constante como un porcentaje del *equity* ϕ , 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, consecuentemente la deducción de impuestos podría no realizarse en el momento en que los intereses son pagados. Es decir, el coeficiente beta de la deuda es mayor que cero.

$$\beta_u = \frac{(M_e \cdot \beta_L) + M_d \cdot \beta_d \cdot \left(1 - \frac{t \cdot k_{d(pt)}}{1 + k_{d(pt)}}\right)}{M_e + M_d \cdot \left(1 - \frac{t \cdot k_{d(pt)}}{1 + k_{d(pt)}}\right)} \quad [18]$$

donde:

β_u = beta desapalancado de la empresa o industria analizada

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

β_L = coeficiente beta apalancado de la empresa o industria analizada

β_d = beta de la deuda

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

Debido a que la fórmula supone que existe un cierto riesgo de default, es decir, el coeficiente beta de la deuda es mayor que cero, los tenedores de deuda están compartiendo parte del riesgo asumido por los accionistas, en consecuencia, el beta desapalancado calculado con la fórmula de Miles-Ezzell es menor que el beta desapalancado calculado con la ecuación de Hamada.

2.5.2 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 β de un período con los valores estimados del período previo, de forma de mejor predecir los β futuros ($\beta_2 = a + b \cdot \beta_1$).

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:

$$\beta_{aj} = 0.371 + 0.635 \cdot \beta_{histórico} \quad [19]$$

Los coeficientes de las regresiones obtenidos por Blume son los que se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 6 – Coeficientes ajuste Blume

Tendencia de regresión implícita entre períodos	$\beta_2 = a + b \beta_1$
7/33-6/40 y 7/26-6/33	$\beta_2 = 0.320 + 0.714 \beta_1$
7/40-6/47 y 7/33-6/40	$\beta_2 = 0.265 + 0.750 \beta_1$
7/47-6/54 y 7/40-6/47	$\beta_2 = 0.526 + 0.489 \beta_1$
7/54-6/61 y 7/47-6/54	$\beta_2 = 0.343 + 0.677 \beta_1$
7/61-6/68 y 7/54-6/61	$\beta_2 = 0.399 + 0.546 \beta_1$

Fuente: (Blume, 1971)

Del promedio del intercepto para los cinco períodos analizados surge el valor de 0.371 de la fórmula anterior, en tanto que del promedio de la pendiente para los cinco períodos analizados surge el valor de 0.635 de la misma fórmula.

Este ajuste se aplica sobre los coeficientes apalancados; Duff & Phelps publica los coeficientes beta con ajuste de Blume, tanto sea apalancados como desapalancados, por tipo de industria.

2.5.3 El ajuste de Vasicek

Otro abordaje para ajustar los coeficientes beta estimados es una técnica más sofisticada denominada “contracción de Vasicek” (Vasicek, 1973). La idea general es que los betas con los errores estándares más altos son las estimaciones menos confiables y son, por lo tanto, ajustados hacia el mercado, o grupo de pares, o el promedio de la industria, al contrario de lo que sucede con betas con menores errores estándares. A diferencia del ajuste de Blume que es igual para todos los casos, el ajuste de Vasicek ofrece la flexibilidad de ajustarse al mercado o industria bajo análisis.

La idea subyacente de este ajuste es que las empresas tiendan a moverse a lo largo del tiempo hacia los promedios de su industria en vez de parecerse más al promedio de otras industrias. Duff & Phelps publica los betas por industria con este ajuste.

2.5.4 Ajuste por diferencias en el esquema regulatorio

En un trabajo seminal del año 1996, (Alexander et al., 1996a) investigan el efecto de diferentes esquemas regulatorios sobre el coeficiente de riesgo sistemático de distintas industrias y sectores. Los autores sostienen que este riesgo no puede eliminarse mediante la diversificación de la cartera y por lo tanto debe compensarse con una mayor rentabilidad media, a los fines de incentivar a los inversores con alto grado de aversión.

A través de un estudio de corte transversal los autores estiman el coeficiente beta desapalancado, por industria, para una serie de países con diferentes esquemas regulatorios, los cuales son clasificados, en función del grado de incentivo a la eficiencia, en tres grandes categorías, así, los esquemas de precio techo, particularmente la regulación implementada por Gran Bretaña fue considerada como de alto incentivo; los esquemas de precio techo con ciertos *pass-through* y mecanismos de mitigación de riesgos fueron clasificados como intermedios, y los esquemas de *rate of return*, propios de la regulación de los Estados Unidos fue considerada de bajo incentivo.

Los resultados del estudio muestran un patrón claro tanto a nivel de industrias o servicios públicos individuales y para los regímenes regulatorios en su conjunto. Los regímenes de bajos incentivos tienden a coexistir con valores beta de activos bajos, mientras que los esquemas de altos incentivos generan valores beta significativamente más altos. Esto permite a los autores

concluir que empresas bajo regulación del tipo RPI - X están expuestas a niveles mucho más altos de riesgo sistemático en comparación con aquellas reguladas a través esquemas de tasa de rendimiento. El punto de valor del estudio citado es que los autores consiguen cuantificar la diferencia en el beta de los activos derivado de los distintos esquemas regulatorios.

Si bien los resultados del estudio son interesantes, su aplicación es cuestionable debido a que las condiciones de prestación de los servicios se modificaron significativamente en el lapso de 25 años desde la realización del estudio, así, en las condiciones actuales de prestación los servicios pueden no encuadrar específicamente en las categorías definidas por los autores. Adicionalmente debe destacarse que tanto la regulación como las condiciones de prestación de los servicios se complejizaron, por lo que resulta una tarea muy difícil aislar el efecto solamente de los esquemas regulatorios sobre los coeficientes beta.

2.5.5 Estimación del coeficiente beta

Para estimar el coeficiente beta de una acción se deben medir 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. En general, el coeficiente 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.;
- el método econométrico usado: regresión por mínimos cuadrados, métodos recursivos, filtro de Kalman, entre otros.

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.

Enfoque General de Estimación

El enfoque general para la estimación del coeficiente beta consiste en la identificación de la relación entre el *spread* del rendimiento de las acciones de la industria analizada con relación a la tasa libre de riesgo y el *spread* del mercado de capitales (local) con relación a la misma tasa. Para la determinación de dicha relación se recurre al empleo de un enfoque econométrico.

En este contexto, la estimación del coeficiente Beta involucra el desarrollo de un proceso que cuenta con las siguientes etapas:

- Conformación de la muestra de empresas
- Estimación econométrica de los coeficientes beta
- Estimación del coeficiente beta desapalancado
- Aplicación de ajustes correspondientes
- Reapalancamiento del coeficiente beta

La *conformación de la muestra*, tanto para el segmento Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica como para el segmento de Distribución de Gas por Red, se realiza en forma secuencial, iniciando con todo el conjunto de empresas pertenecientes al código de actividad SIC correspondiente a cada segmento (SIC 491 Servicios Eléctricos y SIC 4924 Distribución de Gas Natural), para luego aplicar una serie de filtros estadísticos, de pertinencia de datos y de homogeneidad de actividad, de manera de finalizar con un conjunto de empresas homogéneas para cada segmento.

Los filtros a aplicar consisten en eliminar de la muestra a las empresas que presentan alguna característica que la tornan no comparable, como ser baja presencial bursátil, coeficientes de

regresión no significativos desde el punto de vista estadístico, coeficientes beta con alto grado de inestabilidad, poca representatividad de la actividad en los ingresos de la actividad analizada, éste último filtro aplicaría para los casos de empresas verticalmente integradas. Cabe destacar que no existe un criterio automático para la inclusión de una empresa en la muestra, así por ejemplo algunos reguladores pueden considerar conveniente excluir a las empresas que presentan coeficientes beta no significativos desde el punto de vista estadístico, en tanto que otros pueden estimar necesario que el beta promedio incluya las empresa cuyos retornos no están correlacionados con los del mercado.

En lo que se refiere a la *estimación econométrica de los coeficientes beta* se presentan diferentes opciones dadas por métodos de mínimos cuadrados ordinarios, modelos espacio-estado, e incluso modelos de cointegración.

En un estudio reciente (Bai and Green, 2020), estiman los coeficientes beta para cada país de una muestra a través de una metodología de estado-espacio (filtro de Kalman). Los coeficientes beta son estimados a través de la siguiente relación:

$$(r_{it} - r_{ft}) = \alpha_{it} + \beta_{i,t} \times PRM_{i,t} \quad [20]$$

donde:

$(r_{it} - r_{ft})$: retorno de un activo i por encima de la tasa libre de riesgo r_{ft}

$\beta_{i,t}$: coeficiente de riesgo sistemático que varía con el tiempo

$PRM_{i,t}$: Retorno de una cartera diversificada por encima de la tasa libre de riesgo

La determinación de los parámetros de la ecuación anterior se deriva de un proceso de caminata al azar (*random walk*):

$$\alpha_{it} = \alpha_{it-1} + \xi_{i,t} \quad \beta_{it} = \beta_{it-1} + \eta_{i,t} \quad [21]$$

Esta especificación econométrica tiene la ventaja de permitir cambios estructurales en el coeficiente beta a lo largo de la serie temporal y permite caracterizar mejor a un coeficiente que varía en el tiempo.

Los principales ajustes a los coeficientes betas desapalancados fueron desarrollados en las secciones anteriores, sin embargo cabe resaltar que tales ajustes tienen por objetivo corregir problemas de sesgos en la estimación de los coeficientes beta, por ejemplo el ajuste de Blume como se dijo procura captar el efecto de reversión a la media en los coeficientes estimados por MCO.

La aplicación de estos ajustes debe guardar consistencia con la metodología de estimación de los mismos. Así por ejemplo, la estimación de betas por filtros de Kalman permite captar la dinámica de la evolución temporal de los coeficientes, por ello si aplicara adicionalmente el ajuste de Blume se podría estar incurriendo en doble contabilización de tales efectos.

2.6 La discusión sobre el Premio por tamaño

Un tema que ha sido muy discutido en la literatura es si corresponde adicionar un premio para aquellas empresas de pequeña escala. 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) luego ha dado lugar para valiosos aportes de la literatura comparada (por ej., (Asgharian and Hanson, 2010); (Fan and Liu, 2008); (Grabowski, and King, 1999)).

(Banz, 1981) 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 de la mano de Grabowski al entrar en contacto con CRSP⁵ de la Universidad de Chicago.

Mornignstar/Ibbotson publica desde 1996 los informes *CRSP 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.

Tabla 7- Rendimiento por Decil y por Capitalización

Decil	Media Geométrica	Media Aritmética	Desvío Estándar
1 – Mayor	9.3	11.0	18.8
2	10.4	12.7	21.4
3	10.9	13.4	23.2
4	10.7	13.6	25.4
5	11.2	14.3	26.0
6	11.2	14.6	27.0
7	11.4	15.2	28.9
8	11.3	15.8	32.7
9	11.3	16.7	36.8
10	12.9	19.8	42.1
Mid-Cap	10.9	13.6	24.3
Low-Cap	11.3	15.0	28.5
Micro-Cap	11.9	17.7	38.5
Mercado	9.8	11.7	19.9

Fuente: Elaboración Propia con base en Duff & Phelps 2019.

La tabla anterior presenta el rendimiento promedio aritmético, geométrico y el desvío estándar para cada decil (de capitalización) del índice NYSE/NYSE AMEX/NASDAQ, para el período comprendido entre 1926-2018. Como se puede ver, a medida que nos desplazamos del decil 1 (compuesto por las empresas de mayor capitalización) hasta el decil 10 (compuesto por las empresas de menor capitalización), la desviación estándar se incrementa, esto significa que las empresas más pequeñas presentan mayor riesgo (medido por la volatilidad) y, consecuentemente los inversores son compensados por asumir este riesgo adicional, a través de una mayor rentabilidad ofrecida por las empresas de pequeña escala.

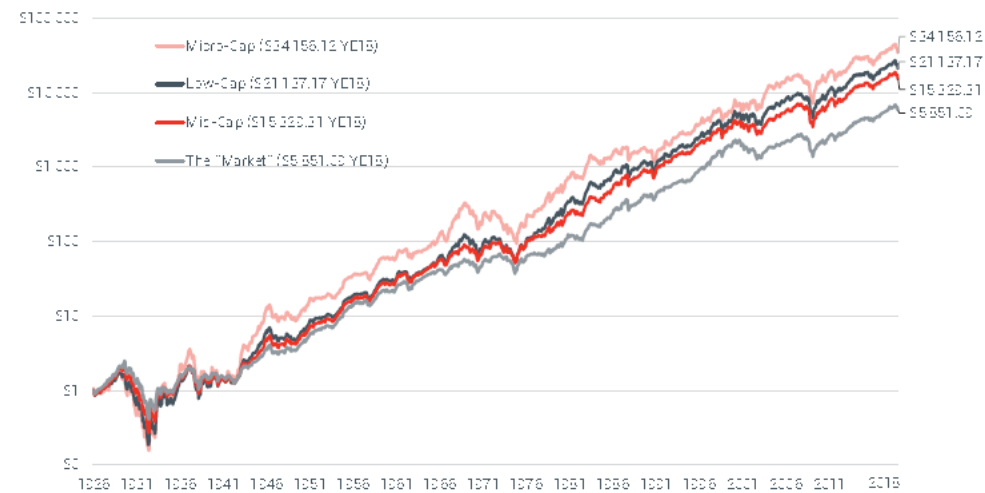
⁵ CRSP: Center for Research in Security Prices de la Universidad de Chicago.

Figura 1 – Evolución del índice de las empresas por capitalización v S&P 500

Exhibit 7.7: Size-Decile Portfolios: Size Grouping Return Indexes

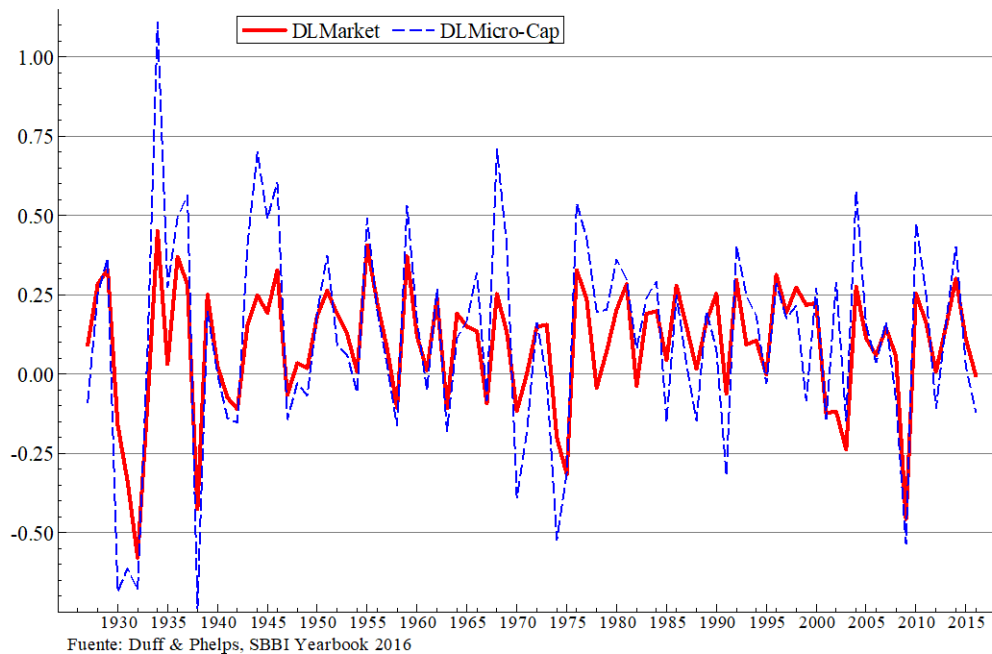
1926 2018

Index (Year-end 1925 = \$1.00)



Fuente: Duff & Phelps 2019.

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



Un caso de aplicación práctica del premio por tamaño en el cálculo de la tasa WACC es el de la Agencia Reguladora de Saneamiento y Energía del Estado de São Paulo (ARSESP). La ARSESP mediante la Nota Técnica N° RTG/01/2014 propuso el costo promedio ponderado del capital para el proceso de revisión tarifaria de las concesionarias de distribución de gas natural del

Estado de São Paulo; en lo referente al premio por tamaño, la ARSESP efectúa las siguientes consideraciones:

- El efecto del tamaño de las firmas en el retorno requerido es un tema que ha sido objeto de análisis por varios autores y de aplicación por algunos reguladores, incluso la propia ARSESP en la revisión tarifaria anterior (2009) consideró este efecto.
- La ARSESP destaca que, habiendo analizado el caso de las distribuidoras eléctricas de Brasil, se observa que las empresas de menor escala presentan niveles de apalancamiento significativamente inferiores a los de las empresas de gran escala (más de 500.000 usuarios); por eso, en caso de que se aplicaran dos niveles de apalancamiento se estaría reconociendo que el costo de capital de las empresas pequeñas es mayor que el de las empresas grandes.

Del análisis anterior la ARSESP concluye que, a la hora de analizar el mercado de distribución de gas natural, es conveniente que el análisis se realice discriminando a las empresas en función de su tamaño. Tal procedimiento puede realizarse de dos formas:

- Por medio de diferentes estructuras de capital
- Agregando un margen al premio de mercado

La ARSESP, en la revisión tarifaria del año 2014, optó por el segundo enfoque, para diferenciar a las empresas de menor escala (GBD e GNSPS) respecto de la empresa de gran escala Comgás. En este contexto y con base en la información de Ibbotson para el código CIU 4924 (distribución de gas natural) calculan una prima por tamaño de 1.32% para ser adicionada en el costo del *equity* de las empresas pequeñas. Así, en la visión de ARSESP, el tamaño pequeño de una empresa constituye un riesgo sistemático adicional que debe ser tenido en cuenta en el cálculo de la tasa de costo de capital.

En la revisión tarifaria del año 2018 la ARSESP cambió el enfoque y optó por incorporar el premio por riesgo por tamaño, en forma implícita, a través de la consideración del endeudamiento histórico promedio de cada una de las empresas consideradas, así se definieron los siguientes ratios de apalancamiento: GBD 0.0%; GNSPS 5.11%, Comgás 44.5%.

2.7 La adaptación del CAPM para los países emergentes o en desarrollo

El CAPM fue diseñado para los mercados de los países desarrollados, por lo tanto es necesario analizar los mecanismos que permiten aplicar dicho modelo a países emergentes o en desarrollo como es el caso de Chile. A continuación, son analizados los abordajes del modelo Calificación del Riesgo País (CCR), modelo Spread de Crédito País, Modelo de Damodaran, entre otros, además de la disquisición entre CAPM Global vs. CAPM Regional que ya fue abordada en la sección 2.4.

2.7.1 Modelo de calificación del riesgo país (CCR)

El modelo CCR (*country risk rating*) basado en la calificación de riesgo país fue desarrollado por (Erb et al., 1995b). La idea por detrás del modelo CCR es inferir los retornos esperados en los mercados en desarrollo a partir de una cierta calificación de crédito y los retornos en los mercados desarrollados. El modelo propuesto por los autores se basa en las calificaciones de crédito de los países.

$$R_t = \alpha + \beta_C C_{t-1} + \varepsilon_t \quad [22]$$

donde:

R_t : Retorno esperado de un país en el período t

C_{t-1} : Calificación de crédito del país en el momento $t-1$

β_C : Coeficiente beta de riesgo de crédito

El modelo CCR representa el retorno adicional a la tasa libre de riesgo que los inversores esperan recibir de una inversión en el portafolio del mercado de acciones ordinarias. Lo interesante de este modelo es que no requiere más dato que la calificación de riesgo país, razón que hace que sea uno de los modelos más usados. El modelo CCR es estimado en forma anual por (Duff & Phelps, 2019a) con base en la siguiente ecuación:

$$k_{e,local} = \alpha + \beta \ln CCR_{local} + \varepsilon \quad [23]$$

donde:

$k_{e,local}$: Retorno esperado del costo del capital propio en el país, en cada país de la muestra

CCR_{local} : Calificación de crédito del país bajo análisis

β_C : Coeficiente beta de riesgo de crédito

El indicador de calificación de riesgo de los países es determinado por Euromoney con base en tres indicadores cualitativos:

- riesgo político (30% de peso, con puntuación de 1 a 100),
- desempeño económico (30%) y
- valoración estructural (10%).

Y tres indicadores cuantitativos:

- indicadores de deuda (10%),
- calificaciones de crédito (10%), y
- acceso a financiamiento bancario y del mercado de capitales (10%).

En el global, las calificaciones de los países que realiza Euromoney van de 1 (menor riesgo) a 100 (máximo riesgo). En el modelo más reciente fueron considerados 72 países, incluyendo los siguientes países latinoamericanos: Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México, y Perú.

Como bien establece (Duff & Phelps, 2019a), el modelo CCR tiene algunos puntos potencialmente débiles, entre los que cabe señalar:

1. Complejidad en la estimación, además de requerir información de los mercados bursátiles de una muestra grande de países;
2. Hay más información disponible de países desarrollados, lo que hace que la muestra tenga cierto sesgo hacia esos mercados;
3. Los resultados son sensibles a la ventana de tiempo considerada. En la estimación reciente fueron usados datos desde 1979 con base en una regresión móvil.
4. Las calificaciones de riesgo por país (de Euromoney o las anteriores) se basan en factores no cuantitativos.

Aplicando el modelo al caso de Chile, desde la perspectiva de un inversor de los Estados Unidos, el costo del capital propio estimado es **7.9%**. Desde la perspectiva de un inversor americano, el costo del capital propio promedio en América Latina es **14.9%**.

Tabla 8 – Modelo CCR (Erb et al., 1995b) (Erb et al., 1995a) desde la perspectiva de un inversor de EE:UU

País	COE US (%) Dic 2018	COE US (%) Mar 2019	CRP (%) Dic. 2018	CRP (%) Mar. 2019	ERP (%) Dic. 2018	ERP (%) Mar. 2019	S&P SCR	Ranking Banco Mundial (de 186)	MSCI Market clasificación	Ranking Regional
Colombia	7.9	8.0	3.3	3.2	11.2	11.2	BBB-	47	Emergente	5 de 20
Argentina			8.3	8.2	16.2	16.2	B	95	Frontera	14 de 20
Brasil			4.4	4.4	12.3	12.4	BB-	55	Emergente	6 de 20
Chile			0	0	7.9	8.0	A+	15	Emergente	1 de 20
México			2.6	2.6	10.5	10.6	BBB+	38	Emergente	2 de 20
Perú			3.2	3.1	11.1	11.1	BBB+	44	Emergente	3 de 20
Uruguay			3.2	3.2	11.1	11.2	BBB	45	-	4 de 20

Fuente: elaborado com base e Duff & Phelps (2019)

Para aplicar este modelo a alguna industria en particular hay que seguir el siguiente procedimiento:

1. Se estima el retorno esperado en dólares según el modelo CCR para el país bajo análisis;
2. Se desapalanca el coeficiente beta del país de referencia, se reapalanca con el apalancamiento que se considera apropiado para el país bajo análisis.
3. Se incorpora la tasa libre de riesgo en dólares que se considere apropiada para los Estados Unidos.

Esta metodología, aplicada sobre un CAPM puro -WACC fue la propuesta por (Bonilla y Asociados, 2017a) para la transmisión de energía eléctrica.

2.7.2 Modelo de Goldman Sachs o de spread de crédito del país (*country yield spread model*)

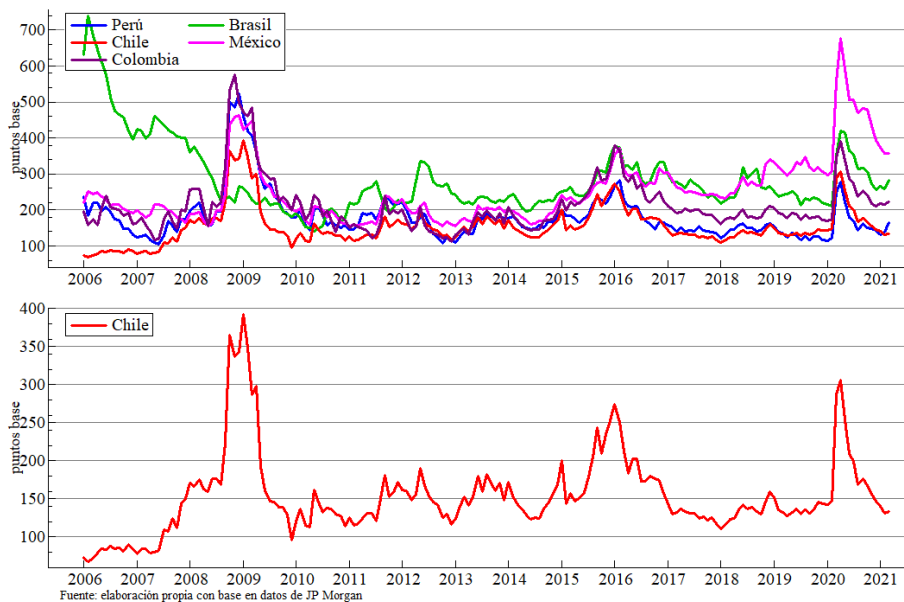
A los efectos de aplicar el modelo CAPM fuera de los Estados Unidos, a inicio de los 90s los técnicos de Goldman Sachs desarrollaron una adaptación práctica del mismo a través de lo que denominaron el modelo de *spread* de crédito del país (*country yield spread model*). Para determinar el valor de retorno esperado por el CAPM para cada país, se le suma al modelo original un premio por riesgo país (CRP).

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*):** El Indicador de Bonos de Mercados Emergentes (EMBI) 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 Chase basado en el comportamiento de la deuda externa emitida por cada país 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, es de uso frecuente por varios reguladores. La Figura 3 muestra la evolución del EMBI para Chile y sus países pares (Brasil, Colombia, Perú y México) desde enero de 2006 al presente. Al respecto, cabe observar que, salvo el caso de Brasil al inicio de la administración de Lula da Silva, los cinco países presentan dinámicas similares, con diferencias en los niveles de riesgo. Chile y Perú presentan tasas con diferencias marginales. Por otra parte se puede ver que, Chile y Perú son los países que presentan históricamente el menor coeficiente de Riesgo País (EMBI+) y ello es consecuencia del desempeño económico e institucional de estos países.

Figura 3 – Evolución del EMBI+ para los países pares de Chile



2.7.3 Modelo de Godfrey and Espinosa

Con un espíritu similar al trabajo de (Erb et al., 1995a), la adaptación más simple del modelo CAPM fue desarrollada por (Godfrey and 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. La especificación matemática es la siguiente:

$$k_i = (R_{f,US} + \text{Credit spread}) + \text{Equity Premium}_{US} * 0.6 * \sigma_i / \sigma_{US} \quad [24]$$

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"⁶ del riesgo país, los autores sugieren aplicar solo el 60% de ese ajuste sobre la base de un estudio de (Erb et al., 1995a) 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.

Es importante notar que el objetivo de los autores fue comparar el costo de capital de invertir en un país emergente con relación al mercado de referencia de los Estados Unidos. Por ende, el coeficiente beta considerado para el mercado de los Estados Unidos fue de 1, porque se trataba del mercado en su conjunto.

⁶ 'double counting'

2.7.4 El enfoque de Ibbotson

Otro abordaje para internacionalizar el CAPM para los países emergentes o en desarrollo es el ajuste propuesto por (Ibbotson Associates, 2008a). 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 en consideración con relación a la cartera del mercado global.

El mecanismo propuesto consiste en ajustar el riesgo sistemático (coeficiente β) por la relación entre la bolsa del país bajo análisis y la bolsa del coeficiente β 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 1970⁷. 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:

$$ERP_W = \frac{ERP_{US}}{\beta_{W,US}} \quad [25]$$

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 coeficiente beta específico β_s para el país en cuestión y luego se aplica sobre ERP_W .

Una aplicación de la metodología propuesta por Ibbotson, pero considerando únicamente el mercado de los Estados Unidos como referencia, consiste en analizar la relación entre el premio por riesgo de la bolsa de un determinado país emergente y el premio por riesgo en el mercado de los Estados Unidos. De esta forma se obtendría un coeficiente $\beta_{CL,US}$ que reflejaría el mayor riesgo de realizar negocios en Chile con relación a los Estados Unidos. Este abordaje se discute en el siguiente punto.

2.7.5 Modelo CAPM Global: la estimación de un 'beta país' para países emergentes

(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 coeficiente 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.

⁷ 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>.

(Ahmed and Satchell, 2019) analizan la validez del CAPM aplicado a los países emergentes. Para eso trabajan con un CAPM condicional, en el que los retornos de 22 mercados emergentes - incluido Chile - no dependen solo del retorno del mercado de Nueva York, sino también de otras variables. El trabajo considera la perspectiva de un inversor estadounidense que busca invertir en índices de mercados emergentes, y considera cómo los diferentes índices de mercados emergentes están expuestos al riesgo del mercado estadounidense. Dada la naturaleza evolutiva de las economías de los mercados emergentes y otros factores globales, buscan un marco que permita la no-constancia de la exposición al riesgo; dicho marco lo proporciona el CAPM condicional.

La aplicación del CAPM Global a las economías emergentes depende de si los retornos esperados de la diversificación internacional de la cartera difieren en cuanto al grado de integración, así se presentan: modelos de fijación de precios de factores locales (si la segmentación es total), modelos de fijación de precios de factores globales (si la integración es total) y modelos de fijación de precios de factores mixtos (si la integración es parcial).

La respuesta a esta pregunta depende de hasta qué punto los rendimientos de las acciones internacionales se deben a factores nacionales y hasta qué punto a factores sectoriales. Por ejemplo, si se consideran las acciones de empresas de transmisión de energía eléctrica con presencia internacional, la pregunta es qué pesa más en su valor, los factores de los países donde operan o los factores propios de la industria. (Bai and Green, 2020), usando econometría de espacio-tiempo (filtro de Kalman) muestran que para los mercados parcialmente integrados, los factores sectoriales nacionales son factores independientes que contribuyen a determinar la rentabilidad de los mercados bursátiles emergentes. En particular, para el modelo GAPM Global, los resultados sugieren una integración parcial: tanto los factores sectoriales como los nacionales son determinantes independientes adicionales de las variaciones transversales de los rendimientos de las acciones.

2.7.6 El enfoque de modelos anidados 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 & Kaplan, 1999), basado en el trabajo 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), considera que el costo del capital puede ser expresado de la siguiente forma:

$$k_j = R_f + \beta_{jw} (RP) + \beta_{jk} (\delta_k) + \delta_j \quad [26]$$

donde:

k_j = costo de capital en el país j

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

β_{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

δ_k = es el premio por el riesgo del mercado regional luego de incorporar el efecto del mercado mundial

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

El δ_j puede ser derivado de la estimación econométrica de:

$$(k_j - R_f) = \delta_j + \beta_{jw}(RP) + \beta_{jk}(\delta_k) \quad [27]$$

donde si todos los efectos están incorporados en el riesgo global (β_{jw}) o en el regional (β_{jk}) entonces δ_j no debería ser estadísticamente diferente de cero.

El costo de capital para una industria i en el país j , para un modelo correctamente especificado, puede ser expresado como sigue:

$$k_i = R_f + \beta_{iw}(RP) + \beta_{ik}(\delta_k) + \beta_{ij}\delta_j \quad [28]$$

Donde las variables son análogas a la ecuación anterior, pero aplicadas a una industria o sector. Para el caso de $\beta_{ij}\delta_j$, el mismo aplica solo en los casos en que se puede identificar alguna variable que explique el retorno de un determinado país y que no esté incorporado en el riesgo global o regional.

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

- Estimación del riesgo sistemático mundial
- Estimación del riesgo sistemático regional
- Estimación del 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. El modelo es bastante más complejo que el propuesto por (Godfrey and Espinosa, 1996), por lo que consideramos que su aplicación en la práctica regulatoria no parece recomendable.

Siguiendo a (Ibbotson Associates, 2008b), este enfoque se centra en la sensibilidad del mercado del país en cuestión respecto de las variables del mercado mundial y regional, por lo tanto, el grado de aplicabilidad de este modelo depende de la calidad del *benchmarking* regional con el que se compare, el autor destaca que, en general, el análisis regional se realiza sobre una base geográfica, cuando lo correcto sería tomar en consideración la vinculación comercial.

2.7.7 El enfoque de Damodaran

(Damodaran, 2019) propone ajustar el CAPM para su aplicación en países en desarrollo incorporando estimaciones del riesgo país. 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 coeficientes betas sería, por construcción, igual a 1. Si, por el contrario, los coeficientes betas fuesen estimados con base en el MSCI, los coeficientes betas son menores a los reportados por el mercado nacional.

Damodaran estima el premio por el riesgo de mercado en un país en desarrollo como la suma de un premio de un mercado maduro más el riesgo país:

$$ERP = BEP_{ref} + CRP \quad [29]$$

donde:

ERP: premio por riesgo de capital propio (*equity risk premium*)

BEP_{ref} : premio base por riesgo de capital propio considerando un mercado maduro como referencia (*Base premium for mature equity market*)

CRP : Premio por riesgo país (*country risk premium*)

Para el caso de Chile, el mercado natural de referencia es, por geografía, los Estados Unidos. Por lo que la discusión refiere a qué período de tiempo se debe considerar y si trabaja con promedios aritméticos o geométricos.

Para estimar el CRP , Damodaran sugiere tres opciones:

1. Trabajar con las calificaciones de crédito de las agencias calificadoras (S&P, Moody's, Fitch, entre otras). Estas calificaciones miden el riesgo de *default* (en lugar del riesgo del inversor). El problema de las calificaciones de riesgo es que las mismas ocurren con intervalos de tiempo variados, lo que puede hacer que se produzcan desajustes entre la calificación y la realidad del país.
2. Trabajar con puntuaciones de riesgos, como las que produce la revista *The Economist*, que va de 0 a 100. Uno de los problemas de estas puntuaciones, según Damodaran, es que operan como cajas negras, pues para evitar ser replicadas a bajo costo, la revista no transparenta los detalles del cálculo. Otro problema es la no linealidad de las puntuaciones, es decir, dados dos países A y B, con puntuaciones de 60 y 30, respectivamente, no quiere decir que el país A tenga el doble de riesgo que el país B, lo que dificulta su aplicación.
3. Medidas basadas en el mercado:
 - a. Spread de los bonos emitidos por el gobierno; se toma un bono emitido por el gobierno en dólares o euros y se le deduce el equivalente de un bono de los Estados Unidos o de Alemania;
 - b. *Credit Default Swap Spreads*: Como son instrumentos que se actualizan en forma sistemática reflejan mejor la situación que simplemente considerar los *spreads* de la emisión de bonos. Se considera el CDS a 10 años y se lo netea del CDS de Estados Unidos.
 - c. Para estimar el riesgo país, además de los *spreads* de riesgo que reportan las empresas calificadoras de riesgos, otra opción es considerar los riesgos relativos de cada mercado medidos a través de la volatilidad:

$$\text{Desvío estándar relativo}_{Cl} = \frac{\text{Desvío estándar}_{Cl}}{\text{Desvío estándar}_{us}} \quad [30]$$

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

$$ERP_{Cl} = ERP_{us} \times \text{Desvío estándar relativo}_{Cl} \quad [31]$$

La especificación inicial desarrollada por Damodaran para el caso de Chile es la siguiente:

$$K_{e,cl} = R_{f,us} + (\beta_{us} \times RP_{us}) + \lambda \times \left((R_{Cl,us} - R_{f,us}) \times \frac{\sigma_{stock}}{\sigma_{bond}} \right) \quad [32]$$

Es importante destacar que la volatilidad del mercado depende de su liquidez, siendo que a mayor liquidez mayor volatilidad, por lo tanto se pueden presentar situaciones contraintuitivas en que el desvío estándar del país emergente sea menor que el del país de referencia⁸.

La Tabla 9 presenta la estimación del Riesgo país según Damodaran. El riesgo país para Chile, a julio de 2019, se encuentra en el rango 0.79%-0.81%. En términos de Premio por Riesgo de

⁸ Una situación como la descrita se dio para el año 2018 en Chile.

Capital propio en Chile está en el rango 6.75%-6.77%, valores que son después de impuestos.

Tabla 9 – La estimación del Premio por Riesgo País según Damodaran (2019)

País	Moody's rating	Rating's based default spread	Total ERP	Country RP	Sovereign CDS, net of US	Total ERP 2	Country RP2
Brasil	Ba2	3.39%	9.35%	3.39%	2.57%	8.53%	2.57%
Chile	A1	0.79%	6.75%	0.79%	0.81%	6.77%	0.81%
Colombia	Baa2	2.15%	8.11%	2.15%	2.07%	8.03%	2.07%
Perú	A3	1.35%	7.31%	1.35%	2.05%	8.01%	2.05%
México	A3	1.35%	7.31%	1.35%	1.31%	7.27%	1.31%
Estados Unidos	Aaa	0.00%	5.96%	0.00%	0.00%	5.96%	0.00%
Fuente:	http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/						

Donde:

Total ERP: Premio Total por Riesgo de Mercado, derivado del índice S&P 500. Por ejemplo, el valor de 5.96% para Estados Unidos surge de dividir el total de ganancias (*earnings*) para el año 2018 por el valor del índice S&P 500 al final del período. Las ganancias surgen de la diferencia de cotización de las acciones más los dividendos.

Moody's ratings: Calificaciones de riesgo soberano de Moody (<http://www.moodys.com>)

Country risk premium: spreads de crédito soberano basados en el *rating*

CDS spreads: spreads de crédito soberano según Bloomberg.

Total ERP 2: Premio Total por Riesgo de Mercado.

2.7.8 Riesgo soberano versus riesgo país

Como se vio en las secciones anteriores, la literatura sobre la aplicación del CAPM para países en desarrollo recomienda su ajuste con la inclusión, de alguna forma, del riesgo país. En este sentido un punto importante a destacar 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 públicos. Esto lleva a diferenciar entre riesgo país y riesgo soberano. Con la crisis económica de Grecia la discusión que había quedado relegada, ha ganado nuevos bríos (Longstaff et al., 2011) (Gültekin-Karakaş et al., 2011).

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 incluye el riesgo por invertir en el país a través del coeficiente de riesgo sistemático (beta) ajustado por el "riesgo comercial" de hacer negocios en el país en cuestión.

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. Es importante tener en cuenta que, 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.

2.7.9 Fortalezas y debilidades de los modelos analizados

En la tabla siguiente se resumen las principales fortalezas y debilidades de los métodos analizados.

Tabla 10 – Matriz de Fortalezas y Debilidades de los modelos de CAPM

Modelo de Internacional. del Capital	Fortalezas	Debilidades
CAPM global	<ul style="list-style-type: none"> - Funciona correctamente en países está integrados, o en empresas que operan en muchos países. 	<ul style="list-style-type: none"> - Supone que no hay diferencias estructurales entre países. - Requiere que el país "local" tenga un historial del mercado de bonos y del mercado de valores. - No funciona bien en mercados emergentes.
CAPM regional	<ul style="list-style-type: none"> - Permite la consideración de Factores Regionales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere que el país "local" tenga un historial del mercado de bonos y del mercado de valores. - No funciona bien en mercados emergentes.
Enfoque de Damodaran	<ul style="list-style-type: none"> - Introduce una medida de integración económica a nivel de empresa. - Considera que no todo el riesgo comercial de invertir en un país es diversificable. 	<ul style="list-style-type: none"> - Es complejo de aplicar. - Requiere un historial del mercado de valores y bonos del país local. - La volatilidad del mercado depende de la liquidez
Modelo de spread de crédito (Goldman Sachs)	<ul style="list-style-type: none"> - Intuitivo. - Fácil de implementar 	<ul style="list-style-type: none"> - Requiere que el país local emita deuda en dólares, o que se cuente con una estimación de EMBI+ - Puede tener sesgos si el riesgo soberano no es una buena proxy del riesgo comercial.
Modelo de volatilidad relativa (Godfrey Espinosa)	<ul style="list-style-type: none"> - Intuitivo. - Fácil de implementar 	<ul style="list-style-type: none"> - No funciona correctamente en mercados de capitales poco diversificados. - Los resultados son sensibles al periodo seleccionado para calcular la desviación estándar de los rendimientos.
Modelo de calificación del riesgo país	<ul style="list-style-type: none"> - Intuitivo. - Se puede aplicar a un número significativo de países. - No requiere mercados de capitales desarrollados. 	<ul style="list-style-type: none"> - Complejidad. - Requiere acceso a datos de calidad sobre la rentabilidad del mercado de valores de un gran número de países. - Sesgo: Los datos del mercado de valores y de la calificación crediticia están disponibles para los países más desarrollados. - Los resultados son sensibles al periodo seleccionado. - Calificaciones crediticias utilizadas en el Modelo CCR se basan (al menos en parte) en factores cualitativos que están sujetos a juicio.

Fuente: Elaboración Propia con base en (Duff & Phelps, 2019a)

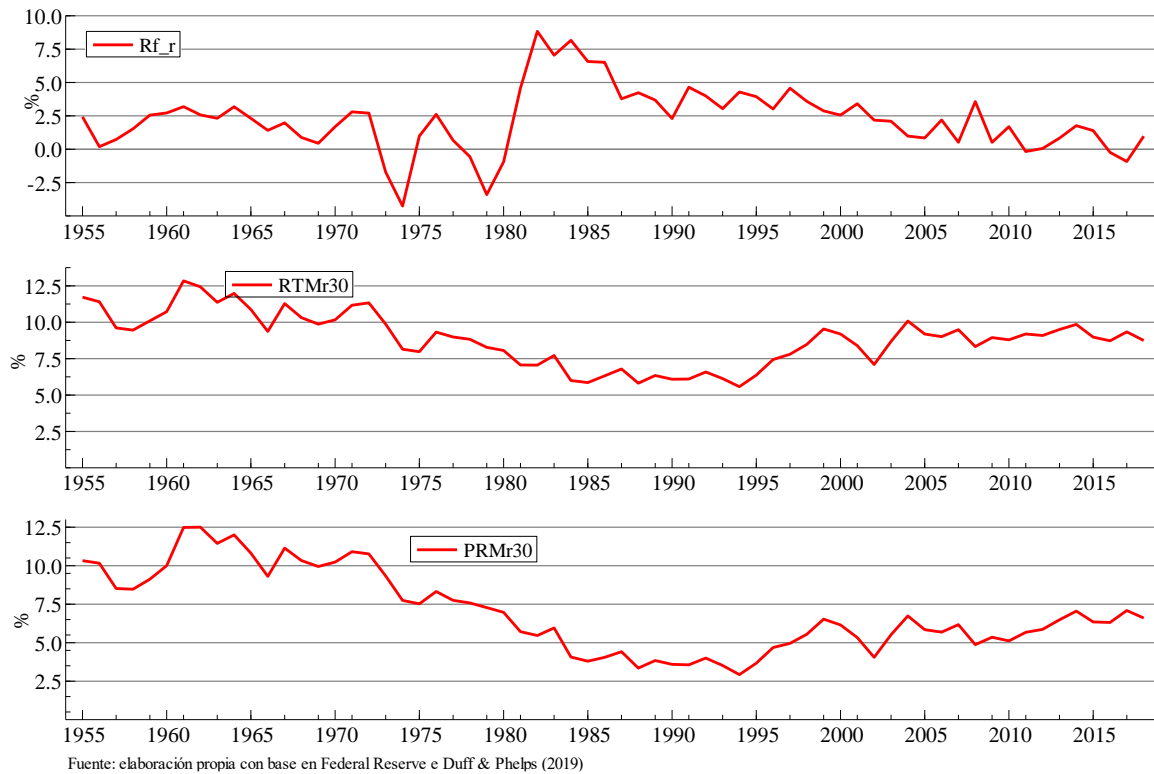
2.8 Series en términos reales versus nominales

Un error frecuente al estimar el PRM es trabajar con series históricas en valores nominales y luego hacer el ajuste por inflación con base a la expectativa de inflación a la fecha de realizar el cálculo, lo que puede generar una importante sobreestimación del PRM. En efecto, y como muestra CEPA (CEPA, 2018a) en su informe para la Ofgem, es más correcto trabajar con series reales de retornos y tasas de interés en vez de considerar tasas nominales y luego ajustarlas por la inflación esperada.

La siguiente figura muestra la evolución de la tasa libre de riesgo, retorno total del mercado (RTM) y prima por riesgo de mercado (PRM) en valores reales considerando una media móvil de 30 años para el RTM y el PRM a partir de 1955 (postguerra). Es importante notar que si el cálculo se hiciera en valores nominales, al tomar el RTM nominal menos la inflación actual es probable que se sobreestime el RTM, debido a que la inflación histórica es más alta que la esperada; atento a ello, la mayoría de los reguladores europeos trabajan con valores reales en las series. El gráfico siguiente arroja luz sobre varios puntos:

- Si bien las tasas de interés en valores nominales están en su mínimo histórico, si se consideran las tasas reales de interés, corregidas por la inflación de cada año, vemos en los años 70 tasas reales de interés negativas (aún más que las actuales). Por otro lado, considerar un promedio de largo plazo de la tasa libre de riesgo para proyectar su corto plazo puede conducir a errores.
- Como consecuencia del fuerte movimiento de la tasa de interés, el PRM muestra cambios más bruscos que el RTM.
- El RTM en términos reales muestra cambios importantes en el tiempo, ubicándose en los últimos 20 años en el entorno de 8-10% real, mientras que el PRM se ubica en el rango de 5-7% real, más cercano a 6%.

Figura 4 – Evolución de la tasa de interés libre de riesgo, RTM y PRM en valores reales, media móvil de 30 años



2.9 Premio por riesgo de mercado en moneda extranjera o local

Un aspecto importante que no hay que soslayar es la discusión acerca si el PRM debe ser estimado en pesos chilenos o dólares (u otra moneda fuerte extranjera).

Bajo el supuesto de paridad cambiaria (ppp^9), e integración perfecta de Chile al mercado internacional, el PRM en pesos chilenos (CLP) debe ser igual al PRM en dólares, es decir,

$$(1 + Ke_{CLP} a_t^r) = (1 + Ke_{US,t}^r) \cdot \frac{(1+p_t^*) \cdot (1+s_t)}{(1+p_t)} \quad [33]$$

Donde:

p_t^* : inflación internacional esperada (EE: UU o una canasta de países)

s_t : devaluación esperada del peso chileno

p_t : inflación esperada para Chile

Si la expectativa es que en el período tarifario el supuesto de ppp se sostenga, entonces las tasas reales arbitran; si, por el contrario, la expectativa es que el país pase por un proceso de depreciación (apreciación) de su moneda, entonces el retorno real en pesos debe ser superior (menor) al retorno real en dólares. (Calderón and Duncan, 2003) encontraron evidencia que soporta la hipótesis de la ppp en el largo plazo, fruto de un análisis con una perspectiva de muy largo plazo, pero infelizmente el trabajo ya tiene casi 20 años.

Otra posibilidad es pasar de una tasa estimada sobre el supuesto de ppp a una estimada sobre

⁹ Purchasing Power Parity (ppp);

el supuesto de paridad de tasas de interés (uip^{10}):

$$Ke_{CLP,t} = \left[\frac{(1+Ke_{USA,t})^n * (1+swap_{CLP,n,t})^n}{(1+swap_{USD,n,t})^n} \right]^{1/n} - 1 \quad [34]$$

donde:

$Ke_{COP,t}$: costo del capital propio en pesos chilenos para la actividad a en el momento t

$Ke_{USA,t}$: costo del capital propio en dólares de los EUA para la actividad a en el momento t

$\frac{(1+swap_{CLP,n,t})}{(1+swap_{USD,n,t})}$: Diferencial de tasas de interés en pesos y dólares, considerando las tasas swap libor en CLP y USD, respectivamente.

(Bevilacqua, 2006) examina la relación entre la ppp y la uip para el caso de Alemania y los EUA, y muestra que ambas relaciones se comportan de forma no estacionaria, por lo que no es necesario ajustar el PRM de referencia para llevarlo a valores locales.

Cabe notar, una vez más, que la legislación chilena establece que la tasa de costo de capital o tasas de descuento deben ser calculadas en moneda nacional, por lo que la única forma de usar directamente el PRM estimado sobre la base de un mercado desarrollado es que se sostenga la equivalencia de PRM en dólares y pesos, es decir que se verifique el arbitraje de tasas o bien la ppp , éste es el enfoque con que el caso chileno fue abordado y es el que está implícito en la normativa.

2.10 El impacto de la pandemia por Covid-19 en el costo de capital

Un estudio de costo de capital a realizarse en el año 2019 no debe omitir analizar el impacto de la pandemia por coronavirus (COVID-19) en el premio por riesgo de mercado y el riesgo sistemático.

Atento a ello, empresas dedicadas a analizar la evolución del costo de capital en el mundo, como es el caso de Duff & Phelps, han analizado potenciales impactos del COVID-19 (Duff & Phelps, 2020).

El COVID-19 está afectando a las empresas de todo el mundo al interrumpir las cadenas de suministro, los viajes, la producción y el consumo, amenazando las operaciones y los mercados financieros. Las empresas están navegando por una nueva realidad y se enfrentan a retos de valoración con respecto a la elaboración de sus proyecciones financieras, estimaciones de costes de capital, referencias de mercado fiables, etc.

A los efectos prácticos, el análisis del impacto del COVID-19 en el PRM y el riesgo sistemático puede ser abordado de la siguiente manera:

- A través de promedios con pesos crecientes para determinar el PRM, es decir, las observaciones más recientes cobran más peso recogiendo de forma fácil e intuitiva la coyuntura.
- A través de estimaciones de coeficientes betas realizadas con econometría estructural con base en el filtro de Kalman (Harvey, 1989). En efecto, el uso de econometría tradicional (mínimos cuadrados ordinarios o similares) no lograr captar las alteraciones en el riesgo sistemático del retorno de las acciones de un determinado activo, por lo que no es una metodología recomendable en el contexto de COVID-19.

¹⁰ Uncovered Interest Rate Parity (uip)

3 ANÁLISIS DE LAS ESTIMACIONES DE TASA DE COSTO DE CAPITAL REALIZADAS EN CHILE

3.1 Distribución de Gas de Red

3.1.1 Análisis del Estudio realizado por Estudios Energéticos Consultores, 2016

En primer lugar es importante contextualizar el marco normativo vigente a la fecha de la realización del estudio de la consultora Estudios Energéticos Consultores del año 2016; en dicha fecha la normativa del sector de distribución de gas natural se encontraba en proceso de análisis y discusión en el Congreso, por lo que la normativa vigente databa del Decreto con Fuerza de Ley 323/1931 del Ministerio del Interior, cuya última modificación relevante y vigente correspondía a la de la Ley No 18.856 del año 1991. Sin embargo, se contaba con el proyecto de ley que posteriormente se convirtió en la Ley 20999 (Congreso Nacional de Chile, 2017), que modifica la Ley de Servicios de Gas y otras disposiciones, y que define el marco normativo para la determinación de la tasa de costo de capital.

En este contexto, la propuesta de Estudios Energéticos Consultores para el tratamiento del costo de capital para empresas reguladas fue abordada a través de una adaptación del modelo de fijación de activos de capital (CAPM), lo que es adherente a lo establecido en la normativa chilena.

3.1.1.1 Metodología propuesta

La metodología propuesta toma como base el modelo CAPM con algunas adaptaciones para la realidad chilena, la especificación matemática propuesta es la siguiente:

$$TCC_{Cl}^* = r_{f_{Cl}}^* + \beta_a (E(RM_{Cl})^* - r_{f_{Cl}}^*) + \lambda \quad [35]$$

donde:

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

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

β_a = riesgo sistemático del activo (beta desapalancado o beta del activo)

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

λ = factor individual por zona de concesión

El tratamiento metodológico para cada uno de los componentes de la fórmula antes descripta se resume a continuación:

- **Tasa libre de riesgo:** Se calculó una tasa de rentabilidad libre de riesgo real para el mercado chileno, definida a través del promedio de los seis meses previos de la tasa del título BCU en UF de 10 años de plazo. El consultor, a través de un análisis basado en el modelo “CAPM Global” definido por Stulz (1999) sobre el que se incorporó el EMBI+ como proxy, como sugiere el modelo de Godfrey y Espinoza (1996), demuestra que esa tasa incluye la tasa libre de riesgo internacional y un componente por riesgo local. Por otra parte, cabe destacar que la selección del instrumento de deuda escogido es consistente con el trabajo realizado por Walker (2006). Finalmente, la selección de 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, además de estar en línea con la determinación regulatoria.
- **Riesgo sistemático:** Para determinar el coeficiente beta, o riesgo sistemático, se recurre a una referencia internacional para la industria de distribución de gas natural, en este caso se aplica el valor determinado por la consultora internacional Duff & Phelps en su *Valuation Handbook* de costo de capital para industrias de marzo de 2016. Se utiliza el coeficiente beta con el ajuste de Blume desapalancado mediante 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 significativa en relación a la ecuación de Hamada. La elección de adoptar un valor ya calculado, en lugar de calcularlo el propio consultor, se sustenta en la confiabilidad y facilidad para obtener la información en términos de costos que representan los informes de Costo de Capital para la Industria que produce esta firma consultora.

- **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 ($r_{f_{Cl}}$). El consultor aplicó el siguiente procedimiento para determinar el PRM para Chile:
 - Se determina el “riesgo comercial” de hacer negocios en Chile. Para ello se estima el coeficiente beta país, β_{Cl} , que mide la relación entre el spread de la bolsa del mercado de Santiago, y el spread del mercado de Nueva York (1.035-1.09).
 - Se estima la tasa nominal esperada de retorno del mercado chileno, valor que tiende a $1.035 \cdot E(RM_{US})$ o $1.09 \cdot E(RM_{US})$, dependiendo de la forma de estimación.
 - Se calcula el retorno del mercado como 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. La propuesta de utilizar una ventana temporal de 30 años se debe a las consideraciones de Duff & Phelps, así, un período de 30 años es suficiente como para no estar influido de forma significativa por *shocks* coyunturales, 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.
 - Dado que el valor estimado en el punto anterior es el valor nominal que arbitra para un inversor internacional el mercado chileno, por lo que solo resta aplicar un ajuste por inflación.
- **Factor individual por zona de concesión:** este factor no fue incorporado por el consultor, dado que el mismo debía ser estimado en la forma que debía establecer un reglamento específico. Sin embargo cabe resaltar que este factor 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).

3.1.1.2 Resultados

Los resultados obtenidos son los que se presentan a continuación:

- **Tasa libre de riesgo:** para el período abril 2016 y septiembre 2016, se arriba a una tasa promedio de 1.4% real anual.
- **Riesgo sistemático:** El valor del coeficiente beta para la industria de distribución de gas natural estimado por Duff & Phelps es de 0.5.
- **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. Este valor, afectado por un coeficiente beta país de 1.035, genera retornos esperados para Chile de 12.2%. Para obtener la tasa de retorno real esperada, hay que descontar la inflación esperada, (1.52%) para el período abril 2016 a septiembre 2016. Deflactando el retorno nominal esperado se obtiene que el retorno esperado del mercado en Chile, en términos reales, de 10.6%. Descontando la tasa libre de riesgo real, el PRM, con los valores adoptados queda en 9.2% real.
- **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%. Considerando un principio de prudencia regulatoria, para determinar el costo de capital real se sugiere adoptar el valor superior del intervalo, es decir, 6.31%.

3.1.1.3 Consideraciones sobre el Estudio Analizado

La metodología propuesta cuenta con una serie de atributos que la hacen aplicable a la distribución de gas de red en Chile:

- Cumple cabalmente con la normativa vigente y con la metodología en discusión en el Congreso, a la fecha de la realización del estudio, esta propiedad convierte a la metodología en un instrumento de política regulatoria adecuado para los fines considerados por el regulador.
- Consistente con sustento teórico: la metodología para determinar cada uno de los componentes de la tasa de costo de capital está alineada con los principios estándares de las finanzas corporativas y con los avances más recientes en la literatura especializada.
- Sencillez y facilidad de replicación: la fórmula para la determinación de la tasa de costo de capital es relativamente sencilla y no requiere de demasiados parámetros estimados en forma exógena, quizás una mención especial puede realizarse respecto del parámetro de “riesgo comercial” de hacer negocios en Chile β_{Cl} , que se determina mediante técnicas econométricas.

En lo que respecta a la metodología de estimación del “Beta País” o riesgo comercial de hacer negocios en Chile, en el estudio se especifica un modelo con dos variables (SP500 y EMBI+), pero al momento de calcular el parámetro retorno de mercado se omite incluir el EMBI+.

Este procedimiento se justifica debido a que la inclusión del EMBI+ tiene por objetivo evaluar si el valor de ‘riesgo comercial’ estimado en 1.04 no se debe a la omisión de una variable relevante como es el caso del ‘riesgo país’, siguiendo la especificación del modelo de Godfrey y Espinoza (1996). Es decir se procura testear si existe otra variable que pueda explicar la diferencia en los rendimientos de la bolsa de Santiago y el mercado internacional que no obedezca a riesgo comercial.

En este sentido el consultor verifica que la omisión del riesgo país hace que el ‘beta país’ sea sobreestimado, es decir, el impacto del riesgo país es negativo, lo que demuestra que desde, una perspectiva *expost*, las caídas en la bolsa se relacionan a aumento del riesgo país, de este modo, las 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 reducción de posiciones en acciones chilenas.

Resumiendo, la incorporación del EMBI+ tiene por objetivo captar el efecto de otras variables sobre el riesgo comercial. Sin embargo no es correcto incluir el EMBI+ en el mecanismo de internacionalización del rendimiento de mercado, ya el efecto del riesgo país está incorporado en la tasa libre de riesgo y se podría estar incurriendo en doble contabilización, por lo tanto el procedimiento aplicado por el consultor resulta consistente.

3.1.2 Informe Técnico Preliminar, 2017

Mediante Resolución Exenta N° 138 del 22 de Marzo de 2017 la CNE aprueba el Informe Técnico Preliminar que fija la Tasa de Costo de Capital que será de aplicación para el cuatrienio 2018-2021, como así también el costo de capital aplicable a los chequeos de rentabilidad de los períodos 2016 y 2017.

En dicho Informe la CNE adopta la metodología propuesta por Estudios Energéticos Consultores y determina cada componente de la Tasa de Costo de Capital conforme los criterios generales que se describen a continuación:

- **Tasa libre de riesgo:** para seleccionar el instrumento de deuda se analizan las condiciones de liquidez y estabilidad de los títulos de deuda del Banco Central y del Tesoro Nacional, respecto de la liquidez (cantidad de transacciones y monto negociado) los títulos que resultan aplicable son los Bonos del Banco Central a 10 años ajustables en

UF (BCU-10), seguidos por los Bonos del Tesoro Nacional (BTU-10). En lo que respecta a la estabilidad de los títulos, el análisis de los desvíos estándares de los rendimientos arroja como el siguiente ranking BCU-20, BCU-30 y BCU-10. Por lo tanto, del análisis conjunto se selecciona como instrumento el correspondiente a los bonos BCU-10 años.

- **Premio por Riesgo de Mercado:** la rentabilidad esperada del mercado diversificado o rendimiento de mercado, se calcula con la metodología de CAPM con base en el mercado de los Estados Unidos y con la correspondiente adaptación a los países emergentes. La metodología adoptada es la propuesta por el consultor, que consiste en adaptar el modelo de CAPM a la realidad de Chile a través de la incorporación de un coeficiente “beta país” (1.035) que mide el riesgo comercial de hacer negocios en países emergentes.
- **Coefficiente de Riesgo Sistemático:** siguiendo el enfoque propuesto por el consultor, la CNE determina el riesgo sistemático a partir de una referencia internacional dada por los valores calculados por Duff&Phelps en su Valuation Handbook, se consideran los coeficientes beta “desapalancados” y con ajuste de Blume.
- **Factores Individuales por zona de Concesión:** para determinar este componente de la tasa de costo de capital, la CNE sigue los lineamientos establecidos por la Resolución Exenta 117 de 2017.

En conclusión, la metodología aplicada por la CNE para la determinación de la Tasa de Costo de Capital, es la propuesta metodológica definida por el Consultor, en virtud que dicha metodología es consistente con los criterios establecidos en el artículo 32 de la Ley de Servicios de Gas.

3.1.3 Gas de Red – Revisión de las observaciones

Las observaciones que las empresas distribuidoras efectuaron a la metodología desarrollada por el Consultor y aplicada por la CNE en el Informe Preliminar se resumen a continuación:

3.1.3.1 Tasa Libre de Riesgo

Gas Sur: argumenta que la duración del título de deuda debe ser consistente con la duración de los flujos de efectivo, por lo tanto sugiere el empleo del título BCU-20 o BTU-20 en lugar del título BCU-10.

Metrogas: efectúa la misma observación que Gas Sur, sugiere el empleo del título BCU-20.

3.1.3.2 Premio Riesgo de Mercado

Gas Sur: En lo que se refiere a la aplicación del modelo CAPM a países emergentes observa que el coeficiente “Beta País” calculado por el consultor se encuentra en el rango 1.035-1.09, sin embargo la CNE aplica el límite inferior de dicho rango.

Metrogas: Observa la aplicación de un valor de 1.035 consistente con el límite inferior del rango.

Intergas: cuestiona la selección del mercado de Estados Unidos como referencia para el cálculo del Premio por Riesgo de Mercado, propone que, en su lugar, se recurra al índice de la Bolsa de Valores de Santiago (IGPA).

3.1.3.3 Coeficiente Riesgo Sistemático

Gas Sur: Respecto del coeficiente Beta Desapalancado, observa la aplicación del valor Beta estimado por Duff&Phelps para los Estados Unidos y propone la aplicación de los coeficientes beta estimados por Damodaran para la industria Oil/Gas Distribution de países emergentes.

Metrogas: observa la aplicación del valor Beta estimado por Duff&Phelps para los Estados Unidos y propone la aplicación de coeficientes de ajustes por Riesgo Regulatorio como los determinados por Alexander Meyer y Weeds (1996).

Gas Valpo: Considera que el coeficiente beta estimado por Duff&Phelps no capta el verdadero

riesgo operacional que enfrentan las empresas distribuidoras de gas de red en Chile, sostiene que las empresas de Chile están expuestas a riesgos mayores debido a consideraciones de mercado (mayor cantidad de sustitutos próximos), inestabilidad de la demanda (Gas Valpo presenta un mayor ratio de ingresos industriales/total que las empresas de USA), y marco regulatorio (la prestación del servicio en Chile es libre, sujeto a chequeo de rentabilidad). Por todo ello la propuesta de Gas Valpo es considerar el coeficiente beta estimado por Damodaran para la industria Oil/Gas Distribution, para los Estados Unidos.

Intergas: Cuestiona la incorporación de Betas de empresas de los Estados Unidos, considerando que existen diferencias en el marco regulatorio y diferencias en las condiciones de mercado que tienden a subestimar el verdadero riesgo sistemático. Sugieren aplicar un coeficiente de 0.7 que es un valor menor al obtenido con la metodología aplicada por Le Fort (2014), y es menor al resultante de aplicar el ajuste de Alexander (1996).

3.1.3.4 Consideraciones Respecto de las Observaciones

Todas las observaciones relacionadas con los componentes tasa libre de riesgo, premio por riesgo de mercado y riesgo sistemático fueron “no acogidas”, fundadamente por parte de la CNE.

Tasa libre de riesgo: la sugerencia de utilizar los títulos BCU-20 o BTU-20 no resulta procedente dado que dichos títulos posee peores indicadores de liquidez y estabilidad que los títulos correspondientes a 10 años. Otro punto importante para destacar en cuanto a la correspondencia de los plazos del título y del flujo del proyecto es que la correspondencia no debe considerarse respecto de la vida útil de los activos, sino respecto del flujo comercial, el cual es próximo a 10 años.

Premio por riesgo de mercado: la metodología propuesta de tomar como referencia el mercado de los Estados Unidos se basa en la premisa de que los mercados de los países emergentes presentan problemas de diversificación (generalmente las empresas listadas en los índices agregados del mercado corresponden a servicios bancarios y financieros), poca representación de las empresas que cotizan en bolsa, baja estabilidad y reducido volumen de comercialización, etc. Por ello para proyectar el premio por riesgo de mercado con base en datos históricos es necesario recurrir a economías desarrolladas.

Riesgo Sistemático: En lo que respecta a la sugerencia de utilizar las estimaciones realizadas por el profesor Damodaran para la categoría Oil/Gas Distribution, debe aclararse que la normativa establece que los betas deben ser calculados para la distribución de gas de red, por lo que considerar una categoría integrada puede no reflejar los riesgos específicos de la actividad de distribución de gas natural.

Por otra parte, considerar el coeficiente Beta de países emergentes, junto con un modelo que internaliza el Premio del Riesgo de Mercado mediante un coeficiente Beta País es una doble contabilización de los efectos del mayor riesgo de los países emergentes.

En cuanto a la sugerencia de incorporar el premio por riesgo regulatorio conforme la metodología de (Alexander et al., 1996b), se considera que la estimación del riesgo regulatorio realizada hace 25 años difícilmente puede reflejar las condiciones actuales de prestación de los servicios bajo análisis. Adicionalmente cabe destacar que la investigación de Alexander determina el premio por diferencia en los esquemas regulatorios para algunas categorías de esquemas regulatorios, bajo las condiciones actuales de prestación de los servicios, los mismos pueden no encuadrar específicamente en tales categorías.

En lo referente a los riesgos derivados de ciertas condiciones del mercado como ser mayor cantidad de sustitutos próximos, inestabilidad de la demanda, entre otros, se considera que estos componentes deben estar considerados en el *factor individual por región*, y que incorporarlos en el beta generaría una doble contabilización.

3.1.4 Gas de Red – Discrepancias

Las observaciones que fueron mantenidas como discrepancias son las que se listan a continuación:

- **Tasa Libre de Riesgo:** se presentaron discrepancias respecto al empleo de títulos de deuda a 10 años. El argumento de la CNE es el siguiente, “No es correcto comparar directamente la vida útil de los activos con el plazo del tipo de instrumento. Corresponde considerar la duración económica (el sentido de Macaulay)”. Así, la duración de un proyecto de 40 años se determina entre 10,3 y 12,9 años, dependiendo de la tasa de descuento considerada. El dictamen del Panel de Expertos, por unanimidad rechaza la petición de la empresa.
- **Riesgo Sistemático:** las discrepancias están dadas por la consideración de diferencias de modelos regulatorios, riesgo del mercado chileno no comparable al de Estados Unidos, y mercado relevante para estimar el riesgo sistemático no es sólo distribución de gas. El argumento de la CNE consideró adecuado aplicar el valor de riesgo sistemático determinado por Duff & Phelps para la industria de distribución de gas, dado que otras estimaciones como Damodaran presentan problemas de selección de la muestra.

Respecto de las diferencias en el esquema regulatorio, el Panel dictamina que es erróneo afirmar que en la industria del gas por redes en Chile se emplea, como regla general, un régimen de regulación por incentivos, puesto que su aplicación está condicionada a la concurrencia de circunstancias especiales. En el mismo sentido, las empresas chilenas de distribución de gas tienen mayor flexibilidad para enfrentar cambios en las condiciones de mercado que sus correspondientes de EE.UU., pues tienen libertad para realizar los ajustes tarifarios necesarios siempre y cuando no excedan su tasa de rentabilidad máxima, que como se ha dicho corresponde a su tasa de costo de capital más 3%.

Respecto del riesgo de demanda, el Panel considera que no hay antecedentes sólidos para afirmar que la demanda residencial sea más elástica al precio en Chile que en los EE.UU., y tampoco se han aportado antecedentes, internacionales o locales, de que la demanda industrial por gas natural sea más elástica que la demanda residencial.

En lo referente a la utilización de betas de la categoría Oil/Gas de Damodaran el Panel considera que el Gas Natural y el petróleo no son sustitutos próximos, por ello es inapropiado usar en la estimación del beta de las empresas distribuidoras de gas en Chile el promedio de los betas de una muestra de empresas que distribuyen petróleo y gas natural en los EE.UU.

Respecto de la muestra de empresas para calcular el Beta, el Panel considera que la muestra propuesta por Metrogas es adecuada, pero el criterio de filtro de eliminar empresas con estadísticos t-Student menores a 2 o betas cercanos a cero tiende a sobrestimar el verdadero valor del coeficiente, por lo que adopta el valor de 0.5.

Por otra parte cabe destacar que, en lo relacionado con el premio de riesgo de mercado, el Panel de Expertos opinó en su dictamen que el mismo se encontraba sobrevaluado al compararlo con el calculado por Damodaran, sin embargo, no correspondía pronunciarse al respecto dado que no fueron formuladas discrepancias sobre dicho componente de la tasa de costo de capital.

3.2 Transmisión de Energía Eléctrica

El artículo 119° de la Ley General de Servicios Eléctricos establece que la Comisión Nacional de Energía deberá licitar un estudio que defina la metodología de cálculo de la tasa de descuento y los valores de sus componentes. Atento a dicho requerimiento, la Comisión Nacional de Energía, licitó la realización de un estudio para el cálculo de la tasa de descuento que se va a utilizar para determinar la anualidad del valor de inversión de las instalaciones de transmisión y los otros fines establecidos en la Ley, para el cuatrienio 2020-2023. Dicho informe corresponde al Informe

Final del Estudio “Metodología de cálculo para la tasa de descuento de una empresa eficiente de transmisión eléctrica”, desarrollado por el consultor Bonilla y Asociados, (Bonilla y Asociados, 2017b).

3.2.1 Análisis del Estudio realizado por Bonilla y Asociados, 2017

Siguiendo lo establecido en el artículo 118° de la Ley General de Servicios Eléctricos, “la tasa de descuento será la tasa de rentabilidad libre de riesgo más el premio por riesgo multiplicado por el valor del riesgo sistemático”. El Consultor, por lo tanto, postula la aplicación de un modelo CAPM.

3.2.1.1 Metodología propuesta

La metodología propuesta para la determinación de cada uno de los elementos que componen el modelo CAPM, propuesto por el consultor se detalla a continuación:

- **Tasa libre de riesgo:** El consultor interpreta que la normativa se refiere a la Tasa Interna de Retorno (TIR) de un Bono del Banco Central de Chile (BCU) o de un Bono de la Tesorería General de la República de Chile (BTU), ambos en UF, transado en el mercado secundario, que sea líquido, estable y representativo del mercado nacional.
Para seleccionar el tipo de título a considerar en la tasa libre de riesgo, el consultor realiza una serie de análisis de liquidez, representatividad, presencia bursátil y estabilidad; y como resultado de dichos análisis concluye que el título a seleccionar debe ser BCU o BTU a 10 años, dado que cumplen en forma más acabada con los requerimientos establecidos por la Normativa.
En lo referente al plazo del instrumento, la Ley establece que la tasa libre de riesgo debe ser consistente con el horizonte de planificación de la empresa eficiente, que, según entiende el consultor, es de largo plazo. Bajo esta premisa, se plantea una disyuntiva en la elección del instrumento, respecto a si son más relevantes los criterios de que la tasa libre de riesgo sea líquida, representativa y estable, o que sea de largo plazo. El consultor le asigna mayor ponderación a los criterios de estabilidad, liquidez y representatividad.
A modo de comentario puede destacarse que el horizonte de planificación de una empresa eficiente no es, necesariamente, el largo plazo, todo depende del horizonte comercial de las empresas reguladas y de la periodicidad con que se realizan los ajustes en los parámetros tarifarios. Al respecto cabe recordar que el Panel de Expertos, en oportunidad del cálculo de la tasa de costo de capital para la distribución de gas por red, dictaminó a favor del argumento de la CNE, de que no es correcto comparar directamente la vida útil de los activos con el plazo del tipo de instrumento, en su lugar, corresponde considerar la duración económica (el sentido de Macaulay).
Para la selección del emisor del título el consultor emplea la razón de liquidez de Hui and Huebel (1984), o Índice LR. Este índice mide los atributos de resistencia y profundidad al relacionar el volumen transado como proporción del total de unidades a disposición del público, con su impacto en precios. El resultado muestra que el BTU-10 es un instrumento con mayor resistencia y profundidad que el BCU-10.
Finalmente, se propone utilizar como *proxis* de la tasa libre de riesgo, la TIR promedio de un mes del BTU-10 con plazos de vencimientos mayores o iguales a 6 años, todo a la fecha de cálculo de la tasa de costo de capital. A julio de 2017, la tasa libre de riesgo determinada por el consultor es de 1,48%.
- **Premio Riesgo de Mercado:** Se determina a través de dos procesos de cálculos, uno a partir del mercado chileno y otro a partir del mercado internacional.

Estimación del premio de mercado a partir del mercado nacional

La estimación a través del mercado nacional es realizada con base en un modelo de (Campbell and Shiller, 1986), que consiste en aplicar una representación VAR (Vector Auto-Regression) para proyectar el retorno de mercado para el próximo período de fijación tarifaria,

originando una proyección incondicional del premio por riesgo de mercado relevante para Chile.

En la especificación del modelo, las series retorno de mercado, tasa esperada de crecimiento de los dividendos por acción y *dividend yield* son consideradas endógenas, y por ende pueden afectar a las demás series en la forma prescrita por el modelo.

Con el modelo VAR especificado el consultor realiza estimaciones del premio riesgo de mercado dentro de la muestra (2000-2017) y fuera de la muestra (2017-2027). Por último se estima el premio de riesgo de mercado a través de una ecuación estructural en función del crecimiento esperado de los dividendos por acción. De esta forma el consultor obtiene tres estimaciones del PRM con base en el mercado chileno y propone considerar el promedio de las tres estimaciones.

Estimación a partir del mercado internacional

Siguiendo la recomendación del profesor Harvey, el consultor determina el premio por riesgo de mercado a partir del promedio de tres valores obtenidos con las metodologías de Goldman-Sachs; Damodaran y EHV. Sin embargo, el consultor recomienda la aplicación del método de EHV por tres razones:

- Primero, desde un punto de vista estadístico la estimación del modelo de EHV es mucho más simple que estimar un VAR usando el modelo de Campbell y Shiller (CyS) metodología aplicada para estimar el PRM del mercado local.
- En segundo lugar, el valor estimado para el retorno de mercado esperado proviene de una fuente de terceros y que al menos ha estado disponible desde el 2005 en el mercado.
- En tercer lugar, EHV utilizan una serie más larga de retorno de mercado para Chile (a partir de 1987) y para implementar CyS sólo hay datos públicamente disponibles para todos a partir de enero 2000. Este período de tiempo puede no reflejar a adecuadamente los diversos escenarios asociados al retorno de mercado en Chile.

De este modo, el premio por riesgo de mercado sugerido por el Consultor es 7.19%, que se compone de los siguientes elementos:

Tabla 11 – Premio Riesgo de Mercado

Parámetro	Valor
Retorno Esperado de Mercado (COE) (en \$)	11,40%
Tasa Libre de Riesgo (en \$)	4,21%
PRM Chile	7,19%

Fuente: Bonilla y Asociados 2017.

- **Premio Riesgo Sistemático:** Teniendo en cuenta que sólo hay tres empresas de transmisión de electricidad que operan en la Bolsa de Santiago (mercado nacional) el cálculo del riesgo sistemático fue realizado con base en empresas de referencias internacionales. La metodología utilizada por el consultor consta de tres etapas:
 - Selección de la muestra de empresas referenciales,
 - Estimación del beta de la acción de cada una de las empresas de referencia, y
 - Estimación el beta del negocio de transmisión eléctrica en base a las empresas referenciales.

Selección de la muestra de empresas

La muestra inicial está dada por las empresas del código SIC 491 Electric Services, de

Bloomberg, que reporta más de 172 empresas, sobre dicha muestra se aplican una serie de filtros que se describen a continuación:

- ✓ *Cotización Bursátil*, descartando las empresas que no cotizan en Bolsa, o que no presentaron cotizaciones en los últimos dos años se eliminan 129 empresas, dejando una muestra de 43 empresas.
- ✓ *Correlación con el mercado*, se eliminan 5 empresas de la muestra, por no tener una relación estadísticamente significativa con el mercado, con esto la muestra de empresas queda reducida a 38 empresas de 11 países distintos.
- ✓ *Participación en el segmento de Transmisión*: del total de 38 empresas, que cumplen con los requisitos básicos para estimar un beta que refleje riesgo sistemático de la acción, se revisa que la empresa participe en el negocio de Transmisión de Electricidad, y que este sea representativo a nivel de ingresos, de esta forma se eliminan 22 empresas de la muestra, porque menos del 75% de sus ingresos proviene del negocio *Utility Distribución y Transmisión* de electricidad, así, la muestra final de empresas de referencia queda compuesta de 16 empresas de 4 países distintos.

Estimación del beta de la acción de cada empresa

El coeficiente beta se estima a partir de un proceso de dos etapas; en la primera se calcula el coeficiente beta a través de una regresión econométrica por el método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO); en la segunda etapa se considera el supuesto de betas estocásticos, dependientes del tiempo.

El cálculo de los betas se realiza con datos semanales para los últimos 2 años (período Julio-2015-Julio 2017) y con datos mensuales para los últimos 5 años (período Julio 2012-Julio 2017). El beta promedio de la acción (primera etapa), para las 16 empresas de referencia es de 0,4401.

En la segunda etapa se usaron datos semanales para hacer el Rolling o desplazamiento de una semana a la vez. Dado lo anterior se obtienen, para cada acción, 69 betas, el coeficiente Beta resultante del proceso estocástico es 0,3447. Posteriormente el consultor procedió a aplicar el ajuste de reversión a la media de Blume y arribó a un valor de 0.65. Este valor desapalancado mediante la aplicación de la fórmula de Miles-Ezzell genera un coeficiente beta final del activo de 0.367.

3.2.1.2 Consideraciones sobre el Estudio Analizado

Con relación a los elementos que componen la tasa de costo de capital, para estimar la tasa libre de riesgo, los autores usaron como *proxy* la TIR de la Tasa de Bonos de Tesorería de la República a 10 años (BTU-10), siendo el valor estimado 1.48%, este procedimiento está en línea con las prácticas internacionales.

Para estimar el premio por riesgo de mercado, los autores usaron dos aproximaciones, una con base en el mercado nacional y otra con base en el mercado internacional; para la estimación del mercado nacional, la metodología usada consistió en un modelo econométrico de cointegración de vectores usando información del período 2000 a 2017 con base en el modelo de (Campbell and Shiller, 1986); esa metodología no solo no es usada en la experiencia internacional sino que su réplica no es sencilla. Nótese que el período usado para estimar el PRM es de tan solo 18 años, lo que no condice con la experiencia ni la recomendación de la literatura relevante. El valor recomendado de PRM por esa metodología fue 6.99%, es decir, el retorno esperado del mercado fue 8.47% considerando 1.48% de tasa libre de riesgo.

Debido a las desventajas del método usado para el mercado nacional, los autores finalmente adoptan un método basado en el trabajo de (Erb et al., 1995a), con el que arriban a un PRM de 7.19%. Para la estimación de los coeficientes beta los autores usaron una muestra de 16 empresas de cuatro países: Estados Unidos (12), Canadá (2), Rusia (1) y Brasil (1). El coeficiente

beta de activos estimado fue 0.367.

La tasa de costo de capital finalmente propuesta fue 4.11%, valor que dista del mínimo establecido por el legislador de 7%. El retorno de mercado de 11.4% determinado por el método EHV está expresado en pesos nominales, por ello se descuenta una tasa libre de riesgo equivalente en pesos nominales, así el valor 7.19% del premio obtenido está expresado en UF, bajo arbitraje de tasas. Otro aspecto a analizar es que la muestra usada responde en un 75% a empresas de los Estados Unidos, país con esquema regulatorio basado en costo del servicio diferente al de la CNE; los valores de coeficientes beta desapalancados para Gran Bretaña (Wright, et al., 2018) son mayores a los usados por los autores para Chile.

3.2.2 Informe Técnico Preliminar, 2017

La Resolución Exenta N° 747 de diciembre de 2017 aprueba El Informe Técnico Preliminar, el cual adopta la metodología, los parámetros y valores calculados por el consultor y los aplica en la determinación de la Tasa de descuento a utilizarse para determinar la anualidad del valor de inversión de las instalaciones de transmisión para el cuatrienio 2020-2023.

Los valores y metodologías aplicadas al cálculo de cada componente se describen a continuación:

- **Tasa libre de riesgo:** tras una serie de análisis, el consultor concluye que el BTU-10 presenta las mejores características de liquidez, estabilidad y montos transados, por ello el instrumento reajutable en moneda nacional que se utiliza para determinar la tasa libre de riesgo corresponde al BTU-10, siguiendo con la metodología desarrollada en el Estudio de Tasa de Descuento, se consideran aquellos bonos BTU-10 con 6 o más años plazo al vencimiento. Así, la tasa libre de riesgo es de 1,48%, la que corresponde al promedio del mes de julio de 2017 de los BTU-10 cuyo plazo de vencimiento es mayor o igual a 6 años.
- **Premio por Riesgo de Mercado:** El retorno de mercado estimado en el Estudio de Tasa de Descuento fue de 8,67%. Considerando la tasa libre de riesgo estimada en la sección anterior de 1,48%, el premio por riesgo de mercado es igual a 7,19%. Cabe destacar que el retorno de mercado no es consistente con el informado por el consultor calculado mediante la metodología de Erb-Harvey- Viskanta.
- **Coefficiente de Riesgo Sistemático:** Para determinar el riesgo sistemático, en el Estudio de Tasa de Descuento se consideraron 16 empresas de referencia, de cuatro países, pertenecientes al negocio de distribución y transmisión de electricidad. El beta de la acción de cada empresa se estimó por mínimos cuadrados ordinarios con retornos semanales para un periodo de dos años, ajustado por Blume y desapalancado por la fórmula de Miles y Ezzell. De este modo, el beta de activos se estimó en 0,367.

En conclusión, la metodología aplicada por la CNE para la determinación de la Tasa de Costo de Capital, es la propuesta metodológica definida por el Consultor.

3.2.3 Transmisión Eléctrica – Revisión de las observaciones

3.2.3.1 Transmisión Eléctrica – Principales observaciones a la metodología

Se analizan a continuación las Respuestas de la Comisión Nacional de Energía a las Observaciones presentadas a las Bases Técnicas y Administrativas Preliminares para la realización de los Estudios de Valorización de las Instalaciones de los Sistemas de Transmisión, de acuerdo a lo señalado en los artículos 107° y siguientes de la Ley, sólo en los aspectos correspondientes a la tasa de costo de capital.

- **Riesgo Sistemático**

La empresa Alto Jahuel argumenta que el informe de tasa de descuento utilizado por la Comisión muestra que el beta es calculado como el promedio de 16 empresas que fueron seleccionadas

por el Consultor. De ellas, 12 corresponden a empresas estadounidenses, y considera que dicha muestra es poco representativa al estar fuertemente sesgada hacia un mercado con un distinto marco regulatorio. Por ello, considera que debe modificarse la muestra de empresas de manera que se incluya equitativamente empresas de distintos países que reflejen adecuadamente, en el promedio, el riesgo del sector transmisión.

Al respecto, la CNE rechaza la observación. La muestra de empresas no se encuentra sesgada, ya que existieron diversos criterios para construirla, necesarios todos ellos para poder contar con una muestra representativa y cuyo beta sea confiable desde el punto de vista estadístico.

Edelnor observa la utilización del coeficiente Beta desapalancado (*unlevered*) para analizar los flujos de activo. El análisis de flujo de activos supone que la tasa de descuento es un resultado de la tasa de descuento del accionista y la tasa de deuda que éste tenga. Por lo tanto, el efecto de apalancamiento debe ser incluido en la tasa de descuento.

La CNE rechaza la observación debido a que la Ley define el riesgo sistemático como un valor que mide o estima la variación en los ingresos de una empresa eficiente de transmisión eléctrica con respecto a las fluctuaciones del mercado. Es decir, define el riesgo, como el riesgo de los ingresos de un negocio eficiente de transmisión eléctrica, no incluyendo en la definición el financiamiento.

La empresa Transemel observa que, la determinación efectuada para el riesgo sistemático no cumple con los dos principios establecidos en el artículo 118° de la Ley General de Servicios Eléctricos, esto es: No es representativo del riesgo sistemático de las actividades propias de las empresas de transmisión eléctrica en relación al mercado, y la información nacional o internacional utilizada para el cálculo del valor del riesgo sistemático no permite la obtención de estimaciones confiables desde el punto de vista estadístico.

La CNE rechaza la observación. La muestra de empresas no se encuentra sesgada, ya que existieron diversos criterios para construirla, necesarios todos ellos para poder contar con una muestra representativa y cuyo beta sea confiable desde el punto de vista estadístico.

- *Tasa Libre de Riesgo*

El Informe de tasa de descuento considera como proxy del instrumento libre de riesgo a los BTU-10 con plazo de vencimiento superior o igual a 6 años. No obstante, el estándar de la industria es considerar como instrumento equivalente a 10 años a todo aquel que tiene un vencimiento superior a 8 e inferior a 11 años. Se solicita considerar para la tasa libre de riesgo todo instrumento emitido por la TGR con un vencimiento mayor o igual a 8 años y menor a 11 años.

La CNE rechaza la observación, en virtud de que la Ley establece que 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 del cálculo de la tasa de descuento, así como su consistencia con el horizonte de planificación de la empresa eficiente. Todos esos criterios son verificados por el título seleccionado por el Consultor.

- *Premio Riesgo de Mercado*

La empresa Transelec considera que el consultor contratado por la CNE determina un premio por riesgo de mercado de 7,19%. Este valor propuesto por la CNE para transmisión eléctrica difiere significativamente del valor aprobado por el mismo regulador para el sector distribución de gas (8,87%) con pocos meses de diferencia. En ese lapso no han ocurrido eventos que permitan afirmar que el premio por riesgo de mercado en Chile haya cambiado tan significativamente. Mantener el valor del informe preliminar introduciría un nivel de incertidumbre e inestabilidad regulatoria que resultaría altamente inadecuados, premiando selectivamente el regulador un sector económico sobre otro.

La CNE rechaza la observación argumentando que la Comisión debe licitar un estudio que defina

la metodología de cálculo de la tasa de descuento y los valores de sus componentes. Por otra parte, los procesos de determinación de tasa de costo de capital entre los diferentes segmentos son independientes entre sí.

3.2.3.2 Consideraciones Respecto de las Observaciones

Todas las observaciones fueron desestimadas por la CNE, en lo que se refiere al riesgo sistemático, las observaciones estuvieron asociadas a la representatividad de las empresas de la muestra de referencia, sin embargo, entendemos que la metodología propuesta por el consultor es consistente con los requerimientos de la normativa, y que la muestra resultante es insesgada y representativa, prueba de ello es que la muestra seleccionada por Duff&Phelps para el sector SIC 491 es de 11 empresas de los Estados Unidos, en tanto que la muestra conformada por el consultor presenta 12 empresas de Estados Unidos, 2 de Canadá y 1 de Rusia y otra de América Latina (Brasil).

En lo referente a la tasa libre de riesgo, todas las observaciones se asocian con el plazo de vencimiento del título seleccionado.

Finalmente, un punto importante a destacar es la observación respecto al premio por riesgo de mercado, el cual presenta diferencias entre los distintos sectores regulados, cabe destacar que tal diferencia se debe a que se trata de procesos de determinación de tasa de costo de capital independientes.

3.2.4 Transmisión Eléctrica – Discrepancias

Todas las observaciones fueron rechazadas por la CNE, por lo tanto el Informe Técnico Definitivo no presenta modificaciones respecto de los valores obtenidos y aprobados con el Informe Preliminar.

Las principales discrepancias referidas a la tasa de costo de capital son formuladas por Transelec y corresponden a la tasa libre de riesgo y al coeficiente de riesgo sistemático.

Respecto de la tasa libre de riesgo la empresa solicita al Panel de Expertos sustituir el título a 10 años por un título a 20 años, argumentando que el título de 10 años no refleja el horizonte de planificación de una empresa eficiente. El argumento de la CNE es que el horizonte de planificación de la empresa eficiente está más relacionado con el período tarifario que con la planificación de la red, por lo que solicita rechazar la discrepancia.

Respecto del riesgo sistemático la empresa sostiene que la muestra de empresas del Estudio de Tasa de Descuento no es representativa de empresas de transmisión, por lo que requiere que el beta sea recalculado con otra muestra más representativa.

El Panel de Expertos determinó la inadmisibilidad de la discrepancia sobre la muestra de empresas para determinar el beta, en virtud de que la empresa no presentó una metodología de cálculo ni muestra alternativa.

Con relación al plazo de los instrumentos libres de deuda, el Panel considera que la consistencia en el plazo del instrumento libre de riesgo con el horizonte de planificación de la empresa eficiente se debe entender, primeramente, como similitud en la duración económica del instrumento y los flujos netos asociados a la inversión de una empresa que ha planificado eficientemente su desarrollo. Por otra parte, existe evidencia teórica de que el plazo de la tasa libre de riesgo para una empresa regulada debiera ser igual al ciclo regulatorio, así y teniendo en cuenta que el mercado de los instrumentos a 10 años tiene mayor liquidez y profundidad que el mercado de los bonos a 20 años, el Panel estima que es más apropiado determinar la tasa libre de riesgo usando un bono del Estado con un plazo de 10 años que con uno de 20 años, razón por la que rechaza la solicitud de la discrepante.

Finalmente cabe destacar que la CNE, empleando la metodología propuesta por el consultor rectificó el valor calculado del riesgo sistemático contenido en el Informe Técnico Preliminar, así,

en la minuta de la Comisión Nacional de Energía, de fecha 2 de abril de 2018, como en la respectiva audiencia pública, el valor de dicho parámetro se determinó en 0,49. Como consecuencia de dicha rectificación, el valor de la tasa de costo de capital quedó determinado en 5%.

3.3 Distribución de Energía Eléctrica

El Gobierno ingresó a la Cámara de Diputados un proyecto de ley que rebaja la rentabilidad de las empresas de distribución y perfecciona el proceso tarifario de distribución eléctrica (boletín N°12.567-08, posteriormente refundido con el boletín N° 12.471-08), con el fin de modificar el proceso tarifario.

El artículo 182° de la Ley General de Servicios Eléctricos establece que la tasa de actualización que se debe utilizar para calcular los costos anuales de inversión es igual a 10% real anual, aplicable antes de impuesto. El proyecto de ley propone que la tasa de actualización sea calculada por la Comisión cada cuatro años, sea aplicable después de impuestos, y que para su determinación se considere el riesgo sistemático, en relación al mercado, de las actividades propias de las empresas concesionarias de distribución eléctrica, la tasa de rentabilidad libre de riesgo, y el premio por riesgo de mercado. Esto realizado de manera similar a lo que son las mejores prácticas a nivel internacional.

Las disposiciones transitorias contenidas en el proyecto de ley establecen que para el proceso de determinación de las tarifas de distribución correspondientes al cuadrienio 2020-2024, la Comisión Nacional de Energía podrá utilizar estudios de determinación de tasa de actualización contratados por ésta. Es así como a través de una licitación pública en el portal Chilecompras se seleccionó a la empresa consultora LE&F para realizar el estudio que calcula la tasa de actualización para el proceso de determinación de las tarifas de distribución correspondientes al cuadrienio 2020-2024.

3.3.1 Análisis del Estudio realizado por Le Fort Economistas y Asociados Ltda, 2019

El proyecto de ley que rebaja la rentabilidad de las empresas de distribución y perfecciona el proceso tarifario de distribución eléctrica (boletín N° 12.567-08 que posteriormente se refunde con el boletín N° 12.471-08), con el fin de que las modificaciones propuestas se vean reflejadas en las tarifas a partir del próximo proceso tarifario, señala que la tasa de actualización que se debe utilizar para calcular los costos anuales de inversión se deberá calcular en función de tres parámetros: tasa libre de riesgo, riesgo sistemático del negocio y premio por riesgo de mercado.

3.3.1.1 Metodología Propuesta

El consultor, considerando los tres parámetros indicados anteriormente, propone la utilización del CAPM (Modelo de Valoración de Activos de Capital) para una empresa financiada 100% con patrimonio (sin interferir el riesgo financiero). Se detalla a continuación la metodología para cada componente.

- **Tasa libre de riesgo:** El consultor interpreta que el marco legal exige que el bono que se escoja para estimar la tasa libre de riesgo debe ser líquido, representativo (montos transados) y estable. Estos indicadores se deben analizar en un periodo de 2 años.

Para seleccionar el tipo de título a considerar en la tasa libre de riesgo, el consultor realiza una serie de análisis de liquidez, representatividad, presencia bursátil y estabilidad; y como resultado propone utilizar como *proxis* de la tasa libre de riesgo, la TIR promedio de dieciocho meses del BTU-7 con plazos de vencimiento residuales de entre 6 años y 7 años y 11 meses, todo a la fecha de cálculo de la tasa de costo de capital (31 de agosto 2019), la tasa libre de riesgo es de **1,23%**, considerando el promedio de la TIR de los últimos dieciocho meses de transacciones.

Cabe destacar que, debido a que el BTU-7, es notoriamente el instrumento que más

cumple con los criterios que especifica el proyecto de ley, sin un segundo papel que se le acerque, el consultor no estima necesario aplicar test de resistencia y profundidad.

Al momento de realizar la estimación de la tasa de costo de capital, la tasa libre de riesgo tanto a nivel internacional como doméstica se encontraban en valores extremadamente bajos, en lo que constituye para el consultor una especie de “Trampa de Liquidez”, por lo tanto considerar la ventana de análisis establecida por la normativa puede generar tasas reales negativas, incluso tasas domésticas inferiores a las de los Estados Unidos. Por tal motivo el consultor, aplicando un análisis de optimización del plazo concluye que éste debe ser superior a 12 meses y postulan la aplicación de un plazo de 18 meses.

Esta sugerencia de modificación del plazo de análisis está contemplada en la Normativa ya que el ejecutivo envió una indicación al proyecto de ley el 18 de noviembre de 2019 que permite tomar un mayor plazo para calcular el retorno promedio de esta tasa. Específicamente la indicación señala lo siguiente: “Excepcionalmente, cuando la Comisión lo determine fundadamente, podrá considerar un periodo distinto de manera de dar mejor representatividad al instrumento elegido”.

- **Premio Riesgo de Mercado:** Se determina a través de dos procesos de cálculos, uno a partir del mercado chileno y otro a partir del mercado internacional.

Estimación del premio de mercado a partir del mercado nacional

La estimación a través del mercado nacional es realizada con base en un modelo de Campbell y Shiller (1986), que consiste en aplicar una representación VAR (Vector Auto-Regression) para proyectar el retorno de mercado para el próximo período de fijación tarifaria, originando una proyección incondicional del premio por riesgo de mercado relevante para Chile.

En la especificación del modelo, las series retorno de mercado, tasa esperada de crecimiento de los dividendos por acción y *dividend yield* son consideradas endógenas, y por ende pueden afectar a las demás series en la forma prescrita por el modelo.

Con el modelo VAR especificado el consultor realiza estimaciones del premio riesgo de mercado dentro de la muestra (2000-2019) y fuera de la muestra (2019-2029). Por último se estima el premio de riesgo de mercado a través de una ecuación estructural en función del crecimiento esperado de los dividendos por acción. De esta forma el consultor obtiene tres estimaciones del PRM con base en el mercado chileno y propone considerar el promedio de las tres estimaciones, valor resultante en 7,15%.

Estimación a partir del mercado internacional

Para estimar el premio por riesgo de mercado con base en datos internacionales, el consultor aplica tres modelos de internacionalización del CAPM, estos modelos son: Goldman-Sachs; Damodaran y EHV. Para determinar el premio por riesgo de mercado el consultor aplica el promedio de las cuatro estimaciones antes descriptas.

De este modo, el premio por riesgo de mercado sugerido por el Consultor es 6.79%, que se compone de los siguientes elementos:

Tabla 12 – Premio Riesgo de Mercado Distribución Energía Eléctrica

Metodología	PRM Chile
Campbell y Shiller	7,15%
Damodaran	6,95%
Goldman-Sachs	6,40%
EHV	6,67%
Promedio	6,79%

Fuente: Le Fort (2019)

Cabe destacar que el consultor aplica el modelo EHV desde la perspectiva del inversor chileno, lo que nos parece desacertado dado que la óptica de análisis más adecuada es la correspondiente a un inversor internacional.

- **Premio Riesgo Sistemático:** La metodología utilizada por el consultor consta de una serie de etapas las que se resumen a continuación:
 - Estimación de Betas Individuales por MCO, para el conjunto de empresas pertenecientes al SIC 4911 (Servicios Eléctricos).
 - Filtros Estadístico: se eliminan las empresas con baja presencial bursátil, regresiones no significativas, y betas inestables.
 - Filtro de Actividad: Se considerará un criterio, como por ejemplo, un alto porcentaje de las ventas que provengan de la actividad que se está analizando, en este caso, distribución eléctrica.
 - Ajuste Blume.
 - Unlevered beta: Se desapalanca el beta conforme a la fórmula de Miles y Ezzel.
 - Estimador del Beta del Negocio: Se selecciona una medida central para obtener el estimador del beta del negocio de distribución eléctrica.

Selección de la muestra de empresas

La muestra inicial está dada por las empresas del código SIC 4911 Electric Services, de Bloomberg, que reporta 105 empresas, sobre dicha muestra se aplican una serie de filtros que se describen a continuación:

Cotización Bursátil, descartando las empresas que no cotizan en Bolsa, o que no presentan cotizaciones en bolsa, se eliminan 11 empresas, dejando una muestra de 94 empresas.

Correlación con el mercado, se eliminan las empresas de la muestra, por no tener una relación estadísticamente significativa con el mercado, con esto la muestra de empresas queda reducida a 48 empresas.

Estabilidad en el Coeficiente Beta: se aplicaron los test de Cusum y Cusum Acumulado, y se eliminaron las empresas con coeficientes betas inestables, se arribó a una muestra de 35 casos.

Participación en el segmento de actividad: se revisa que la empresa participe en el negocio de Distribución, y que éste sea representativo a nivel de ingresos, de esta forma se eliminan empresas de la muestra, porque menos del 75% de sus ingresos proviene del negocio *Distribución* de electricidad, así, la muestra final de empresas de referencia queda compuesta de 15 empresas.

Estimación del beta de la acción de cada empresa

Para las 15 empresas que conforman la muestra se estima el beta *unlevered*, la fórmula utilizada es la de Miles-Ezzell, el coeficiente beta promedio desapalancado de la muestra es 0.568. En una segunda etapa se estiman betas estocásticos a través de la técnica de filtros de Kalman, resultando en un beta desapalancado promedio de 0.586. Por último se considera el promedio de ambas estimaciones, arribando a un beta de 0.58.

La tasa de actualización propuesta por el consultor es 5.17%, que se compone de la siguiente forma.

Tabla 13 – Tasa de Costo de Capital Dist. Energía Eléctrica

Componente	Parámetro
Beta del Negocio	0,58
PRM	6,79%
Tasa Libre	1,23%
Costo de Capital	5,17%

Fuente: Le Fort (2019)

3.3.1.2 Consideraciones sobre el estudio analizado

A modo de observación respecto a la metodología aplicada por el consultor, hay un punto que merece atención y es la forma de estimar PRM, dado que Le Fort toma el promedio de PRM de cuatro metodologías: Campbell y Shiller, Damodaran, Goldman-Sachs, y Erb, Harvey y Viskanta; y posteriormente, una vez multiplicado por el coeficiente beta, le suma una tasa libre de riesgo real que no necesariamente es consistente. La legislación chilena establece que el PRM debe considerar la misma tasa libre de riesgo que se elija como referencia. Atento a ello, el costo de capital puede ser expresado de la siguiente forma:

$$r_i = (1 - \beta) r_f + \beta E(RM) \quad [36]$$

De esta forma lo único que hay que estimar es el retorno esperado en términos reales de la bolsa de Santiago o de Chile en función de referencias internacionales. Ver el problema de esta forma ayuda sobremanera a la hora de analizar y proponer metodologías de cálculo.

3.3.2 Informe Técnico Preliminar, 2020

Con fecha enero de 2020 la CNE presentó el Informe Técnico, que considera como antecedente la metodología y valores de los componentes propuestos en el “Informe Final Metodología de cálculo para la tasa de actualización de una empresa eficiente de distribución eléctrica”, de la consultora Le Fort Economistas y Asociados Ltda.”

Los valores y metodologías aplicadas al cálculo de cada componente se describen a continuación:

- **Tasa libre de riesgo:** tras una serie de análisis, el consultor concluye que los bonos que presentan una mejor característica de liquidez son los BTU con un plazo de 7 años al vencimiento. Adicionalmente el consultor analiza la evolución de las tasas de interés libres de riesgo, el fenómeno de caída de tasas y recomienda utilizar un período de 18 meses (desde marzo de 2018 hasta agosto de 2019). De este modo, la tasa libre de riesgo es de 1,23%.

- **Premio por Riesgo de Mercado:** se estimó el premio por riesgo de mercado de acuerdo a cuatro metodologías: a) Campbell y Shiller (con base en el mercado local); b) Premio por riesgo de mercado maduro más premio por riesgo país (Damodaran); c) Spread soberano (Goldman-Sachs); y d) Clasificación riesgo país (Erb, Harvey y Viskanta). Como premio por riesgo de mercado se utiliza el promedio de las cuatro metodologías mencionadas precedentemente, con el resultado de 6,79%.
- **Coefficiente de Riesgo Sistemático:** se utilizaron dos metodologías para determinar el riesgo sistemático: a) Mínimos cuadrados ordinarios, y b) betas estocásticos. Ambas metodologías aplicadas sobre una muestra representativa de empresas de distribución eléctrica y confiable desde el punto de vista estadístico de 15 empresas. El beta de activos se estimó en 0,577.

En conclusión, la metodología aplicada por la CNE para la determinación de la Tasa de Costo de Capital, es la propuesta metodológica definida por el Consultor.

3.3.3 Distribución Eléctrica – Revisión de las observaciones y discrepancias

Se presenta a continuación una descripción de las principales observaciones realizadas a la metodología propuesta para el cálculo de la tasa de actualización.

- **Premio por Riesgo Sistemático**

La empresa CGE/EDELMAG observa la conformación de la muestra para determinar el riesgo sistemático es no representativa de la realidad chilena, dado que 9 de las empresas seleccionadas son de Estados Unidos, por lo que sugieren que la aproximación del riesgo sistémico de distribución de electricidad debería buscarse en economías emergentes similares a Chile y no en Estados Unidos.

La respuesta de la CNE es no acoger la observación, en el entendimiento de que la construcción de la muestra de empresas considera diversos criterios con el fin de contar con una muestra representativa y cuyo beta sea confiable desde el punto de vista estadístico.

La empresa Enel Distribución objeta la conformación de la muestra de empresas para determinar el riesgo sistemático y propone realizar la estimación del riesgo sistemático de la actividad de distribución eléctrica en consideración de una muestra de empresas que posean una regulación por incentivos, similares al marco regulatorio chileno.

La respuesta de la CNE es no acoger la observación, por las mismas razones antes descriptas.

Por último, cabe destacar que ninguno de los elementos componentes de la tasa de costo de capital fue objeto de discrepancia ante el panel de expertos.

4 ANÁLISIS DE REFERENCIAMIENTO INTERNACIONAL SOBRE METODOLOGÍAS DE ESTIMACIÓN DEL COSTO DE CAPITAL PARA EMPRESAS REGULADAS

Con relación al análisis de la experiencia regulatoria internacional en la determinación del costo de capital para las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica, así como también de distribución de gas, se presenta a continuación un análisis crítico de las experiencias regulatorias de una serie países desarrollados (Estados Unidos, Gran Bretaña, Australia, y Países Bajos), así como también de países latinoamericanos (Brasil, Colombia, y Perú, países “pares” de Chile).

4.1 Gran Bretaña - La experiencia reciente de la Ofgem

4.1.1 RII0-1

A partir del año 2013, la Ofgem introdujo cambios importantes en el esquema regulatorio de los mercados de energía eléctrica y gas, a través del nuevo marco regulatorio para ambos mercados en Gran Bretaña (Ofgem, 2010), denominado RII0 (*Revenue=Incentives+Innovation+Outputs*).

La visión del regulador británico está resumida en el documento final de RII0¹¹:

“Una cosa es clara: que todo siga igual no es una opción. Las redes deberán ser más inteligentes, integrando fuentes locales renovables e intermitentes de producción de electricidad y estimulando los consumidores a que su demanda sea más flexible con la ayuda de medidores inteligentes”

En el contexto de RII0, los períodos regulatorios pasaron a ser de ocho años, lo que, bajo regulación por precio techo, reduce el costo de capital.

El modelo RII0 establece cuatro criterios principales para la determinación del costo de capital que asegure que una empresa, que actúa eficientemente, pueda financiarse tanto a través de su propio capital como de capital de terceros:

1. Continuar con el criterio determinado en el modelo RPI-X de calcular el costo de capital a través del modelo WACC (*Weighted Average Cost of Capital*).
 2. Determinar el costo de la deuda con base en información de promedios de largo plazo con actualización anual.
 3. Continuar con el criterio determinado en el modelo RPI-X de determinar el costo del *equity* a través del modelo CAPM (*Capital Asset Pricing Model*).
 4. Establecer niveles de Estructura de Capital (EdC) que reflejen la exposición al riesgo de cada una de las empresas. La EdC puede variar entre sectores y en el interior de cada sector (por empresa).
- **Estructura de capital:** La Ofgem propone estimar la EdC con base en la información provista por las empresas en el Plan de Negocios. La EdC debe ser consistente con el riesgo del flujo de caja presentado por las empresas.
 - **Costo de la deuda:** El modelo RII0 incorpora importantes modificaciones con respecto a la metodología aplicada en el modelo RPI-X, a saber:
 - Determina el costo de la deuda con base en el promedio simple del índice provisto por iBoxx GBP *Non-Financials Indexes* con un *maturity* de más de 10 años (10+years) para ranking de créditos calificados entre **A** y **BBB**. El cambio de Índice de Bloomberg a iBoxx fue uno de los aspectos de mayor análisis en el documento de consulta que definió la estrategia para la revisión tarifaria de transmisión. La Ofgem decidió el cambio ya que el índice iBoxx tiene una mayor representación de empresas de redes y aplica una metodología más transparente.
 - Ajusta anualmente el costo de la deuda durante el periodo tarifario de 8 años.
 - Aplica el ajuste de inflación con una ventana de 10 años, con base en la información provista por el Banco de Inglaterra.

La tabla siguiente contiene las ponderaciones realizadas por Ofgem respecto a una serie de atributos de cada uno de los índices evaluados.

¹¹ “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.”

Tabla 14 – Reino Unido: Costo de la deuda, criterios analizados por la Ofgem para decidir el índice a utilizar

Criterio	iBoxx	Bloomberg
Cobertura	✓	✓
Transparencia Metodológica	✓	✗
Representatividad de la red	✓	-
Objetividad	✓	✓
Previsibilidad	✓	✓
Familiaridad para el usuario	-	✓
Riesgo de discontinuidad	-	✓

Key: ✓ Clasificación Buena | - Clasificación Moderada | ✗ Clasificación Pobre (Mala)

Fuente: Ofgem

- **Costo del capital propio:** La Ofgem determinó un rango indicativo para el costo del capital propio, ubicado en un mínimo de 6,0% y un máximo de 7,2%. Estas tasas son reales, después de impuestos. La Ofgem realiza un *benchmarking* de este rango de valores con otros valores recomendados para la Unión Europea, por consultoras (CEPA, NERA, OXERA), otros valores determinados por la Ofgem en revisiones tarifarias recientes de gas y electricidad y valores regulatorios utilizados en Europa y EE.UU.

Tabla 15 – Reino Unido: Costo de capital, valores recomendados por la Unión Europea y consultoras

Componente	EE Recomendación		EE Base-Anterior	Oxera (ENA)		CEPA (Centrica)*		NERA (STPL)	
	Low	High		Low	High	Low	High	Low	High**
Tasa libre de riesgo	1.3%	1.8%	1.8%	1.5%	2.0%	1.0%	2.0%	2.0%	
Premio de riesgo de mercado	4.5%	5.0%	5.0%	4.5%	5.5%	4.0%	5.0%	5.2%	
Beta del Equity	0.55	0.65	0.9	0.8	1.0	0.65	0.65	0.84	
Costo del Capital Propio (post-impuestos)	3.8%	5.1%	6.3%	5.1%	7.5%	3.6%	5.3%	6.4%	8.4%
Ajustes por incrementos en la tasa libre								0.7%	
Ajustes por riesgo de capital								5.0%	
Ajustes por variaciones en la vida de activos								5.0%	
Costo del Capital Propio después de ajustes	3.8%	5.1%	6.3%	5.1%	7.5%	3.6%	5.3%	8.1%	8.4%

* Equity beta "es probable que caiga en o por debajo del extremo inferior del rango inicial de Ofgem"

** Basado en el Modelo de Crecimiento de Dividendos (DGM), en lugar de parámetros de CAPM

Fuente: Ofgem

Tabla 16 – Reino Unido: Costo de capital, valores determinados por la Ofgem en revisiones tarifarias recientes de electricidad y gas

Componente	RIIO-T1/GD1 March		RIIO-T1/GD1 December		DPCR 5	GDPCR	TPCR 4	CC Bristol Water
	Low	High	Low	High				
Tasa libre de riesgo	1.7%	2.0%	1.4%	2.0%	2.0%	2.5%	2.5%	2.0%
Premio de riesgo de mercado	4.75%	5.5%	4.0%	5.5%	5.25%	4.75%	4.5%	5.0%
Beta del Equity	0.9	0.95	0.65	1.0	0.9	1.0	1.0	0.92
Costo del Capital Propio (post-impuestos)	6.0%	7.2%	4.0%	7.2%	6.7%	7.25%	7.0%	6.6%

Fuente: Ofgem

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 (Wright, et al., 2004). Ese informe fue actualizado en (Smithers & Co, 2006), cuyos puntos más salientes son los siguientes:

- Los coeficientes betas estimados para las empresas del Reino Unido son menores a 1;
- La política de la Ofgem de establecer betas apalancados iguales a 1 es generosa;

- La inestabilidad de los coeficientes betas puede deberse al crecimiento del coeficiente beta del Reino Unido con relación al mercado mundial. Como consecuencia, una forma de abordar esto es estimar los coeficientes betas con relación al mercado mundial en vez del mercado del Reino Unido;
- Encuentran evidencia débil para incorporar los efectos de “tamaño” y el “valor vs crecimiento”;

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* (NIE) 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 bien si era necesario mudar hacia una metodología que coloca más énfasis en la evidencia contemporánea.

El impacto de cambiar de metodología fue estimado en 0.8% en el costo del capital propio. 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?
- ¿La razón de la misma es la caída en la tasa libre de riesgo?
- ¿Será un menor costo de capital propio reversible en el largo plazo?
- ¿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 coeficiente 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 coeficiente beta final de 0.77, lo que es menor al 1 recomendado por Smithers & Co. CEPA argumenta que un coeficiente beta de 0.90 sería “generoso” para las empresas distribuidoras.

La visión de CEPA se puede resumir en los siguientes puntos:

- la Ofgem sobreestimó el costo del capital propio en procesos tarifarios anteriores;
- subscribe el uso del promedio de 10 años para la tasa libre de riesgo;
- con relación a los retornos totales del mercado, CEPA subscribe la visión de largo plazo de Dimson, Marsh and Staunton de tasas de largo plazo en torno a 6.45%, derivado de una tasa libre de riesgo de 0.80% y un PRM de 5.65%. (Dimson et al., 2019);
- en lo que respecta al coeficiente beta, su visión está en el rango de 0.4-0.75, tomando posición por 0.75, lo que deriva en un costo de capital propio de 5.0%.
- en cuanto al tratamiento del costo de la deuda, subscribe el tratamiento de indexación.

En resumen, la posición de CEPA soporta dos conclusiones importantes: se asiste a 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.

4.1.2 RIIO-2

De acuerdo al cronograma regulatorio de la Ofgem, la segunda etapa del RIIO debía empezar en el año 2021 para la distribución de gas y el transporte de gas y energía eléctrica; para la distribución de energía eléctrica la nueva etapa comienza en el 2023. El objetivo fijado en el RIIO-2 es asegurar que las empresas reguladas de redes agreguen valor al servicio prestado de acuerdo al monto de dinero pagado por los consumidores, considerando el impacto sobre el ambiente y la situación de vulnerabilidad de algunos consumidores. Entre los cambios de RIIO-2 está el regreso a ciclos tarifarios de cinco años.

Con relación al costo de capital para remunerar la Base de Activos Regulatorios, se destacan los siguientes puntos del programa RIIO-2:

1. Descarta el traspaso completo, a tarifa, del costo de deuda; considera la indexación del costo de deuda a partir de valores originados en una metodología específica cuyo objetivo es determinar el costo eficiente de endeudarse; al respecto, la Ofgem descartó la opción de simplemente traspasar el costo de deuda de las empresas y sometió a consulta las opciones de realizar una calibración del costo de deuda reconocido en RIIO-1 o hacer una indexación parcial, es decir, diferenciando *stock* de deuda y deuda nueva. Otro aspecto que está siendo analizado por la Ofgem es incorporar un incentivo de compartir con los consumidores el desempeño de las empresas en el costo de deuda, es decir, si el desempeño en el manejo de la deuda es bueno, el mismo debería ser compartido con los consumidores y de forma análoga ante resultados peores.
2. Se mantiene el uso del CAPM para el determinar el costo del capital propio (*equity*); sin embargo, se propone un chequeo del cálculo del CAPM con relación al MAR (*market to asset ratios*). El MAR representa la relación entre el valor del mercado de la empresa en cuestión y el valor de su base regulatoria de activos (RAV). En el RIIO-1 el costo del *equity* se fijó en 6.0% y 7.0% para la distribución y transmisión de energía eléctrica, respectivamente. Para el RIIO-2, con base en un informe encomendado a CEPA (CEPA, 2018b), el rango sugerido es 3%-5% real después de impuestos, lo que marca un cambio radical con relación a RIIO-1.

Tabla 17 – Propuesta de rango de costo de capital real según CEPA

Parámetro	bajo	alto
Apalancamiento	65%	50%
Costo de la deuda	0.30%	2.15%
Tasa libre de riesgo	-1.75%	-0.60%
Retorno Total del Mercado	5.00%	6.50%
Premio Riesgo de Mercado	6.75%	7.10%
Beta del activo	0.25	0.40
Beta de la acción (<i>equity beta</i>)	0.71	0.80
Costo del capital propio (<i>equity</i>)	3.07%	5.08%
WACC real (<i>vanilla</i>) ¹²	1.27%	3.62%

Fuente: (CEPA, 2018b)

3. Para estimar la tasa libre de riesgo, Ofgem propone usar los rendimientos corrientes de deuda soberana de largo plazo.
4. Estimar el Retorno Total del Mercado (TMR) con base en los promedios de largo plazo de los retornos del mercado. Sugiere usar 6.5% como el valor máximo razonable del retorno esperado del mercado.
5. Para estimar los coeficientes beta la Ofgem se basa en la actualización del estudio de (Wright et al., 2003) desarrollada por (Wright, et al., 2018).
6. Por último, un punto interesante en la propuesta para el RII0-2 es la indexación parcial del costo del *equity*, con base en la evolución de la tasa libre de riesgo pero dejando inalterado el retorno esperado del mercado.

4.2 Estados Unidos - La experiencia reciente de la FERC

La regulación establecida por la Comisión Federal Reguladora de Energía (FERC) determina que las actividades desarrolladas por *utilities* constituidas en monopolio natural deben ser remuneradas vía tarifas que otorguen un retorno "justo y razonable" a las empresas prestadoras de tales servicios.

Dentro de las actividades reguladas por la FERC se encuentran: la transmisión de electricidad, ventas y transporte de gas natural, y el transporte de petróleo crudo y productos derivados del petróleo; todas ellas en el ámbito de comercio interestatal; históricamente, todos estos servicios tuvieron sus tarifas reguladas con base en sus costos ("*cost-based rates*"), lo que implica que las empresas proponen los cargos para remunerar su actividad y el regulador desarrolla los estudios necesarios para verificar que tales tarifas generan un rendimiento que sea a la vez:

- proporcional a los rendimientos de las inversiones en otras actividades con riesgos equiparables; y
- suficiente para garantizar la confianza en el sector financiero a los fines de mantener el crédito y atraer capitales.

Un aspecto central en la fijación de tarifas basadas en costos es el análisis del costo total de capital, es decir, la suma del costo de la deuda y del retorno del capital propio (ROE).

Con relación a la determinación del ROE, la herramienta principal empleada históricamente por la FERC ha sido el Flujo de Caja Descontado (DCF), a través de la cual se analiza si el ROE propuesto por una *utility* se encuentra dentro de una "zona de razonabilidad" aceptable. El método del DCF

¹² Por "en términos de *vanilla*" se entiende el tratamiento de los impuestos en la estimación de la tasa WACC. En el Reino Unido, el interés es deducible antes del pago de impuestos, por lo que la tasa WACC '*vanilla*', significa el uso de costo de *equity* después de impuestos.

evalúa el flujo de dividendos futuros que se espera obtener de un grupo de compañías representativas en relación con el precio de las acciones; de esta forma, se define un rango de ROE potencialmente justo y razonable para la empresa en cuestión.

La FERC ha aplicado históricamente el modelo DCF de una etapa (*one-step*) para determinar el ROE de los servicios públicos de transmisión de electricidad, y un modelo DCF de dos etapas para el transporte de gas natural y para el transporte de crudo por oleoductos.

Sin embargo, en junio de 2014 la FERC emitió la “Opinión 531” (FERC, 2014) sobre el reclamo presentado por la oficina del Procurador General de Massachusetts. Esta Opinión 531 introdujo una serie de cambios a la metodología históricamente aplicada por la FERC para la determinación del rendimiento justo y razonable. Uno de los aspectos centrales de los cambios promovidos por la Opinión 531 es que homogeneiza la metodología para los servicios de transmisión de electricidad, transporte de gas natural y de crudo por ductos. Al determinar los cambios ordenados en virtud de la Opinión 531, la FERC declaró que, basado en la revisión de las metodologías y cambios en la industria eléctrica desde que la FERC consideró su política de DCF, considera apropiado usar el mismo modelo para la industria eléctrica que para gas natural y oleoductos, es decir, la metodología de DCF en dos pasos.

Los principales cambios en la metodología originados en la Opinión 531 son los siguientes:

- Se reemplazó el modelo de DCF de una etapa por el modelo de DCF en dos etapas para estimar el ROE¹³;
- Se discontinuó el uso de ajustes posteriores al ROE;
- Se permite considerar otros modelos de ROE además del DCF para determinar un ROE justo y razonable;
- Se permite la realización de un ajuste al alza del ROE base para tener en cuenta las condiciones “anómalas” del mercado de capitales. En el caso de ciertos reclamos puntuales la FERC estableció el ROE en un valor a mitad de camino entre el promedio y el extremo superior del rango de razonabilidad, en lugar de establecerlo en el promedio del rango de razonabilidad.

4.2.1 Metodología de DCF para el cálculo del ROE - Opinión 531-B 2015

La FERC aplicó durante décadas el método del DCF para determinar la rentabilidad (ROE) permitida para las empresas reguladas. La premisa fundamental detrás de la metodología de DCF es que toda inversión en acciones tiene un valor equivalente al valor presente de una perpetuidad de dividendos descontados a una tasa de mercado proporcional al riesgo de la inversión.

La fórmula para determinar la tasa de retorno es la siguiente:

$$K = \frac{D}{P} * (1 + 0.5 g) + g \quad [37]$$

donde:

K: es la tasa de retorno requerida por los inversionistas

D: el es dividendo de la acción en el momento que se hace el cálculo

P: es el precio de la acción en el momento que se hace el cálculo

g: es la tasa esperada de crecimiento de los dividendos

(1+0.5*g*): ajuste debido a que los dividendos son pagados en forma trimestral.

¹³ El proceso de dos etapas se refiere a la forma en que se determinan el crecimiento de los dividendos en el DCF. Así, el modelo de una etapa considera sólo proyecciones de corto plazo, en tanto que el modelo de dos etapas incluye también estimaciones de largo plazo.

Para aplicar la fórmula, la FERC usa un procedimiento en dos etapas.

4.2.2 El proceso de determinación de ROE aplicado por FERC

Se resumen a seguir las actividades o tareas que conforman el proceso de determinación del rendimiento justo y razonable aplicado por la FERC en las revisiones tarifarias de las *utilities*.

4.2.2.1 Conformación de un grupo de empresas comparables

La metodología DCF de la FERC requiere definir un "*grupo proxy*" de empresas comparables, que incluye un conjunto de compañías de servicios eléctricos con un riesgo comparable al servicio objetivo y analizar los resultados de su modelo DCF, a los fines de establecer un "rango de razonabilidad". Luego, a partir de dicho rango de razonabilidad se define el rendimiento de capital requerido de la empresa de servicios públicos objetivo.

Las empresas que forman parte del presente grupo comparable son definidas por la FERC con base en una serie de criterios entre los que se resumen los siguientes:

- Se consideran compañías que están incluidas en la categoría de Industria de Servicios Eléctricos compilados por *Value Line*. La FERC consideró apropiado usar un grupo *proxy* nacional en lugar de seleccionar compañías de servicios eléctricos regionales, ya que al determinar la comparabilidad de los riesgos financieros y comerciales, los datos financieros son mucho más probatorios que la proximidad geográfica.
- Las compañías eléctricas deben estar cubiertas por al menos dos analistas de la industria (cuando sea posible: S&P y Moody's), es decir, que se debe utilizar tanto las calificaciones crediticias corporativas de S&P como las calificaciones de Moody's cuando ambas estén disponibles.
- Las empresas de servicios eléctricos deben pertenecer a una "banda de riesgo comparable", los límites de esta banda se definen como una calificación crediticia corporativa de S&P en un nivel más alto y en un nivel más bajo, que la calificación que se le ha otorgado a la empresa de servicios objeto de análisis; además las empresas consideradas deben tener una calificación de grado de inversión por Moody's;
- Las empresas de servicios eléctricos comparables deben haber pagado dividendos comunes en los últimos seis meses y no haber anunciado un recorte de dividendos desde ese momento;
- Las empresas eléctricas deben contar con una proyección de crecimiento de ganancias para los próximos cinco años publicado por el IBES.

4.2.2.2 Definición del modelo de DCF

Bajo la metodología de dos pasos, la FERC determina:

- Un costo único de capital para cada miembro del grupo de empresas *proxy*.
- Para el componente de rendimiento de dividendos del modelo DCF, la FERC obtiene un rendimiento de dividendo promedio único basado en el promedio de los precios mensuales *High* y *Low* de acciones durante un período de seis meses.
- La FERC utiliza un procedimiento de dos pasos para determinar el componente de crecimiento constante de dividendos del modelo, promediando las estimaciones de crecimiento a corto y largo plazo.
 - *Corto plazo*: pronósticos de cinco años para cada compañía en el grupo *proxy*, según lo publicado por el IBES.
 - *Largo plazo*: se basa en las previsiones de crecimiento a largo plazo de la economía en su conjunto, como se refleja en el PIB.
- Al calcular la tasa de crecimiento en el modelo DCF, el pronóstico a corto plazo recibe una ponderación de dos tercios y el pronóstico a largo plazo recibe una ponderación de un tercio.
- Una vez definido el costo de capital para empresa del grupo *proxy*, la zona de

razonabilidad se define por las estimaciones *High* and *Low* del costo de capital de mercado para los miembros del grupo *proxy*.

- La diferencia más significativa entre la metodología de una etapa y la de dos es que la metodología DCF de una etapa se basa solo en proyecciones de crecimiento a corto plazo, mientras que la metodología DCF de dos etapas considera proyecciones de crecimiento a corto y largo plazo.

4.2.2.3 Test de razonabilidad económica – exclusión de *outliers*

La FERC ha venido aplicando una prueba de valores atípicos desde 2004, esta prueba consiste en excluir del rango de razonabilidad aquellas empresas cuyo costo estimado de capital es igual o superior a cierto límite (17.7%) y su tasa de crecimiento es igual o superior a 13,3% y cualquier empresa cuyo ROE no supere el rendimiento promedio de los bonos en aproximadamente 100 puntos básicos o más (límite inferior).

Sin embargo, en la Opinión 531, la FERC determinó que, según la metodología de dos pasos para el cálculo del DCF, no resulta necesario examinar el grupo *proxy* en busca de tasas de crecimiento insostenibles porque la metodología supone que la tasa de crecimiento a largo plazo para cada empresa es igual al PIB, no obstante, mantuvo la Decisión Inicial sobre la prueba de valores atípicos para el límite inferior.

4.2.2.4 Ubicación del ROE dentro de la zona de razonabilidad

Una vez establecida la zona de ROE razonable para el grupo de empresas *proxy*, el siguiente paso es determinar dónde colocar el ROE justo y razonable dentro de esa zona de razonabilidad. En el pasado, la FERC ha utilizado la mediana para una única empresa y la media como una medida apropiada de tendencia central para determinar el ROE base para un grupo de empresas.

Sin embargo, a raíz de un reclamo de empresas de transmisión de electricidad, la FERC concluyó que la aplicación mecánica de la metodología DCF con el uso del punto medio daría como resultado un ROE inferior. Por lo tanto, en caso de que se verifiquen “condiciones anómalas” de mercado de capitales, la FERC concluyó que el ROE base justo y razonable para las empresas de transmisión debe establecerse a medio camino entre el punto medio de la zona de razonabilidad y el límite superior.

Posteriormente, en la Opinión 531-B (FERC, 2015), la FERC rechazó un pedido de audiencia para tratar el tema de dónde ubicar el ROE base de las empresas de transmisión dentro de la zona de razonabilidad. Sin embargo, la FERC declaró además que, en los casos de presencia de condiciones anómalas del mercado de capitales, se deberá recurrir a evidencia adicional para justificar un ajuste al alza en el ROE.

4.2.2.5 Metodologías alternativas para determinar la adecuada tasa de rentabilidad

La política de larga data de FERC ha sido confiar exclusivamente en el modelo DCF al determinar el ROE de una empresa de transmisión. Sin embargo, en la Opinión 531, a la vez que la FERC utilizó el método DCF para establecer una zona de retornos razonables, utilizó otros modelos financieros para respaldar su conclusión de que el resultado del DCF y la determinación del ROE en base al promedio produciría resultados justos y razonables. En este contexto, la Comisión se basó en el CAPM el que informa, a decir de la FERC, la ubicación justa y razonable del ROE dentro de la zona de razonabilidad establecida por la metodología DCF y, al hacerlo, no se aparta de la metodología DCF.

4.2.3 Aspectos cuestionados del método de DCF

Si bien la FERC determinó (en la Opinión 531) que el método del DCF es la opción aplicable al cálculo del ROE, existen una serie de litigios y reclamos relacionados con los componentes de la fórmula de cálculo y con el impacto de ciertos eventos de “anomalías de mercado”. Entre los

puntos de la metodología de DCF aplicada por la FERC que se encuentran cuestionados por las empresas de transmisión se destacan los siguientes:

- **Método de cálculo de los dividendos:** La FERC determinó que el rendimiento de dividendos de cada compañía *proxy* debe calcularse mediante un proceso de tres pasos:
 1. promediar los precios *High* y *Low* de las acciones según la Bolsa de Nueva York o NASDAQ, para el período para el período de estudio;
 2. calcular el rendimiento de dividendos para cada mes dividiendo el dividendo anual indicado por la compañía por el precio promedio de las acciones de la compañía para el mes; y
 3. promediar los rendimientos de dividendos mensuales.

Las empresas de transmisión (TSO) argumentan a favor de usar los dividendos más recientes, lo que sería consistente con el enfoque *forward-looking*. Al respecto, la FERC rechazó específicamente el uso de esa metodología en el cuerpo de la Orden.

- **Fuentes de Datos para la proyección de crecimiento de dividendos:** la FERC establece como fuente para las estimaciones de corto plazo las proyecciones que reporta IBES. Las TSO proponen tomar como fuente *Investment Survey (Value Line)*.
- **Condiciones anómalas del Mercado:** En la Opinión 531, la FERC afirmó su posición de aplicar la metodología DCF en forma secuencial o en dos pasos para establecer la zona de razonabilidad en los procedimientos de cálculo de ROE para la industria eléctrica. Una vez que se establece la zona de razonabilidad, la FERC coloca el ROE en un punto justo y razonable dentro de la zona, para ello se recurre al estadístico de la mediana, en lugar del punto medio, de la zona de razonabilidad, ello debido a que la mediana se ve menos afectada por los resultados extremos del DCF que el punto medio.

Si bien la FERC reafirmó su dependencia de la metodología DCF, también reconoció que cualquier análisis DCF puede verse afectado por valores potencialmente no representativos a la fórmula DCF, incluidos los producidos por condiciones históricamente anómalas del mercado de capitales, así, la existencia de estas condiciones anómalas puede hacer más difícil determinar el rendimiento necesario para remunerar las *utilities*.

Un caso representativo del accionar de la FERC es el correspondiente a la empresa de transmisión eléctrica New England, en el que la FERC sostuvo que, debido a que las condiciones del mercado de capitales eran anómalas en el período de análisis, tenía menos confianza en los resultados del análisis de DCF y, por lo tanto, resultó apropiado considerar "evidencia adicional" para determinar el ROE para la empresa. Así, la FERC consideró los siguientes análisis alternativos:

1. análisis de prima de riesgo;
2. análisis CAPM;
3. análisis de ganancias esperadas; y
4. benchmarking de ROE aprobados por la FERC.

4.2.4 Regulación del transporte de crudo por ductos

En virtud de que la Opinión 531 homogeneizó las metodologías para el cálculo de la rentabilidad de las *utilities* de energía eléctrica, gas y petróleo, se presenta a continuación un resumen de la evolución del marco normativo del transporte de petróleo en los Estados Unidos:

- **Opinión 154-B, 1985: costo del servicio**

La Opinión 154-B de 1985 (FERC, 1985) determina el esquema regulatorio basado que la metodología tarifaria se basa en el costo del servicio. Acorde a dicha Opinión, la valuación de la Base de Activos Regulatorios se hace por el método del costo depreciado, ajustado por inflación (*net depreciated trended original cost – TOC*). El objetivo de este mecanismo es garantizar que las

empresas transportadoras mantengan el valor real de los activos en el período tarifario. El retorno justo y razonable se determina a partir del método de Flujo de Caja Descontado (DCF); la tasa de rentabilidad, bajo esta normativa, se calcula para cada oleoducto, en virtud de que los riesgos son diferentes entre los distintos oleoductos y que utiliza una metodología de DCF.

- **Buckeye 1988: alternativa basada en el mercado**

El procedimiento de Buckeye Pipe Line Company (FERC, 1988) consistió en el establecimiento de tarifas basadas en el costo según la Opinión 154-B (FERC, 1985); sin embargo, surgió una disputa por la divulgación de información confidencial de costos. En este contexto, la FERC dictaminó que a Buckeye podría corresponder una "reglamentación blanda" (*lighthanded regulation*) si podía demostrar "la falta de un poder de mercado significativo en los mercados relevantes".

La aplicación de la Regla de Buckeye se hizo extensiva a todos los oleoductos. En este contexto, se puede aplicar el enfoque de mercado (*lighthanded regulation*) cuando las empresas no tienen poder de mercado significativo.

- **Energy Policy Act 1992**

La *Energy Policy Act* de 1992¹⁴ reglamentó las tarifas preexistentes, vigentes a partir del 10/24/92 y ordenó a la FERC desarrollar una metodología "**simplificada y de aplicación general**" para el cálculo tarifario que "agilice" los procedimientos para la regulación de oleoductos.

- **FERC: Orden 561/1993**

Por intermedio de la Orden 561 de 1993 (FERC, 1993), La FERC adoptó un **esquema de indexación** como metodología de ajuste tarifario "simplificada y de aplicación general"

El índice originalmente utilizado fue el índice de precios al productor menos uno por ciento (PPI-1%). Posteriormente se emitió, con una periodicidad de cinco años, una serie de resoluciones que recalculaban el factor de ajuste tarifario con base en la metodología de Kahn.

Tarifas basadas en el Costo del Servicio – Componentes Tarifarios

Las transportistas para las cuales corresponde determinar tarifas por la metodología del costo del servicio, ya sea por tratarse de tarifas iniciales o bien por haber requerido modificaciones en las tarifas máximas, deben presentar una declaración jurada con datos referidos a costos, activos, tasa de remuneración del capital, entre otros, la cual será utilizada para el cálculo de las tarifas.

Para recurrir a esta opción tarifaria, el transportista debe demostrar que hay una divergencia sustancial entre los costos reales experimentados por él y la tarifa resultante de la aplicación del índice bajo el enfoque de tarifa máxima; y que la tarifa máxima, le impide obtener una remuneración justa y razonable en el sentido de la Ley de Comercio Interestatal. Los requisitos de presentación de la solicitud de modificación de tarifas son establecidos en 18 C.F.R. §346.

- **Base de Capital**

Para los nuevos activos la Opinión 154-B (FERC, 1985) propone aplicar el método de valuación por Valor Original de Compra Depreciado ajustado por inflación (*Net Depreciated Trended Original Cost* "TOC"). La característica distintiva de la metodología TOC es que actualiza la Base de Activos Regulatorios en función de la inflación, a diferencia de la metodología DOC (*Depreciated Original Cost*) que considera la inflación en la tasa de rentabilidad.

Para los activos existentes se define un esquema de Transición entre el valor al que fueron ingresados en la Base Regulatoria (*starting rate base* SRB) y el TOC.

¹⁴ (Congress of the United States of America, 1992)



- **Tasa de Costo de Capital**

La tasa de rendimiento se calcula como un promedio ponderado del costo de la deuda y del costo del *equity*. En la Opinión 154-B la Comisión concluye que la tasa de rentabilidad debe determinarse en función de cada caso particular, con referencia a los riesgos de cada oleoducto y al apalancamiento de cada empresa.

Dado que mediante el método de TOC la inflación es reconocida en la base de activos regulatorios, la tasa de rentabilidad calculada para el *equity* es una tasa real.

La Comisión expresó, para el transporte de gas, una preferencia por la aplicación de estructuras de capital reales en lugar de estructuras de capital hipotéticas o teóricas.

4.2.5 Resultados Recientes: Orden 569

La tabla a continuación presenta los resultados de la reciente Orden 569, la cual estableció los valores correspondientes para la organización de empresas de transmisión MISO (Midcontinent Independent System Operator), a lo largo de 15 estados del centro y norte del país, más la provincia de Manitoba en Canadá.

Tabla 18 – Estados Unidos: resultados Orden 569

Ítem	Valor	Metodología
<u>Zona de Razonabilidad</u>		
1 Modelo DCF, Mínimo	7,37%	Obtenido de la Muestra de empresas
2 Modelo CAPM, Mínimo	8,35%	Obtenido de la Muestra de empresas
3 Modelo de Premio de Riesgo, Mínimo	8,22%	Valor basado en el rango promedio de los resultados del ROE del DCF y el CAPM
4 Cota Inferior de Razonabilidad	7,98%	Promedio de los valores mínimos
5 Modelo DCF, Máximo	11,37%	Obtenido de la Muestra de empresas
6 Modelo CAPM, Máximo	12,63%	Obtenido de la Muestra de empresas
7 Modelo de Premio de Riesgo, Máximo	12,36%	Valor basado en el rango promedio de los resultados del ROE del DCF y el CAPM
8 Cota Superior de Razonabilidad	12,12%	Promedio de los valores máximos
9 Valor Medio de la Zona de Razonabilidad	10,05%	Considerado para riesgo medio de las empresas de transmisión del MISO
<u>Inputs del Modelo DCF</u>		
10 Rendimientos de los Dividendos sin Ajustar	-	Promedio mensual de los últimos 6 meses (determinado para cada compañía)
11 Tasa de crecimiento de corto plazo	-	Valores de los últimos 3 a 5 años (determinado para cada compañía)
12 Rendimientos de los Dividendos Ajustados	-	[Ítem 10]+(1+0,5*[Ítem 11])
13 Proyección de crecimiento del PIB de largo plazo	4,35%	Promedio de diversas fuentes
14 Tasa compuesta de crecimiento de largo plazo	-	[Ítem 11]*80%+[Ítem 13]*20% (determinado para cada compañía)
15 ROE del Modelo DCF	9,37%	[Ítem 12]+[Ítem 14] (determinado para cada compañía)
<u>Inputs del Modelo CAPM</u>		
16 Tasa Libre de Riesgo	2,70%	T-Bonds a 30 Años, promedio de 6 meses
17 Prima de Riesgo del Mercado	8,60%	S&P 500
18 Beta del Equity	0,84	Determinado para cada compañía, se presenta el beta implícito ya que la FERC no lo informa expresamente
19 Ajuste por Tamaño	0,61%	Premio o descuento aplicado a cada compañía, se presenta la mediana del valor
20 ROE del Modelo CAPM	10,49%	[Ítem 16]+[Ítem 17]*[Ítem 18]+[Ítem 19] (determinado para cada compañía)

Fuente: Elaboración propia en base a datos de FERC

4.3 La experiencia reciente de Australia

La regulación del sector energético de Australia desde la década pasada está en manos del AER (*Australia Energy Regulator*). 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 tasa de costo de capital se determina mediante el costo promedio ponderado de capital WACC siguiendo un enfoque prospectivo (*forward looking*) con una visión de largo plazo.

Un aspecto discutido por la AER, fue si correspondía estimar un CAPM nacional o internacional. En este aspecto lo que se estaba tratando de determinar es el grado de integración del mercado local con el mercado internacional. La AER decide por un camino intermedio, en el que ni el mercado nacional es 100% segmentado ni hay 100% de integración global, pero con mayor peso en el mercado nacional.

Al momento de la determinación de la metodología tarifaria la agencia tuvo en cuenta la incertidumbre que prevalecía en el año 2009 como consecuencia de la crisis financiera mundial del año 2008. Esta situación se tradujo en los parámetros premio por el riesgo de mercado y coeficiente beta, donde se optaron por valores ligeramente superiores a las estimaciones empíricas.

Un punto a resaltar el espíritu de la agencia en tratar de aislar los negocios regulados lo máximo posible de la incertidumbre internacional.

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

- Tasa libre de riesgo (nominal),
- Coeficiente beta, (riesgo sistemático)
- Premio por el riesgo de mercado,
- Apalancamiento, definido como la razón entre el valor de la deuda y el valor de la deuda más el *equity*,
- 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. Hubo un intenso debate sobre 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. En lo que se refiere a la ventana temporal se toma el promedio de ese título en los 40 días previos al inicio del ciclo tarifario.
- El coeficiente 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 coeficiente 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+

Sobre la base metodológica definida en el año 2009, la AER emitió, a fines de 2018, dos documentos con la actualización metodológica para la determinación de la tasa de retorno ((AER, 2018a) (AER, 2018b). La metodología aprobada tiene por objeto equilibrar la necesidad de incentivar una inversión eficiente y estable para construir y mantener las futuras redes de energía de Australia, al tiempo que permita garantizar que los consumidores no paguen más de lo necesario por una energía segura y confiable.

La tabla siguiente presenta los principales parámetros para la determinación del costo de capital conforme la metodología aplicada por AER, así como los resultados obtenidos.

Tabla 19 – Australia: parámetros costo de capital

Componente	Guía 2018	Guía 2013
Equity/Activos	0.585	0.400
Premio Riesgo Mercado	6.10%	6.50%
Beta	0.60	0.70
Costo del Equity	6.36%	7.25%
Costo de la Deuda	4.70%	4.77%
Costo de Capital	5.36%	5.76%

Fuente: AER

La nueva propuesta de la AER ha sido muy criticada por la industria (Earwaker, 2018). La mayor crítica ha estado en el PRM (MRP) que, a juicio de la industria, está por debajo de sus países pares (Reino Unido, Nueva Zelanda, y países europeos). La AER solía tener un PRM que era 450 puntos básicos sobre la tasa libre de riesgo, que estaría siendo reducido por debajo de 400 puntos básicos, esta diferencia que no puede ser explicada por cambio de régimen regulatorio, o menor riesgo. Sin embargo, la conclusión de Earwaker es que la combinación de 6.1% de PRM con un beta equity de 0.60 dará a los inversores un retorno permitido que es difícil de encontrar en otra parte del mundo.

4.4 La experiencia reciente de Nueva Zelanda

La NZCC (New Zealand Commerce Commission) es la agencia responsable por la regulación de los servicios públicos de transmisión y distribución de gas y electricidad en Nueva Zelanda (entre otros).

Al comienzo de cada período tarifario (en general 5 años), la agencia publica un sendero regulatorio de precio-calidad, el cual fija no solo los requerimientos de ingresos a ser reconocidos, sino también los estándares de calidad requeridos. Más precisamente, la NZCC publica tres esquemas regulatorios distintos de precio calidad:

- **Esquema de Precio-Calidad Default (DPP)**, aplicado sobre las empresas privadas de distribución eléctrica, como también las empresas privadas de transmisión y distribución de gas (período regulatorio de 5 años).
- **Esquema de Precio-Calidad Individual (IPP)**, aplicado sobre la transmisora eléctrica Transpower (período regulatorio de 5 años, revisable a 4). Cabe destacar

que Transpower es el operador monopólico de la actividad, y es de propiedad estatal.

- **Esquema de Precio-Calidad Customizado (CPP)**, aplicado sobre empresas puntuales que aplican al esquema y basado en las circunstancias específicas que afrontan sus negocios (período regulatorio de 3 a 5 años).

Para los tres esquemas, los parámetros asociados al retorno reconocido son fijados de manera común, aunque difieren en los detalles. La tasa reconocida surge de un modelo de WACC tipo Vanilla nominal (los gastos en impuestos son incluidos de forma proyectada), la cual se calcula con una metodología fija y revisada cada 7 años (la última revisión se dio en el año 2016). Los únicos parámetros que se actualizan para cada período tarifario son los de tasa libre de riesgo y el costo de la deuda. Además, la NZCC calcula y publica a título informativo la tasa WACC nominal después de impuestos (pero no la considera en el cálculo tarifario).

A continuación, se describen los criterios considerados para cada componente:

- **Costo del Capital Propio:** el costo del capital es estimado mediante el modelo CAPM simplificado de Brennan-Lally, el cual asume que los inversores reciben todos los beneficios de los créditos fiscales por imputación de dividendos, no se incluyen impuestos sobre las ganancias de capital, y se asume que los mercados de capitales de Nueva Zelanda están completamente separados del capital extranjero.
 - **Tasa Libre de Riesgo:** la tasa libre de riesgo se calcula en base a los retornos de bonos del Gobierno de Nueva Zelanda, con una *maturity* que iguale al período regulatorio (entre 3 y 5 años dependiendo del esquema). El último valor estimado fue de **1,12%**.
 - **Beta de la Industria:** el coeficiente beta es estimado a partir de información de 74 *utilities* los sectores de gas y electricidad localizadas en Nueva Zelanda, Australia, Reino Unido y los Estados Unidos. Se consideran distintas series temporales y ventanas de tiempo. Los betas individuales estimados son desapalancados y se le calcula sobre ellos un promedio ponderado por sector, el cual es luego re-apalancado considerando la ratio de apalancamiento definida por la NZCC. Para determinar que empresas serán consideradas para calcular el beta promedio desapalancado a aplicar a cada sector se considera en primer lugar la clasificación ICB de Bloomberg (Industry Classification Benchmarks), la cual luego se complementa con información descriptiva de las propias empresas (sobre la naturaleza de sus actividades desarrolladas y la participación de los negocios sobre el total de sus ingresos). A modo de ejemplo, el beta desapalancado aprobado en la última revisión del año 2016 para las empresas de distribución eléctrica y Transpower fue igual a **0,35**; el cual alcanzó luego un beta apalancado de **0,60**. Para las empresas del sector de gas por redes se aprobó en un beta desapalancado de **0,40**, el cual luego alcanzó un beta apalancado de **0,69**.
 - **Premio por Riesgo de Mercado:** dada las particularidades del modelo CAPM Simplificado de Brennan-Lally, la prima por riesgo de mercado es estimada ajustada por impuestos. Se asumió en el último proceso un valor de **7%**, el cual refleja el promedio de los retornos de poseer un portfolio de inversiones de Nueva Zelanda. El mismo se calculó a partir de información histórica de retorno sobre inversiones con riesgo medio.
- **Costo de la Deuda:** el costo de la deuda se calcula como la diferencia entre el activo libre de riesgo y el retorno de bonos corporativos de empresas

pertenecientes a la industria con una calificación crediticia del tipo BBB+ (S&P), y una *maturity* similar al período regulatorio. Para la última revisión de Transpower se consideró un valor de **1,60%**. A este costo se le adicionó un **0,20%** como componente de seguros de deuda.

- **Estructura de Capital:** se consideró una ratio de apalancamiento del **42%** basada en la misma muestra de empresas que la considerada para el cálculo del beta.
- **Otros Ajustes:** la WACC estimada corresponde a un punto medio. Se le considera un ajuste adicional equivalente a 0,44 desvíos estándar (percentil 67) entendiendo que el riesgo de presentar una WACC menor al costo real del capital de las empresas representa un mayor costo que el de fijar una WACC superior al costo real del capital.

La tabla a continuación resume los resultados de la última revisión llevada a cabo en el año 2016, para el caso de Transpower:

Tabla 20 – Nueva Zelanda: parámetros costo de capital

Parámetro	Valor
Tasa Libre de Riesgo	1.12%
Premio de la Deuda	1.60%
Ratio de Apalancamiento	42.0%
Beta de Activos (Desapalancado)	0.35
Beta del Equity (Apalancado)	0.60
Premio por Riesgo de Mercado (Ajustado por impuestos)	7.00%
Tasa de impuestos corporativos	28%
Costos de seguros	0.20%
Costo de la Deuda	2.92%
Costo del Equity	5.00%
Error estándar de la WACC	0.0101
WACC Vanilla Media	4.13%
WACC después de impuestos Media	3.78%
WACC Vanilla Percentil 67	4.57%
WACC después de impuestos Percentil 67	4.23%

Fuente: Elaboración propia en base a datos publicados por NZCC

4.5 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 objetivo de 60%** que 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 coeficiente 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* y *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 el regulador toma valores obtenidos de diferentes estudios, donde otorga un peso o ponderación mayoritario al estudio de Dimson, Marsh and Staunton (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 coeficiente 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.
 - Una vez determinados los coeficientes 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 coeficiente 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%.

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 21 – Tasa WACC – Países Bajos

Componente	Bajo	Alto
Tasa libre	3.7%	4.3%
Prima de deuda	0.6%	0.8%
Costo de Capital	4.3%	5.1%
Prima de Riesgo	4.0%	6.0%
Beta desapalancado	0.28	0.39
Beta Apalancado	0.58	0.8
Costo del Patrimonio Neto	6.0%	9.1%
Deuda	60.0%	60.0%
Impuestos	0.291	0.291
WACC Nominal en USD	6.0%	8.2%
Inflación	1.25%	1.25%
WACC Real	4.7%	6.9%

Fuente: Netherlands Competition Authority

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% para el ciclo tarifario del año 2013. Como se mencionó oportunamente en el año 2018 se revisaron los valores de algunos parámetros y se ajustó la tasa WACC a la baja, llegando a 5.4% para el ciclo tarifario de 2018.

4.6 Experiencia reciente de Brasil (ANEEL)

4.6.1 Distribución de Energía Eléctrica

La Agencia Nacional de Energía Eléctrica (ANEEL) determina el costo de capital para la distribución de energía eléctrica mediante la combinación de las metodologías de WACC/CAPM para el costo del capital y del *equity* respectivamente.

En noviembre de 2017, mediante la Nota Técnica n° 189/2017, la ANEEL puso en consulta pública la actualización de los parámetros referentes al costo de capital a ser utilizado en el cálculo de las Revisiones Tarifarias Periódicas de las concesionarias de distribución de energía eléctrica, para aplicación en el período de enero de 2018 a diciembre de 2020. Esta nota técnica complementa a la Nota Técnica n° 180/2017 de octubre de 2017. Esta actualización determina una la tasa de costo de capital para el período 2018 a 2020 de **7.71%** después de impuestos.

▪ Estructura de Capital

La Nota Técnica N° 22/2015, emitida en el proceso correspondiente al reposicionamiento tarifario para el 4 Ciclo de Revisiones Tarifarias Periódicas (CRTP), determina la estructura de capital para utilizar en el cálculo de la tasa WACC como el cociente entre el pasivo y el valor de mercado de los activos. Un punto importante a destacar es que las “Obligaciones Especiales” que son inversiones realizadas con recursos de terceros o del Estado Federal no son consideradas como parte del valor de los activos inmovilizados en servicio.

La tabla siguiente presenta los valores de capital propio y de terceros utilizados por ANEEL en las tres últimas revisiones tarifarias y en el ajuste propuesto en noviembre de 2017 para aplicar en el período enero de 2018 a diciembre de 2021.

Tabla 22 – Estructura de Capital

Componentes	Sigla	ANEEL Dist. II	ANEEL Dist.	ANEEL Dist.	ANEEL Dist.
		CRTP NT 68/07	III CRTP NT 297/11	IV CRTP NT 22/15	IV CRTP NT 189/17
Capital Propio	(P/V)	42.84%	45.00%	51.24%	43.82%
Capital de Terceiros	(D/V)	57.16%	55.00%	48.76%	56.18%

Fuente: Elaboración propia con base en ANEEL

En lo que se refiere a potenciales modificaciones a la propuesta regulatoria cabe resaltar la existencia de un número significativo de contribuciones referidas a la inclusión del capital de trabajo como un componente del Activo Inmovilizado, estas observaciones implicarían que la participación del capital de terceros se reduciría.

Las cuentas que conforman el Activo Inmovilizado son las relacionadas con el stock de bienes de uso, las cuales refieren al activo neto o líquido, a ese activo se le suman las inversiones en curso y se le restan las “Obligaciones Especiales”. El stock de activos, conforme el plan de cuentas de Brasil, se clasifica en:

- Activos de Distribución,
- Activos de Administración,
- Activos de Comercialización.

Cabe destacar que en el proceso de revisión tarifaria hubo una modificación en el Plan de Cuentas del Manual de Contabilidad del Sector Eléctrico (MCSE), estas modificaciones tienen

vigencia a partir de 2015, de esta forma se verifica una modificación en la estructura de capital, que adopta los valores de la NT 189/2017.

▪ **Tasa Libre de Riesgo**

Para la determinación de la tasa libre de riesgo ANEEL recurre al rendimiento de los bonos del Tesoro de los Estados Unidos *Treasury Bonds 10 years*, a través de la media aritmética de los rendimientos para el período de 30 años comprendido entre 1984 y 2014. Posteriormente, en un ajuste incluido en la Nota Técnica 189 de 2017, se aplicó la media aritmética pero para el período comprendido entre octubre de 1987 y septiembre de 2017.

Tabla 23 – Tasa Libre de Riesgo

Item	Descripción	ANEEL Dist. II CRTP NT 68/07	ANEEL Dist. III CRTP NT 297/11	ANEEL Dist. IV CRTP NT 22/15	ANEEL Dist. IV CRTP NT 189/17
Tasa Libre de Riesgo	Bono	T-Bond 10 años	T-Bond 10 años	T-Bond 10 años	T-Bond 10 años
	Plazo	11 años (1995-2006)	15 años (1995-2010)	30 años (1984-2014)	30 años (1987-2017)
	Método	Media Aritmética	Media Aritmética	Media Aritmética	Media Aritmética
	Valor	5.32%	4.87%	5.64%	4.94%

Fuente: Elaboración propia con base en ANEEL

La principal diferencia entre las cuatro estimaciones es el período de análisis. Como se dijo anteriormente, existe una marcada tendencia decreciente en la tasa libre de riesgo. A partir de 2016, y siguiendo la decisión de la FED se experimenta un cambio en la tendencia, sin embargo, dada la metodología de ANEEL de considerar 30 años, este cambio en la tendencia tiene poca incidencia en la tasa libre promedio para dicho horizonte.

▪ **Premio por Riesgo de Mercado**

ANEEL considera para la determinación del Premio por Riesgo de Mercado el *Spread* del rendimiento del mercado accionario de Estados Unidos, medido por el índice SP500 por encima del valor de la tasa libre de riesgo, determinada conforme la metodología especificada en el punto anterior. El período de análisis es de 30 años y la metodología de cálculo es la media, ambos criterios son consistentes con los empleados para la determinación de la tasa libre de riesgo.

Tabla 24 – Premio de Riesgo de Mercado

Item	Descripción	ANEEL Dist. II CRTP NT 68/07	ANEEL Dist. III CRTP NT 297/11	ANEEL Dist. IV CRTP NT 22/15	ANEEL Dist. IV CRTP NT 189/17
Premio de Mercado	Modelo	SP500 - Tbond(10)	SP500 - Tbond(10)	SP500 - Tbond(10)	SP500 - Tbond(10)
	Plazo	78 años (1928-2006)	82 años (1928-2010)	30 años (1984-2014)	30 años (1987-2017)
	Método	Media Aritmética	Media Aritmética	Media Aritmética	Media Aritmética
	Valor	6.09%	5.82%	7.56%	6.58%

Fuente: Elaboración propia con base en ANEEL

▪ **Coefficiente Beta**

La tabla siguiente presenta la evolución de los criterios regulatorios de ANEEL en lo que respecta al coeficiente Beta, el cual se puede ver que es relativamente estable a lo largo de los diferentes procesos tarifarios.

Tabla 25 – ANEEL Coeficiente Beta

Item	Descripción	ANEEL Dist. II CRTP NT 68/07	ANEEL Dist. III CRTP NT 297/11	ANEEL Dist. IV CRTP NT 22/15	ANEEL Dist. IV CRTP NT 189/17
Coeficiente Beta	Beta Apalancado de Referencia	20 Empresas de USA B = 0.88	29 Empresas de USA B = 0.7	EEl USA B = 0.65	EEl USA B = 0.57
	Beta desapalancado Referencia	B = 0.30	B = 0.41	B = 0.43	B = 0.39
	Riesgo Regulatorio	0.218	No considerado	No considerado	No considerado
	Apalancamiento	56.95%	55.00%	48.76%	56.18%
	Beta Apalancado de Brasil	0.77	0.74	0.70	0.73

Fuente: Elaboración propia con base en ANEEL

Conforme la metodología de la NT 22/2015 el coeficiente beta fue obtenido a partir de la cotización de las empresas de Estados Unidos que son parte del Edison Electric Institute (EEI) y que tienen una adecuada liquidez. Posteriormente, debido a ciertos requerimientos, la muestra fue ampliada para considerar un total de 27 empresas eléctricas de Estados Unidos. En la metodología considerada en la NT 189/2017 se mantuvieron las mismas empresas de la NT 22/2015, pero debieron ser excluidas 4 por discontinuidad de sus datos.

▪ **Premio por Riesgo País**

ANEEL determina el premio de riesgo país a través de la mediana de los valores registrados por el índice EMBI para Brasil para el período de 15 años comprendido entre octubre 1999 y septiembre 2014, dicho valor es de 262 puntos básicos. Cabe destacar que a raíz de la crisis económica Brasil perdió la calificación de Grado Inversor. Posteriormente este valor fue recalculado considerando el período 2003-2017, llegando a un valor de 250 puntos básicos.

▪ **Premio por Riesgo Crédito**

El premio por riesgo de crédito es determinado por ANEEL con base en el promedio para los últimos 15 años del spread de empresas brasileñas del sector listadas en la bolsa de valores.

▪ **Costo de la deuda**

El costo de la deuda, siguiendo la metodología de ANEEL surge de la suma de la tasa libre de riesgo, el riesgo país y la prima por riesgo de crédito.

▪ **Riesgo Regulatorio**

En el segundo ciclo tarifario la ANEEL incorporó un premio por riesgo regulatorio, aplicado al coeficiente beta apalancado. Dicho coeficiente beta fue determinado con base en la diferencia teórica entre los coeficientes betas de esquemas regulatorios por precio techo y los esquemas de costo de servicios.

Mediante la NT 180/2014 la ANEEL presentó argumentos para no seguir considerando el riesgo regulatorio en el cálculo de la WACC. Un primer argumento es la racionalización de que no existe en la realidad ningún esquema regulatorio puro, ya sean de Price-cap o Cost of Service, así, desde el punto de vista estrictamente del riesgo regulatorio, la ANEEL considera que las diferencias en los riesgos no son tan marcadas, por ejemplo, en los Estados Unidos existe una serie de riesgos derivados de la segmentación y autonomía de la regulación a nivel estadual,

imprevisibilidades en los cronogramas y en las metodologías de revisión tarifaria; en tanto que en el caso de Brasil la existencia de reglas predefinidas de revisión y reajuste de tarifas, mecanismos para el *passthrough* de ciertos riesgos, y regulación a nivel nacional actúan como elementos que mitigan la diferencia de los riesgos regulatorios.

Naturalmente ANEEL no desconoce que la madurez de las instituciones norteamericanas es mayor que la de Brasil, además de contar con una economía más sólida y diversificada, sin embargo estas diferencias en los *fundamentals* económicos están adecuadamente reflejadas en los premios por riesgo país.

Entre las contribuciones recibidas por la ANEEL en las consultas relacionadas con el riesgo regulatorio se sugiere incluir índices de calidad regulatoria, como el índice desarrollado por el Banco Mundial, sin embargo existe un problema al tratar de determinar premios por riesgo a partir de análisis cualitativos, es decir, la ausencia de precios de mercado para el indicador de Calidad Regulatoria que publica el Banco Mundial inhabilita su aplicación.

Adicionalmente la ANEEL demuestra la inexistencia de evidencias de riesgo regulatorio sistemático en las series temporales de riesgo relativo y de retorno, asociado a las empresas del sector eléctrico.

▪ **Riesgo cambiario**

En el primer ciclo de revisiones tarifarias periódicas de ANEEL, el riesgo cambiario fue aproximado por la ANEEL a partir de la relación entre el valor futuro del dólar y el valor de la misma moneda a la vista. La metodología de cálculo consistió en la aplicación de filtro de Kalman (enfoque espacio-estado) sobre la diferencia entre el tipo de cambio futuro a un mes, en el primer día de su lanzamiento, y el tipo de cambio a la vista, en el día anterior al de vencimiento del contrato a futuro. En los ciclos de revisiones tarifarias subsiguientes la ANEEL abandonó el premio por riesgo cambiario considerando que esta prima, que capta las diferencias entre el tipo de cambio realizado y esperado de corto plazo, no es consistente con el horizonte de planificación de la industria.

▪ **Inflación de Estados Unidos**

En la Nota Técnica 189 de 2017, ANEEL asume un valor de inflación proyectado de 1.90%. Este valor surge de la calcular el promedio aritmético de la tasa de inflación anual, medida según el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos (CPI), para el período de 15 años comprendido entre 1º de septiembre de 2003 y 30 de agosto de 2017.

▪ **WACC**

La tabla siguiente presenta el resumen y la evolución de las variables utilizadas por ANEEL para la determinación de la tasa WACC.

Tabla 26 – Evolución valor tasa WACC ANEEL Distribución

Componentes	Sigla	ANEEL Dist II CRTP NT 068/07	ANEEL Dist III CRTP NT 297/11	ANEEL Dist IV CRTP NT 022/15	ANEEL Dist IV CRTP NT 189/17
Estructura de Capital					
Capital Propio	(P/V)	42.84%	45.00%	51.24%	43.82%
Capital de Terceros	(D/V)	0.5716	0.55	0.4876	0.5618
Costo de Capital Propio					
Tasa Libre de Riesgo	Rf	5.32%	4.87%	5.64%	4.94%
Premio por Riesgo de Mercado	Rm-Rf	6.09%	5.82%	7.56%	6.58%
Beta desapalancado USA	Brr (desalav)	0.296	0.41	0.432	0.393
Beta apalancado	Brr (alav)	0.557	0.741	0.703	0.726
Ajuste por esquema regulatorio	RR	0.218			
Beta Total Ajustado	BAj	0.775	0.741	0.703	0.726
Premio Riesgo de Negocio	B*(Rm-Rf)	4.72%	4.31%	5.31%	4.78%
Premio Riesgo País	Rb	4.91%	4.25%	2.62%	2.50%
Premio Riesgo Cambiario	Rc	1.78%			
Costo de Capital Propio Nominal	Rp	16.73%	13.43%	13.57%	12.22%
Costo de Capital de Terceros					
Premio Riesgo de Crédito	Rd	2.96%	2.14%	3.37%	4.44%
Impuestos y Cargas del Sector	Imp	0.34	0.34	0.34	0.34
Costo Deuda Nominal	Rd	14.97%	11.26%	11.63%	11.88%
WACC nominal después de impuestos	Rwacc	12.81%	10.13%	10.70%	9.76%
Inflación	Inf	2.60%	2.45%	2.41%	1.90%
WACC real después de impuestos	Rwacc	9.96%	7.50%	8.09%	7.71%
WACC real antes de impuestos	Rwacc	15.08%	11.36%	12.26%	11.68%

Fuente: Elaboración propia con base en ANEEL

4.6.2 Transmisión de Energía Eléctrica

En lo que respecta a la transmisión de energía eléctrica, la ANEEL aprobó, en la Audiencia Pública 09/2019, la metodología (WACC) y valores de la tasa de costo de capital para los períodos 2019 (7,11%) y 2018 (7,32%), real después de impuestos. La tasa aprobada para el año 2019 surge de la aplicación de una nueva metodología que la ANEEL puso en consulta a los agentes del sector. Los principales lineamientos de esta metodología se presentan en la sección siguiente.

Tabla 27 – WACC ANEEL Transmisión

Costo Capital Propio	2019	2018
Título Público Local	5,97%	5,94%
Beta Apalancado	0,4517	0,5319
Premio de Riesgo de Mercado	6,53%	6,48%
Premio de Riesgo de Negocio	2,94%	3,45%
Costo Equity Real Después de Impuestos	8,91%	9,39%
Costo de Capital de Terceros	2019	2018
Debentures	5,06%	4,90%
Remuneración por el Costo de Emisión	0,53%	0,46%
Remuneración real antes Impuestos	5,59%	5,36%
Impuestos	34,00%	34,00%
Costo Deuda Real Después de Impuestos	3,69%	3,54%
Estructura de Capital	2019	2018
% Capital Propio	65,42%	64,64%
% Capital de Terceros	34,58%	35,36%
Costo de Capital	2019	2018
Real, antes de impuestos	10,76%	11,09%
Real, después de impuestos	7,11%	7,32%

Fuente: Elaboración propia con base en ANEEL

4.6.3 Nueva Metodología Tasa WACC Electricidad

La ANEEL aprobó el día 12/03/2019 la apertura de Audiencia Pública para discutir la metodología de cálculo de la tasa de costo de capital (WACC). La tasa 7.11% real después de impuestos, correspondiente a 2019 que será aplicada a las transmisoras de energía eléctrica que operan el sistema de “Red Básica Existente (RBSE), en tanto que para las generadoras, y resto de las empresas de transmisión se aplicará una tasa de 7.32% real después de impuestos, esta tasa será de aplicación retroactiva a 2018. Por otra parte, en lo referente a distribución, el valor de la tasa aún resta por definirse, pero su aplicación será efectiva a partir de 2020.

La nueva metodología de cálculo propuesta se basa en parámetros locales y del mercado nacional en lugar de recurrir al mercado internacional.

- En este sentido, la ANEEL propone reemplazar los títulos del Tesoro de los Estados Unidos a diez años (T-bond) por títulos domésticos que pagan un interés real y que son indexados por inflación (NTN-B). La principal motivación para adoptar títulos domésticos es que el riesgo país ya se encuentra implícito en la tasa de interés real de los bonos domésticos.
- Otra propuesta promovida por ANEEL se refiere a la utilización de datos del mercado de debentures que tiene la ventaja utilizar datos públicos y de fácil acceso para los agentes interesados.
- En forma adicional, respecto de la estructura de capital, la propuesta de ANEEL es que la misma se determine como el cociente entre Patrimonio Neto y EBITDA regulatorio, que es un ratio de uso frecuente en los mercados financieros y de crédito.
- Por último, la nueva metodología introduce el blindaje del costo del capital propio para el periodo de cinco años.

Por otra parte, el 10/03/2020 la ANEEL aprobó, en forma definitiva, la nueva metodología para el cálculo y la periodicidad de la actualización de la tasa reguladora de rentabilidad del capital (WACC) utilizada para revisar la tarifa o los ingresos de los distribuidores, transmisores y generadores de electricidad.

Para los transmisores y generadores, se aprobaron las tasas para los años 2018 (7,66%), 2019 (7,39%) y 2020 (6,98%). Para los distribuidores, se aprobó la tasa para 2020 (7,32%).

A partir de este momento, el WACC será actualizado y publicado anualmente por la ANEEL. Cada año se aplicará la tasa vigente en los procesos de revisión que tengan lugar ese año.

4.6.4 Tasa de Costo de Capital Distribución de Gas Natural

A diferencia de lo que ocurre con los servicios de transmisión y distribución eléctrica, la regulación de los servicios públicos de transporte y distribución de gas natural en Brasil es de carácter estadual. En tal sentido, se optó por tomar como referencia la metodología de cálculo de la tasa del costo de la capital reconocida por la Agencia reguladora de São Paulo ARSESP (Agência Reguladora de Saneamento e Energia do Estado de São Paulo, ARSESP), establecida en el año 2019 (último proceso de revisión tarifaria) para las empresas distribuidoras siguientes: Comgás (NT.F 002/2019), Gas Brasileiro Distribuição GBD (NT.F 0044/2019), y Naturgy (NT.F 055/2019).

Los criterios metodológicos para el cálculo de la tasa de retorno permitida sobre el capital se basan en el método del Costo Promedio Ponderado del Capital, con la tasa WACC expresada en dólares constantes de los estados unidos, después de impuestos (WACC Real).

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

$$r_{WACC} = (1 - w_D)r_E + w_D r_D (1 - T) \quad [38]$$

dónde:

- r_{WACC} es el costo promedio ponderado de capital en dólares nominales después de impuestos.
- r_D Costo de la deuda, antes de impuestos
- r_E Costo del capital propio (equity)
- W_d y W_e son los ponderadores de estructura de capital (W_d es la ratio de apalancamiento y $W_e = 1 - W_d$)
- T es la tasa impositiva.

A continuación, se presentan los lineamientos seguidos para el cálculo de cada uno de estos componentes.

4.6.4.1 Costo del Capital Propio

De acuerdo con lo establecido en la normativa vigente, la tasa de costo de capital propio en dólares se calcula a partir del modelo tradicional de CAPM internacional, en su versión “Country Spread Model”, comúnmente aplicado en economías emergentes, el cual presenta la siguiente especificación:

$$r_E = r_f + \beta \times (r_m - r_f) + r_p \quad [39]$$

Cada uno de los componentes de la fórmula anterior se determinan de la siguiente manera:

- **Tasa Libre de Riesgo (r_f):** se consideró el promedio de los rendimientos de los bonos de los Estados Unidos de América a 10 años, teniendo como período de referencia 30 años 1989-2018. Esto arrojó un valor de **4,69%**.
- Para el caso de Comgás el período tarifario se encuentra desplazado un año por lo que el horizonte de 30 años de análisis es 1988-2017, la tasa libre consistente con dicho

período es **4.92%**.

- **Coefficiente Beta (β):** 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. De acuerdo a las notas técnicas, en los casos de GBD y Naturgy se consideró una muestra de empresas del sector de distribución de gas que prestan servicio en los Estados Unidos y cotizan en la NYSE (New York Stock Exchange). El criterio para desapalancar y reapalancar el coeficiente beta es a través de la ecuación de Hamada. Considerando las diferencias en la estructura de capital aplicada en cada caso, se llegó a un coeficiente Beta de **0,6366** para GBD y **0,66** para Naturgy. Para el caso de Comgás el beta desapalancado es **0,5345** y utilizando la ecuación de Hamada y el nivel de apalancamiento de la empresa se obtiene un coeficiente beta de **0,8177**.
- **Premio por Riesgo de Mercado (r_m):** corresponde al promedio aritmético de las primas de mercado anuales, estimadas a partir del Índice Standard & Poor's 500 y de la tasa libre de riesgo. Para mantener consistencia, la ARSESP consideró un período de 30 años, alcanzando un valor de **6,66%**. Para el caso de Comgás, a los fines de mantener la coherencia con el período definido para la tasa libre de riesgo, se optó por computar el PRM para el mismo período de 30 años (1988-2017), ese cálculo arroja un valor de **7,11%**.
- **Premio por Riesgo País (r_p):** Para el análisis del Premio por Riesgo País, la ARSESP optó por seguir el enfoque de ANEEL, el cual considera la **mediana** del índice EMBI + Br del sistema IPEADATA del Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, para un período de 15 años (entendiendo que el mismo refleja el comportamiento racional del mercado). Este componente alcanzó un valor de **2,46%**. En el caso de la empresa Comgás, dado el coeficiente de riesgo país es **2,50%**.

4.6.4.2 Costo de la Deuda

Al igual que en el caso del sector eléctrico, para determinar el costo de la deuda se recurre a la fórmula del CAPM pero de la deuda, la cual contempla la tasa libre de riesgo, el premio por riesgo país (ya definidos previamente) y, finalmente, el riesgo de crédito (r_c):

$$r_D = r_f + r_c + r_p \quad [40]$$

Dado que ni Naturgy ni GBD poseen calificaciones crediticias, ARSESP optó por considerar como *proxy* la calificación de riesgo de la única empresa con rating del Estado de Sao Paulo: Comgás.

Tabla 28 – Rating Comgás

Agencia	Local	Global
Fitch	AAA	BB
Moody's	Aaa.br	Ba1
Standard & Poors	brAAA	

Para computar el riesgo se consideró la escala global BB, calculando el valor del componente como el *spread* medio de la serie de información disponible en la terminal Bloomberg Profesional de la tasa de riesgo de empresas similares (*utilities*), con la misma clasificación. El período considerado abarca desde enero de 2014 hasta finales de 2018 y descuenta la media de Bonos del gobierno estadounidense a 10 años (T-Bond 10Y) del mismo período, resultando en un valor de **3,524%**. Para el caso de Comgás, dado que el período de análisis va desde 2013 hasta 2017 se arriba a un valor de **3,42%**.

4.6.4.3 Ratio de Apalancamiento

Siguiendo lo establecido en los Contratos de Concesión de las distribuidoras reguladas por la ARSESP, las Concesionarias deben tener la posibilidad de obtener una “rentabilidad apropiada sobre su base de activos” por lo tanto la ARSESP determina el apalancamiento a partir del ratio deuda/equity de la propia empresa concesionaria.

De acuerdo con lo establecido en las respectivas Notas Técnicas, la ARSESP determinó el ratio de apalancamiento de cada empresa bajo el abordaje tradicional del cociente entre pasivos netos de equivalentes de efectivo, respecto del pasivo más patrimonio neto $[D/(D+E)]$. El mismo fue calculado a partir del promedio de los valores de libro de los últimos cinco años (siguiendo un enfoque contable).

Esta metodología se tradujo en una ratio de apalancamiento del **0%** para GBD¹⁵, **5,11%** para Naturgy, y **44.53%** para Comgás.

En su justificación la ARSESP da por entendido que, si bien no se trata de una estructura de capital óptima, se reconoce el hecho de que las empresas más pequeñas pueden encontrar mayores dificultades para apalancarse (como es el caso de GBD y Naturgy en Sao Paulo). En tal sentido, al incorporarse esta consideración en dicho coeficiente, la ARSESP descartó la posibilidad de incluir al premio de riesgo por tamaño en la ecuación del costo del capital propio (que había sido incluido en revisiones anteriores).

Por otra parte, la metodología adoptada por ARSESP estaría reconociendo mayor ingresos tarifarios a las empresas que tienen menor apalancamiento, si esta mayor restricción al financiamiento no se origina en consideraciones de tamaño, entonces el incentivo sería contrario a lo esperado ya que se reconocería mayores ingresos a empresas que gestionan su financiamiento de forma ineficiente o que son más riesgosas.

4.6.4.4 Resultados

A partir del análisis presentado, se observa que la metodología aplicada por la ARSESP consiste en una tasa WACC Real internacional (Country Spread Model), calculada a partir de datos históricos.

Para obtener los valores en moneda constante, se consideró una estimación de la inflación de los Estados Unidos a partir del promedio de los valores de la serie del Índice de Precios al Consumidor (IPC) durante los últimos 15 años.

Se presenta a continuación los valores calculados en las Notas Técnicas analizadas:

¹⁵ Lo cual se traduce en financiación del 100% por Capital Propio para esta empresa.

Tabla 29 –Tasa WACC después de impuestos - Distribución de Gas por Redes - ARSESP

Componente	GBD	Naturgy	Comgás
Tasa Libre de Riesgo (Indicativa)	4,69%	4,69%	4,92%
Coeficiente Beta	0,64	0,66	0,82
Premio por riesgo de mercado	6,66%	6,66%	7,11%
Premio por riesgo país	2,46%	2,46%	2,50%
Inflación Estados Unidos	2,09%	2,09%	2,09%
Costo del Capital Propio (Real)	9,11%	9,26%	10,92%
Costo de la Deuda (Real después de impuestos)		4,85%	4,96%
Ratio de Apalancamiento	0,00%	5,11%	44,53%
Tasa WACC Real	9,10%	9,03%	8,27%

Fuente: Elaboración Propia con base en ARSESP.

4.7 La experiencia reciente de Colombia

La determinación de los valores de la tasa de costo de capital vigentes en Colombia para los sectores regulados de industrias de red, particularmente transporte de gas natural, distribución de gas combustible, transporte de GLP por ductos, transmisión y *distribución de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional*, y generación y distribución de energía eléctrica en zonas no interconectadas, está definida en la Resolución CREG 095/2015.

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), y se expresa en pesos colombianos.

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

$$TD_{cop,a,t} = \frac{WACC_{cop,a,t} - \pi_{cop,t}}{1 + \pi_{cop,t}} \quad [41]$$

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 doméstica 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:

$$\pi_{cop,i} = \frac{1 + \text{Tasa TES COP}_i}{1 + \text{Tasa TES UVR}_i} - 1 \quad [42]$$

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.

$$WACC_{cop,a,t} = W_d * Kd_{cop,t} + \frac{W_e * Ke_{cop,a,t}}{(1-Tx)} \quad [43]$$

Los principales elementos componentes de la tasa WACC son descriptos a continuación:

- **Estructura del Capital:** las ponderaciones del costo de la deuda (W_d) y del capital propio (W_e) son definidas como un objetivo de estructura financiera óptima, 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-, ese valor es consistente con la realidad del sector colombiano.
- **Costo de la Deuda:** El costo de la deuda en el Mercado local $Kd_{cop,t}$ se calcula como el promedio ponderado, por monto de colocación, de las tasas de créditos comerciales (preferencial o corporativo), a más de cinco 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:

$$Ke_{cop,a,t} = \left[\frac{(1 + Ke_{usd,a,t})^n * (1 + Swap_{cop,n,t})^n}{(1 + Swap_{usd,n,t})^n} \right]^{\frac{1}{n}} - 1 \quad [44]$$

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 .

Las tasas swap en pesos colombianos y en dólares respectivamente, se incorporan en el análisis como una medida de riesgo cambiario, es decir, debido a que la estimación del costo del equity se hace con base en el mercado internacional, se incluye el tipo de cambio implícito, calculado a través de la evolución de las tasas swap.

El cálculo de 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:

$$Ke_{usd,a,t} = R_{f,t} + (\beta_{L,t} * R_{m,t}) + R_{p,t} + R_{r,a} \quad [45]$$

La metodología y fuentes para determinar cada uno de los elementos componentes 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. La ventana de análisis es de un año.
- **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 de 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.
- **Tasa Impositiva:** el valor de esta componente de la fórmula del costo del capital incluye el impuesto a la renta y cargos como el CREE que tienen por finalidad promover el desarrollo de programas de Equidad Social.

Para cada año del periodo tarifario la tasa impositiva aplicable tiene un valor específico conforme con lo previsto en la normatividad vigente, a partir del año 2019 ese valor es 34%.

Críticas de la industria: En el Documento CREG 061 de 2015 se presentan los comentarios que la industria realizó a la propuesta de la CREG. Con relación a la metodología general, la principal observación de la industria fue pasar de series de largo plazo para valores de muy corto plazo (90 días). Atento a ello, la CREG cambió la ventana de 90 días para 12 meses para los parámetros donde sea posible utilizar información de mercado.

4.7.1 Distribución de Energía Eléctrica

Los valores de tasa de retorno para la actividad, vigentes en Colombia a la fecha son los de la Resolución 016/2018, (CREG, 2018a) que determina la tasa de retorno permitida para la actividad de distribución de energía eléctrica en el sistema interconectado nacional. Acompaña esta resolución el Documento CREG-011 de 2018 (CREG, 2018b). La metodología general respeta los lineamientos de la Resolución CREG 095 de 2015. La principal innovación de la metodología empleada es que la prima por riesgo de la actividad en Colombia se determinó que debe ser nula ($R_{r,a} = 0$), ya que el riesgo de demanda no existe para una metodología de Ingreso Máximo y el riesgo en los costos por el aumento de salarios es absolutamente marginal.

En virtud de la aplicación de la metodología vigente, el valor de la tasa de descuento para el sector de distribución de energía eléctrica arrojó, para el período de 2019 en adelante, **11.8%** real antes de impuestos.

La tabla siguiente presenta la metodología y resultado de las estimaciones de cada componente de la tasa de costo de capital:

Tabla 30 – Colombia Tasa de Costo de Capital Distribución Energía Eléctrica

Variable	Descripción	Fuente	Valor
Tasa Libre USA $R_{f,t}$	Promedio rendimiento TBond 10 years. Horizonte: anual 2017.	Bloomberg	2,3262%
Ponderador Deuda W_d	Ponderador deuda: Valor Objetivo	Resol CREG 095/2015	40%
Ponderador Equity W_e	Ponderador capital propio: Valor Objetivo $1 - W_d = 60\%$	Resol CREG 095/2015	60%
T_x	Impuesto a la Renta > 2019	Ley 1819/2016	33%
Beta Apalancado $\beta_{L,t}$	Beta apalancado por ecuación de Hamada	Cálculo	0,689
Riesgo de Mercado $R_{m,t}$	Media aritmética SP500 menos Media aritmética TBond 10 year	Damodaran	6,376%
Premio Riesgo País $R_{p,t}$	Promedio Prima de riesgo país. Diferencia de rendimientos bonos domésticos en dólares vs bonos de USA. Horizonte: anual 2017.	Bloomberg	1,8574%
Riesgo Regulatorio $R_{r,t}$	Prima de riesgo regulatorio. Diferencia de esquemas regulatorios Colombia vs USA.	Cálculo	0%
Costo del Capital Propio USD $Ke_{usd,t}$	Costo de capital propio en dólares $Ke_{usd,a,t} = R_{f,t} + (\beta_{L,t} * R_{m,t}) + R_{p,t} + R_{r,t}$	Cálculo	8,5767%
$Swap_{cop,t}$	Promedio tasa curva Swap Libor Peso Horizonte: anual 2017.	Bloomberg	6,2887%
$Swap_{usd,t}$	Promedio tasa curva Swap Libor Horizonte: anual 2017.	Bloomberg	2,2854%
Costo del Capital Propio Cop $Ke_{cop,t}$	Costo de capital propio en pesos $Ke_{cop,a,t} = \left[\frac{(1 + Ke_{usd,a,t})^n * (1 + Swap_{cop,n,t})^n}{(1 + Swap_{usd,n,t})^n} \right]^{\frac{1}{n}} - 1$	Cálculo	12,8264%
Costo Deuda Cop $Kd_{cop,t}$	Costo de la deuda en pesos.	Banco de la República	9,6197%
WACC Cop $WACC_{cop,t}$	Costo de capital promedio en pesos nominal, antes de impuestos $WACC_{cop,a,t} = W_d * Kd_{cop,t} + \frac{W_e * Ke_{cop,a,t}}{(1 - T_x)}$	Cálculo	15,3342%
Inflación Doméstica $\pi_{cop,t}$	Inflación Doméstica. Diferencia de Bonos Cupón Cero en UVR y en pesos. $\pi_{cop,i} = \frac{1 + Tasa\ TES\ COP_i}{1 + Tasa\ TES\ UVR_i} - 1$	Ministerio de Hacienda	3,1718%
Tasa Desc Cop $TD_{cop,t}$	Tasa de Descuento en pesos constantes, antes de impuestos. $TD_{cop,a,t} = \frac{WACC_{cop,a,t} - \pi_{cop,t}}{1 + \pi_{cop,t}}$	Cálculo	11,8%

Fuente: Documento CREG 011/2018

Respecto de la metodología propuesta por la Resolución 016/2018 se pueden efectuar las siguientes consideraciones:

- **Coefficiente beta de riesgo sistemático:** El coeficiente beta de riesgo sistemático aplicado para el sector de distribución de energía eléctrica incluye también empresas distribuidoras de gas combustible por redes, lo que no es recomendable. El valor que surge de la información de Bloomberg es 0.48 para el coeficiente beta desapalancado, y 0.69 luego de reapalancarlo por el apalancamiento regulatorio y la estructura impositiva vigente. El valor desapalancado considerado parece alto a la luz de las estimaciones recientes de (Duff & Phelps, 2019b). En efecto, Duff & Phelps reporta coeficientes beta menores para el sector eléctrico, la distribución de gas y transporte de combustibles líquidos de los EUA. Ajustando el valor del coeficiente beta desapalancado (mediana con ajuste de Vasicek) de 0.26 por la diferencia entre la media de los valores reportados en el

Reino Unido con relación a los EUA (1.43), se llega a un valor de 0.37, que es muy inferior al 0.48 usado. El valor usado está más próximo al valor con ajuste de Blume reportado por Duff & Phelps (0.38 que, ajustando por diferencias de entorno entre Gran Bretaña y los EUA, da 0.54).

Tabla 31 – Coeficientes betas estimados por Duff & Phelps para el sector eléctrico de los EUA (Código SIC 491, jun. 2019)

	Betas apalancados			Betas desapalancados		
	MCO	Aj, Blume	Aj. Vasicek	MCO	Aj, Blume	Aj. Vasicek
Mediana	0.28	0.55	0.36	0.21	0.38	0.26
SIC ponderado	0.28	0.55	0.33	0.20	0.36	0.23

Fuente: (Duff & Phelps, 2019b)

Tabla 32 – Coeficientes betas estimados por Duff & Phelps para el sector de distribución de gas natural de los EUA (Código SIC 4924, jun. 2019)

	Betas apalancados			Betas desapalancados		
	MCO	Aj, Blume	Aj. Vasicek	MCO	Aj, Blume	Aj. Vasicek
Mediana	0.33	0.58	0.43	0.26	0.43	0.33
SIC ponderado	0.29	0.55	0.44	0.22	0.42	0.32

Fuente: (Duff & Phelps, 2019b)

Tabla 33 – Coeficiente Beta EEUU v Reino Unido

Ajuste por diferencia de esquemas regulatorios	Beta desapalancados (con ajuste de Vasicek)	
	Promedio ponderado	Mediana
USA – Code SIC 49 (Electric, Gas and Sanitary Services) USD	0.26	0.29
UK – Code 55 (Utilities) USD	0.40	0.42
Ajuste	1.54	1.44

Fuente: Duff & Phelps (2019)

- **Tasa Libre de Riesgo:** adicionalmente cabe observar la prima por riesgo de la actividad en Colombia que presenta una inconsistencia al emplear dos tasas libre riesgo en la fórmula del CAPM, lo que, a nuestro juicio, no es correcto. En efecto, la metodología aplica dos valores para la tasa libre de riesgo: 2.33% y 5.15%. El primer valor surge de una estimación con una ventana de 12 meses, mientras que el segundo es el resultado de una estimación de largo plazo desde 1928.

4.7.2 Distribución de Gas por Redes

La Resolución CREG 096 de 2015 (CREG, 2015a, p. 096) aplica la metodología de cálculo establecida en la Resolución CREG 095 de 2015 y define la prima por diferencias entre el esquema de remuneración de mercado de referencia y el esquema aplicado en Colombia. Dicha prima se fija en 2.54%, valor que opera como un ajuste en la tasa libre de riesgo, además de la prima por riesgo país.

La Resolución CREG 096 de 2015 tiene asociado el Documento CREG-063 (CREG, 2015b, p. 063). Al respecto, la metodología para definir esta prima, por diferencias en los esquemas de remuneración, no es sencilla de replicar; no tenemos conocimiento de otro regulador que aplique la misma o alguna metodología equivalente. Los elementos que componen la tasa de costo de capital son determinados de la siguiente manera:

- **Costo de la deuda:** En la Resolución CREG 095 de 2015 el costo de la deuda se define como el promedio ponderado, por monto de colocación, de las tasas de colocación de créditos comerciales (preferencial o corporativo), a más de cinco años de plazo, del total de establecimiento (excluidas las tasas de las entidades financieras especiales excepto el Fondo Nacional de Ahorro). La fórmula usada fue la siguiente:

$$kd = \frac{\sum_{i=j}^t Tasa_j * Desembolso_i}{\sum_{i=j}^t Desembolso_i} \quad [46]$$

La tasa estimada de costo de deuda nominal en pesos colombianos resultó **8.25%**. El uso de una tasa local para aproximar el costo de la deuda es un procedimiento que simplifica ese cálculo, por lo que nos parece una elección acertada.

- **Costo del capital propio:** El costo del capital propio en COP se estima a partir del costo en dólares en función de la fórmula:

$$Ke_{COP,a,t} = \left[\frac{(1+Ke_{USA,a,t})^n * (1+swap_{COP,n,t})^n}{(1+swap_{USD,n,t})^n} \right]^{1/n} - 1 \quad [47]$$

Para estimar el $Ke_{USA,a,t}$ se utiliza la adaptación de la fórmula del CAPM:

$$Ke_{usd,a,t} = R_{f,t} + \beta_{L,t} * R_{m,t} + R_{p,t} + R_{r,a} \quad [48]$$

- Para la estimación $R_{f,t}$ se consideró el promedio del rendimiento de bonos de los Estados Unidos a 10 años de plazo. Se usó una ventana de 12 meses. El resultado arrojó **2.22%**.
- El coeficiente beta desapalancado estimado fue **0.46**. Dicho valor surgió de desapalancar por la fórmula de Hamada los coeficientes beta que surgen de la función Beta del sistema de información de Bloomberg. En la estimación se consideró información diaria de los últimos cinco años para un conjunto de empresas. Reapalancando el coeficiente con la estructura impositiva efectiva del momento, el coeficiente $\beta_{L,t}$ a usar se ubicó entre **0.64** y **0.67**.
- La prima $R_{m,t}$ resultó del promedio aritmético desde 1928 a la fecha de la prima de mercado que reporta Damodaran. Nótese que esto implica que no se usó la misma tasa libre de riesgo estimada (2.22%), lo que, a nuestro juicio, no es correcto. El valor estimado fue **6.25%**.
- La prima por riesgo país $R_{p,t}$ fue aproximada por la diferencia entre el promedio de los *credit default swap* (CDS) de 10 años de Colombia (*ticker* Bloomberg: COLOM CDS USD SR 10Y CBIN Corp) y el promedio del CDS de 10 años de los EUA (*ticker* Bloomberg: US CDS EUR SR 10Y Corp). El resultado arrojó **1.48%**.
- Para estimar la prima por riesgo de la actividad en Colombia $R_{r,a}$ se siguió la

metodología puesta en consulta en el Documento CREG-065 de 2014. En dicho documento se plantea un ejercicio de valoración de riesgos mediante el cual se estima el impacto en el retorno del capital propio. La metodología sugerida en ese documento es bastante *sui generis* y, de hecho, este consultor no la ha visto aplicada por ningún otro regulador. El valor estimado fue **2.54%**.

El valor estimado para el $Ke_{USD,a,t}$ resultó en un rango entre **10.18%** y **10.40%**, dependiendo de la tasa impositiva efectiva que se consideró.

La tasa de costo de capital propio en pesos se estimó a partir de la fórmula ya comentada de la Resolución CREG 095 de 2015:

$$Ke_{COP,a,t} = \left[\frac{(1+Ke_{USA,a,t})^n * (1+swap_{COP,n,t})^n}{(1+swap_{USD,n,t})^n} \right]^{1/n} - 1 \quad [49]$$

Siendo la $swap_{COP,n,t}$ y $swap_{USD,n,t}$ estimadas en 5.93% y 2.34%, respectivamente, la tasa $Ke_{COP,a,t}$ estimada se ubicó entre **14.05%** y **14.28%**, dependiente de la tasa impositiva efectiva. Para tener como referencia, el costo del capital propio estimado en dólares antes de impuestos fue **10.18%-10.40%**.

4.7.3 Resumen y observaciones sobre la metodología vigente

Con relación a la forma elegida por la CREG para aplicar el CAPM de las industrias de red en Colombia se presentan las siguientes observaciones:

- La fórmula vigente considera dos fuentes diferentes para la tasa libre de riesgo. Por un lado, se considera la tasa libre de riesgo aproximada por el bono de los EUA a 10 años de plazo (*ticker* Bloomberg: USGG10YR *Index*); por otro lado, en la fórmula de PRM se considera como fuente a Damodaran. Es decir, la fórmula no parece tener en cuenta que el CAPM es un promedio ponderado entre tasa libre de riesgo y la expectativa de retorno de mercado, siendo el coeficiente β de riesgo sistemático el factor ponderador, por lo que solo es válido que se considere una única tasa libre de riesgo.
- Con relación al PRM, la Comisión optó por una visión de muy largo plazo, incluyendo el período entre las guerras mundiales. La visión adoptada por otros reguladores es que el mundo ha cambiado mucho en las últimas décadas y que, por lo tanto, es más apropiado considerar una ventana de tiempo más corta y próxima.
- El procedimiento usado para reapalancar el coeficiente β considera la fórmula recomendada por Hamada. Esa fórmula descansa en el supuesto fuerte que el $\beta_D=0$ lo que implica coeficientes beta apalancados más altos. La fórmula alternativa para apalancar el coeficiente beta es la fórmula de (Miles and Ezzell, 1980). No obstante, ante β_D alto y β_U bajo, la fórmula de Miles & Ezzell puede arrojar valores de coeficiente β bajos.
- El tratamiento de la prima por riesgo país (en los hechos se trata de un ajuste en la tasa libre de riesgo) está basado en el modelo de diferencial de rendimiento del país (*country yield spread model*) a través de los diferenciales de incumplimiento crediticio (*credit swap model*), esta es una práctica habitual, aunque algunos autores considera más práctico el uso del indicador del EMBI.
- El ajuste en la tasa libre de riesgo por una prima por diferencias entre el esquema de remuneración del mercado de referencia (EUA) y el esquema aplicado en Colombia para la actividad a no tiene antecedentes en la literatura ni en la experiencia comparada.

Con relación a la estimación del costo de capital de terceros (deuda), tenemos los siguientes comentarios:

- La CREG optó por una referencia de la banca local, lo que es una opción válida, sin

embargo, la misma no parece consistente con la opción elegida para la tasa libre de riesgo. En efecto, el plazo usado para el costo de deuda (5 años) no es consistente con la ventana de tiempo ni la moneda usada para la tasa libre de riesgo. Cabe recordar que el costo de la deuda es igual a la tasa libre de riesgo más un spread por el riesgo de crédito, el que se asocia al coeficiente beta de la deuda.

- A diferencia del costo de oportunidad del capital propio, que se estima desde la perspectiva de un inversor internacional, para la estimación del costo de oportunidad del capital de terceros se parte desde la perspectiva de un inversor local y luego se lo convierte a una perspectiva internacional. Es decir, se parte de una tasa en pesos y luego se la lleva a dólares a los efectos de calcular el costo de capital promedio de capital en dólares.
- La metodología no discrimina entre empresas pequeñas y grandes, es decir, supone que el nivel óptimo de endeudamiento para el sector es independiente de la escala de las empresas. Dadas las características del sector colombiano, este punto merece una discusión adicional.

Con relación a la estimación del costo de capital promedio ponderado, tenemos los siguientes comentarios:

- La metodología no especifica la razón por considerar 40% como peso del capital de terceros (deuda) en el promedio ponderado, ni las razones para aplicar el mismo apalancamiento a las distintas actividades de red.

4.7.4 Nueva propuesta metodológica Resolución CREG 004/2021

Durante la vigencia de la metodología de cálculo de la tasa de descuento establecida por la Resolución CREG 095/2015 se verificaron cambios en sus variables de cálculo, tanto a nivel macroeconómico del país como en los negocios regulados, por lo tanto la CREG consideró pertinente adelantar una revisión metodológica, que resultó en la Resolución CREG 004/2021, actualmente en consulta.

Las principales disposiciones metodológicas de dicha Resolución son las siguientes:

- **Tasa de Descuento en Pesos:** se mantiene la fórmula determinada en la Res 095/2015

$$TD_{cop_{a,\tau,ai}} = \frac{WACC_{cop_{a,\tau,ai}} - \pi_{cop_{\tau}}}{1 + \pi_{cop_{\tau}}} \quad [50]$$

- **Tasa de Inflación Doméstica:** la inflación mensual se calcula como el promedio de los diferenciales entre las tasas de las curvas cero cupón de los títulos de tesorería TES COP y TES UVR (plazo de 3650 días), que se obtienen de la información publicada por el Banco de la República, considerando los sesenta (60) meses precedentes.

La tasa de inflación promedio surge de aplicar el método de suma de dígitos que consiste en asignar mayor ponderación a los períodos más recientes de la serie analizada. La formulación matemática es la siguiente:

$$\pi_{cop_{\tau}} = \sum_{i=-n}^{-1} \frac{(n+1)+i}{n(n+1)/2} \cdot \pi_{cop,i} \quad [51]$$

En donde n es el número de datos disponibles e $i = -1$ es el dato más reciente.

- **Costo de Capital en pesos:** el costo promedio ponderado del capital en pesos colombianos se determina conforme la metodología WACC consignada en la Res 095/2015.
- **Costo de la Deuda en pesos corrientes:** corresponde al promedio, ponderado por monto de colocación y conforme al método de suma de dígitos, de las tasas de colocación de

créditos comerciales (preferencial o corporativo), a más de 1825 días, del total de establecimientos (no incluye las tasas de las entidades financieras especiales excepto el Fondo Nacional de Ahorro), de los sesenta (60) meses anteriores. La formulación matemática es la siguiente:

$$Kd_cop_{\tau} = \sum_{i=-n}^{-1} \left[\left(\frac{(n+1)+i}{n(n+1)/2} + \frac{Monto_i}{Monto_Total} \right) \cdot \frac{Kd_cop_i}{2} \right] \quad [52]$$

En donde i es cada uno de los meses para los que existe información, Kd_cop_i es la tasa de colocación del mes i , n es el número de meses para los que existe información disponible, $Monto_i$ es el valor de los desembolsos del mes i , $Monto_Total$ es el valor de la suma de los desembolsos de todos los meses para los que existe información e $i = -1$ es el dato más reciente.

En los parámetros antes descritos la principal diferencia respecto de la Resolución CREG 095/2015 está dada por la utilización del método de suma de dígitos como ponderador.

Las modificaciones significativas contenidas en la Resolución CREG 004/2021 se encuentran en los siguientes parámetros:

- **Costo de capital propio en pesos corrientes:** equivalente al costo del capital propio en dólares corrientes, para la actividad a , en el momento τ , ajustado por la tasa de devaluación esperada:

$$Ke_cop_{a,\tau} = [(1 + Ke_usd_{a,\tau}) \cdot (1 + Dev_{\tau})] - 1 \quad [53]$$

La expectativa de devaluación en el momento τ , es calculada como el promedio de los diferenciales entre las tasas efectivas, del plazo de 3650 días, de la curva cero cupón de los títulos de tesorería TES COP, y la curva cero cupón Colombia en USD, considerando los sesenta (60) meses anteriores, ponderados conforme al método de suma de dígitos.

- **Costo del capital propio en dólares corrientes:** está dado por la siguiente expresión

$$Ke_usd_{a,\tau} = Rf_cop_usd_{\tau} + (\beta L_{a,\tau} \cdot PRM_{\tau}) \quad [54]$$

Tasa Libre Colombia en USD: El costo en dólares de Estados Unidos de América (USD) del endeudamiento del gobierno de Colombia en el exterior $Rf_cop_usd_{\tau}$, es calculado como el promedio de las tasas efectivas, de la curva cero cupón Colombia en USD (plazo de 3650 días), de los sesenta (60) meses anteriores, ponderadas mediante el método de suma de dígitos.

Riesgo Sistemático: surge de la suma del coeficiente $\beta U_{a,\tau}$ de la actividad, obtenido del mercado de los Estados Unidos, y el coeficiente de ajuste por diferencias en el esquema regulatorio $\Delta\beta_a$ apalancados por la ecuación de Hamada.

$$\beta L_{a,\tau} = (\beta U_{a,\tau} + \Delta\beta_a) \cdot \left(1 + (1 - T_x) \cdot \frac{Wd_{a,\tau}}{We_{a,\tau}} \right) \quad [55]$$

- El coeficiente Beta desapalancado para la actividad a , en el momento τ , $\beta U_{a,\tau}$ corresponde a la mediana del “Beta Unlevered Raw (OLS)”, del último trimestre disponible en la fecha de cálculo, publicado por Duff & Phelps para el código industrial de referencia (Standard Industrial Classification - SIC Code), correspondiente a la actividad a .
- El ajuste al beta desapalancado de la actividad a , por diferencias en el esquema de remuneración con el país del mercado de referencia, $\Delta\beta_a$ aplicable solo para las actividades que hacen parte del servicio público de energía eléctrica o del

servicio público de gas combustible. Se calcula como la diferencia entre las medianas de los “Unlevered Beta Raw (OLS)”, de la clasificación SIC 55 (“Utilities”) de Reino Unido (UK) y de la clasificación SIC 49 (“Electric, Gas and Sanitary Services”) de Estados Unidos (USA), del último trimestre disponible en la fecha de cálculo, publicado por Duff & Phelps.

4.8 La experiencia de Perú

La Ley de Concesiones Eléctricas, Decreto Ley No 25844 de 19 de noviembre de 1992, siguiendo el esquema de verificación de rentabilidad asimilable al de la normativa chilena, en sus artículos 70 y 71, determina que las tasas internas de retorno para conjuntos de concesionarios, considerando un período de análisis de 25 años, no deben diferir en más de cuatro puntos porcentuales de la Tasa de Actualización señalada en el artículo 79 de dicha Ley. En el caso que eso no se cumpla, los valores deberán ser ajustados proporcionalmente, de modo de alcanzar el límite más próximo superior o inferior.

El artículo 79 establece que:

*La Tasa de Actualización a utilizar en la presente Ley será de **12% real anual**. Esta tasa sólo podrá ser modificada por el Ministerio de Energía y Minas, previo estudio que encargue la Comisión de Tarifas Eléctricas a consultores especializados, en el que se determine que la tasa fijada es diferente a la Tasa Libre de Riesgo más el premio por riesgo en el país.*

En cualquier caso, la nueva tasa de Actualización fijada por el Ministerio de Energía y Minas, no podrá diferir en más de dos puntos porcentuales de la tasa vigente.

Es decir, el costo de capital (denominado Tasa de Actualización) en Perú es fijado por ley. La utilización de las tasas de actualización en cada segmento de la industria eléctrica es como resume a continuación:

- **Costo de Generación.** La Tasa de Actualización se usa en la programación de operación del sistema, para minimizar la suma del costo actualizado de operación y el costo de racionamiento para el período bajo estudio y en el cálculo de los Precios de Barra (artículo 51° de la Ley).
- **Transmisión.** El artículo 59° establece que los generadores conectados al Sistema Principal, abonarán mensualmente a su propietario una compensación para cubrir el Costo Total de Transmisión. Dicho costo comprende la anualidad de la inversión calculado con base en la Tasa de Actualización correspondiente fijada en el artículo 79 de la Ley.
- **Distribución.** En el segmento de distribución la Tasa de Actualización es utilizada para la determinación del Valor Agregado de Distribución. Otra instancia en la que interviene la Tasa de Actualización en el segmento de distribución es en la verificación de la rentabilidad.

4.8.1 Procedimiento y cálculo de la tasa de actualización a través de CAPM (E)-WACC

En el año 2017 el OSINERGMIN contrato con Mercados Energéticos la realización del estudio “Revisión de la Tasa de Actualización señalada en el artículo 79 de la Ley de Concesiones Eléctricas”. En dicho estudio el consultor calcula la Tasa de Actualización a través de la metodología WACC/CAPM que se resume a continuación:

Para estimar la Tasa de Actualización a través de la tasa WACC, se aplica la siguiente expresión:

$$k_t = \left[\frac{D}{D+E} * k_d * (1-t) + \frac{E}{D+E} * k_e \right] \quad [56]$$

k_t : Costo promedio de capital

k_d : Costo de la deuda

t = tasa impositiva efectiva

k_e : Costo del “equity”

D : Deuda

E : Capital

- **Estructura de Capital:** La estructura de capital se estima para cada sector por separado: generación, transmisión y distribución, a través del ratio Pasivo No Corriente/Activo No Corriente. La estructura de capital del sector en su conjunto surge de ponderar la estructura de cada sector por el peso de cada subsector en los activos no corriente del sector. El apalancamiento del sector eléctrico peruano, conforme la metodología descripta, es **38%**.
- **Costo de capital propio:** La estimación del capital propio fue realizada a través del modelo de fijación de precios de activos de capital (CAPM):

$$r_e = r_f + \text{premio por riesgo} \quad [57]$$

- Tasa Libre de Riesgo: promedio simple del rendimiento de los Bonos del Tesoro de los Estados Unidos a 10 años de plazo, considerando un horizonte temporal de 4 años, el que es consistente con el ciclo tarifario. La tasa libre calculada para el período que va desde julio de 2013 a junio de 2017 es de **2.3%**.
- Premio por Riesgo en el sector eléctrico del Perú: Para determinar el premio por riesgo en el Perú el consultor propuso considerar la siguiente fórmula:

$$PR_{PE} = \beta_a \cdot (E(RM) - r_f) + rs \quad [58]$$

PR_{PE} : Premio por Riesgo en el sector eléctrico del Perú

β_a : coeficiente de riesgo sistemático de la actividad en el sector eléctrico en el mercado de referencia, apalancado con la estructura de deuda del Perú

$E(RM)$: Expectativa de retorno en la bolsa de valores de Nueva York

r_f : Tasa libre de riesgo

rs Riesgo soberano del Perú

- Riesgo sistemático: La determinación del coeficiente β de riesgo sistemático para el sector eléctrico peruano se realizó en dos etapas:
 1. Se consideró el coeficiente beta desapalancado del sector eléctrico del mercado de referencia, coeficiente β desapalancado con ajuste de Blume publicado por Duff & Phelps, código 491 (Electric Services), el valor propuesto, correspondiente al año 2017 fue 0.33, sobre este coeficiente se aplicó un ajuste por diferencia en los esquemas regulatorios de 1.43, que representa la diferencia en los beta de Reino Unido respecto a los beta de Estados Unidos. El Beta desapalancado ajustado es de 0.47.
 2. Se reapalancó (con la fórmula de Miles-Ezzell) el coeficiente beta del mercado de referencia por la estructura de deuda objetivo para el sector eléctrico peruano.
- Expectativa de retorno del mercado: se propuso adoptar un período de análisis de 30 años. La serie utilizada para el cálculo es el Índice SP 500.
- Riesgo Soberano: para estimar el riesgo soberano se adoptó el índice EMBI+ considerando una ventana de 4 años, consistente con la tasa libre de riesgo. La tasa estimada es de **1.82%**.

El Costo del Capital Propio Nominal resultante es **10.06%**

Costo de la deuda: es el resultado de considerar los siguientes componentes:

1. Tasa libre de riesgo, y
2. Spread de crédito

Para estimar el *spread* de crédito, es decir, el margen por encima de la tasa libre de riesgo que las empresas deben pagar para captar recursos de terceros, el consultor propuso usar el spread de empresas en los Estados Unidos con calificación similar al riesgo de Perú, adicionado con el riesgo soberano. El costo de la deuda o capital de terceros surge de la siguiente expresión

$$k_D = r_f + \text{spread} + rs \quad [59]$$

r_f = tasa de interés libre de riesgo, promedio de los títulos de los bonos del Tesoro de los EUA de los últimos cuatro (4) años

spread = spread de crédito de las empresas de los Estados Unidos con calificación igual a la del Perú.

rs = riesgo soberano, medido como el promedio del índice EMBI+ de los últimos cuatro (4) años

Al valor estimado según la expresión anterior, hay que descontarle luego los impuestos corporativos, el valor estimado del costo de la deuda antes de impuestos resultó en **5.86%**.

Inflación: se propuso usar el promedio del índice de precios al consumo (CPI) de los EUA considerando los últimos cuatro años, para el período comprendido entre julio 2013 y junio 2017, resultando en un coeficiente de **1.2%**.

Tasa Impositiva: La tasa impositiva efectiva es de 31,6% y surge de considerar que un 5% de las utilidades deben ser asignadas como participación de los trabajadores, en consecuencia, la tasa del impuesto a la renta de 28% se aplica sobre un flujo ya descontado de la participación de los trabajadores.

Costo promedio ponderado: Considerando las estimaciones realizadas para la estructura de capital, costo del capital propio (*equity*), el costo de la deuda, y la tasa de inflación esperada, la tasa de costo de capital real después de impuestos es **6.48%**.

4.8.2 Procedimiento y cálculo de la tasa de actualización a través de CAPM puro-WACC

La Ley solo menciona dos aspectos a tener en cuenta en la estimación de la Tasa de Actualización: 1) la Tasa Libre de Riesgo, y 2) Premio por Riesgo en el País. Por lo que el consultor entendió que cabía trabajar sobre estos dos aspectos usando una adaptación CAPM de forma similar a como lo establece la normativa de Chile.

La metodología propuesta fue la siguiente:

$$TA_{PE} = r_f + \{\beta_a \cdot (E(RM) - r_f) + rs\} \quad [60]$$

r_f = Tasa libre de riesgo

$\{\beta_a \cdot (E(RM) - r_f) + rs\}$ = Premio por Riesgo en el País, siendo:

β_a = Riesgo sistemático de la actividad

$E(RM)$ = Retorno esperado del mercado

rs = Riesgo soberano

Tasa libre de riesgo: misma que la usada para la estimación tradicional CAPM-WACC es **2.3%**.

Premio por riesgo de mercado en el país: para determinar el premio por riesgo en el Perú se considero la siguiente fórmula:

$$PR_{PE} = \beta_a \cdot (E(RM) - r_f) + rs \quad [61]$$

PR_{PE} : Premio por Riesgo en el Perú

Para la determinación del **coeficiente β** la Ley de Concesiones Eléctricas (LCE) no hace mención alguna al capital de tercero (deuda) sino que se infiere refiere a la actividad. De hecho, el artículo 70 de la LCE no menciona el costo de la deuda en el cálculo. Por lo tanto, el Consultor entendió que lo que correspondía aplicarse era un coeficiente β desapalancado, independiente de la estructura financiera de las concesionarias. Se propuso utilizar el coeficiente β desapalancado con ajuste de Blume que estima anualmente Duff & Phelps, código 491 (*Electric Services*), el que incluye empresas que se desempeñan en los sectores de generación, transmisión y/o distribución, siendo el valor estimado **0.33** y **0.38**, para el promedio ponderado y mediana, respectivamente. Finalmente fue usado usar el promedio ponderado: **0.33**. Adicionalmente, se propuso utilizar el coeficiente de ajuste de 1.43 resultante de la diferencia entre el coeficiente Beta desapalancado para las empresas de servicio público (*utilities*) de los Estados Unidos, agrupadas bajo el código SIC49 (*utilities*), y el coeficiente beta desapalancado correspondiente a las empresas de Reino Unido, correspondientes al código 55 (*utilities*) con lo que se obtuvo un coeficiente beta desapalancado de **0.47**.

Expectativa de retorno del mercado: Se propuso considerar los retornos del mercado de Nueva York a través del índice S&P 500. Con relación al intervalo de tiempo, se aplicó una ventana de 30 años para el índice S&P 500. El valor estimado fue **11.61%**.

Riesgo Soberano: Para estimar el riesgo soberano se usó el índice EMBI+ considerando una ventana de cuatro años, consistente con la tasa libre de riesgo. Esto equivale a considerar que el riesgo país corresponde al 100% del Riesgo Soberano. El valor estimado fue **1.82%**.

Inflación: se consideró el promedio del índice de precios del mercado de referencia en un determinado período. El valor estimado fue **1.2%**.

Resultado: la tabla siguiente presenta la tasa de costo de capital resultante de aplicar la metodología antes descrita.

Tabla 34 – Perú: Estimación del costo de capital real después de impuestos (CAPM_{puro})

Componente	Sigla	Simulación
Tasa Libre de Riesgo	Rf	2.3%
Rendimiento Mercado (SP500)	Rm	11.6%
Beta país	Bpe	1.00
Retorno Esperado Mercado Perú	E(RM _{Pe})	11.6%
Beta Activos	B _{unlev}	0.33
Ajuste por esquema regulatorio	Aj Esq R	1.43
Beta Ajustado	B _{rr} Ajustado	0.47
Premio por Riesgo Negocio	B _{unlev} *(E(RM _{Pe})-Rf)	4.4%
Premio por Riesgo País	RP	1.8%
Tasa Costo Capital Nominal USD	TCC _n	8.5%
Inflación EUA	CPI	1.2%
Tasa Costo Capital Real USD	TCC _r	7.2%
Tasa Costo Capital Real antes imp		10.52%

Es importante notar que la tasa de costo de capital estimada a través de esta metodología, 7.20% real después de impuestos, es ligeramente mayor a la estimada por la metodología CAPM_{E-WACC}, 6.48%, es un abordaje metodológico que está alineado con lo que establece la ley.

5 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA TASA DE DESCUENTO

5.1 Enfoque metodológico general

5.1.1 Especificación General del Modelo

La metodología para determinar la tasa de costo de capital, definida en la Ley, es una adaptación del modelo de fijación de precios de los activos de capital (CAPM), siguiendo los desarrollos de (Wright, et al., 2018). Nuestra propuesta metodológica está en un todo de acuerdo con los preceptos normativos, centrándose en el cálculo de los siguientes tres componentes:

- Tasa libre de riesgo;
- Premio por riesgo de mercado,
- Premio por riesgo sistemático.

Siguiendo el análisis antes descrito, y asumiendo que el CAPM aplica tanto a activos propios como de deuda, se verifica la equivalencia entre *WACC* y CAPM que se presenta a continuación:

$$WACC = (r_f + \beta_A PRM) \quad [62]$$

En que el coeficiente β_A es el beta de los activos, sin deuda o desapalancado. La gran ventaja de este enfoque, además de su simplicidad, es que su resultado no se ve afectado por la estructura financiera de las empresas.

5.1.2 Tasa Libre de Riesgo

Se presenta a continuación un resumen de los preceptos normativos referentes a la tasa libre de riesgo para cada una de las industrias consideradas.

5.1.2.1 Marco Normativo.

Con relación a la tasa de descuento a aplicar en la transmisión de energía eléctrica, la Ley 20936 (Congreso Nacional de Chile, 2016), establece:

*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 del cálculo de la tasa de descuento, 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 corresponderá al mes calendario de la fecha de referencia del cálculo de la tasa de descuento.*

Con relación a la distribución de gas, la Ley 20999 (Congreso Nacional de Chile, 2017), establece lo siguiente:

*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**.*

Como se puede ver, la normativa establece el agente emisor del título (Banco Central o Tesorería General), la clase de instrumento (reajutable en moneda nacional) y el plazo para determinar el promedio (un mes para transmisión de energía eléctrica y seis meses para la distribución de gas natural). Por lo tanto, sólo queda a criterio del consultor la selección del tipo de instrumento, bonos a 5, 10, 20, 30 años, etc. y su plazo; sin embargo, esta selección no es absolutamente discrecional, sino que debe verificar una serie de criterios de liquidez, estabilidad y montos transados.

En este contexto, la metodología para determinar la tasa libre de riesgo está fundamentalmente relacionada al desarrollo de criterios para seleccionar el tipo de instrumento, atendiendo a que se verifique los criterios de liquidez, estabilidad y montos transados.

5.1.2.2 Criterios de selección del tipo de instrumento

Se presenta a continuación un detalle de la implementación de los criterios de selección del tipo de instrumento financiero, atento a que se verifiquen las condiciones establecidas por la Ley.

Liquidez del instrumento

La liquidez, entendida como la facilidad con la cual un instrumento puede ser transado en el mercado sin afectar en forma significativa a su precio, es una medida significativa del mercado de capitales dado que, si el instrumento seleccionado no es líquido la TIR de dicho instrumento no representa el costo de oportunidad actual para un inversor.

Se propone determinar la liquidez de los diferentes bonos a través del índice de Presencia Bursátil.

Presencia Bursátil: se calcula como el cociente entre el número de días en que el instrumento fue comercializado y el total de días en hubo transacciones de bonos en el mercado. Este índice se



calcula para un intervalo determinado, generalmente seis meses, en el plazo de dos años, y para cada uno de los bonos UF.

Representatividad

Para verificar que los títulos seleccionados sean representativos de las condiciones del mercado de capitales se recurre a los siguientes indicadores: a) montos transados; b) número de negociaciones y, c) cantidad de bonos negociados.

Estabilidad

Otro de los requisitos exigidos a los títulos seleccionados para determinar la tasa libre de riesgo es que los mismos sean estables, ello a los fines de evitar que la tasa calculada presente oscilaciones significativas derivadas de la volatilidad del título escogido.

El índice que se aplicará para cuantificar la estabilidad de los títulos es el coeficiente de variación, el cual es una medida estadística del grado de dispersión relativa de una determinada variable.

La especificación matemática es la siguiente:

$$CV_y = \frac{\sigma_y}{\bar{y}} \quad [63]$$

CV_y , Coeficiente de Variación de la variable y,

σ_y , desvío Estándar de la Variable y,

\bar{y} promedio de y.

Con base en la fórmula anterior se calculará el coeficiente de variación para las variables número de transacciones, unidades y montos transados.

5.1.2.3 Base de Datos y Cálculo de la tasa libre de riesgo

La serie de datos utilizada para la estimación es la publicada por el Banco Central de Chile en su página web, correspondiente a la categoría Tasas de Interés del Mercado Secundario en UF para el título seleccionado que verifique los criterios antes descriptos. El cálculo de la tasa libre de riesgo surge del promedio aritmético de la tasa interna de retorno, calculado para el período determinado por la Ley.

5.2 Premio por Riesgo de Mercado

Dado que los mercados de valores de los países emergentes no presentan el grado de madurez, liquidez y representatividad que se verifica en los países más desarrollados es práctica habitual que la estimación del premio por riesgo de mercado sea realizada con base en el mercado internacional, incorporando algunos ajustes para adecuar las estimaciones a los *fundamentals* de los países emergentes.

En la sección 2.7 se analizaron distintos enfoques metodológicos para estimar el premio de mercado con base en referencias internacionales, de dichos enfoques se escogieron los siguientes cuatro para ser utilizados en la determinación del premio por riesgo de mercado, esta selección se basa en el análisis de las fortalezas y debilidades presentado en la sección correspondiente. Los enfoques seleccionados son:

- CAPM Global
- Enfoque de Damodaran
- Enfoque de Spread Soberano de Goldman Sachs
- Enfoque de la clasificación de riesgo país de Erb, Harvey and Viskanta

El premio por riesgo de mercado para el mercado chileno será definido con base en el promedio de los valores obtenidos con los enfoques antes enumerados.

5.2.1 CAPM Global

Bajo este enfoque, 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 la sección 5.1.2, en tanto que 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, β_{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 el consultor para el cálculo de la tasa de costo de capital en Chile (Distribución de Gas de Red (2016), 1,035), y Perú (1,102).
2. Se estima la tasa nominal esperada de retorno del mercado chileno a partir de la siguiente expresión:

$$E(RM_{Cl}) = (1 - \beta_{Cl}) \cdot r_{f_{US}} + \beta_{Cl} \cdot E(RM_{US}) \quad [64]$$

El $E(RM_{Cl})$ tiende a $\beta_{Cl} \cdot E(RM_{US})$ en la medida que el β_{Cl} se ubique en torno a 1.

3. Para proyectar el valor esperado del retorno del mercado se propone considerar como fuente de información el índice Standard & Poor publicado por Duff&Phelps. Respecto de la metodología de cálculo del retorno de mercado se presentan distintas alternativas:
 - Calcular el promedio simple de los últimos 30 años
 - Calcular un promedio con pesos diferentes para cada año, similar al criterio de amortización “COLE” creciente o “Suma de Dígitos”. Según este criterio los pesos de cada año surgen de la siguiente forma:

$$\theta_t = \frac{t}{\frac{n \times (n+1)}{2}} \quad [65]$$

Ventana de tiempo: 30 años

Denominador $(n \times (n+1))/2 = 465$

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

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

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%.

4. El valor estimado en el punto anterior ya es el valor nominal que arbitra para un inversor internacional el mercado chileno, por ello solo resta el ajuste por inflación:

$$E(RM_{Cl})^* = \frac{E(RM_{Cl}) - E(\pi^p)}{(1 + E(\pi^p))} \quad [66]$$

Donde:

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

$E(\pi^p)$ = inflación esperada en el mercado de referencia, estimada para el mismo período considerado en el cálculo de la tasa libre de riesgo.

5. 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 2.4. Así, se considera que un período de 30 años es suficiente como para no estar influido de forma significativa por shocks coyunturales, 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.

5.2.2 Enfoque de Damodaran

Conforme lo desarrollado en la sección 2.7.7, este enfoque consiste en ajustar el CAPM, calculado en el mercado internacional, mediante la incorporación de estimaciones del riesgo país. Este enfoque estima el premio por el riesgo de mercado en un país en desarrollo como la suma de un premio de un mercado maduro más el riesgo país; para el caso de Chile, el mercado natural de referencia es, por geografía, los Estados Unidos. Por lo que la discusión refiere a qué período de tiempo se debe considerar y si trabaja con promedios aritméticos o geométricos.

Para estimar el riesgo país Damodaran analiza una serie de opciones, tales como por ejemplo: a) aplicar las calificaciones de crédito de las agencias especializadas (S&P, Moody's, Fitch); b) utilizar puntuaciones de riesgos; c) recurrir a medidas basadas en el mercado.

Finalmente opta por estas medidas y estima el riesgo país con base a:

- Spread de los bonos emitidos por el gobierno en cuestión (en dólares o euros) y se le resta la tasa libre de riesgo.
- *Credit Default Swap Spreads*: Como son instrumentos que se actualizan en forma sistemática reflejan mejor la situación que simplemente considerar los *spreads* de la emisión de bonos. Se considera el CDS a 10 años y se lo netea del CDS de Estados Unidos.

La especificación inicial desarrollada por Damodaran para el caso de Chile es la siguiente:

$$K_{e,cl} = R_{f,US} + (\beta_{US} \times RP_{US}) + \lambda \times \left((R_{Cl,US} - R_{f,US}) \times \frac{\sigma_{stock}}{\sigma_{bond}} \right) \quad [67]$$

Sin embargo, es importante destacar que la volatilidad del mercado depende de su liquidez, siendo que a mayor liquidez mayor volatilidad, por lo tanto se pueden presentar situaciones contraintuitivas en que el desvío estándar del país emergente sea menor que el del país de referencia.

En el proceso de estimación el profesor Damodaran propone dos supuestos simplificadores, el primero es que β_{US} es 1 y el segundo es que el parámetro λ , definido heurísticamente es 1.5. Sin embargo, en la página web de Damodaran se encuentran actualizaciones de dicho parámetro.

En síntesis, nuestra propuesta metodológica consiste en aplicar los valores de premio por riesgo de mercado para Chile publicados por Damodaran en el sitio web del Stern School of Business at New York University.

En este contexto se tienen dos estimaciones del PRM para Chile, dependiendo de si el riesgo país se determina a partir de los Spread de los bonos soberanos o de los Credit Default Swap, por ello se considera oportuno tomar el promedio de ambas estimaciones.

5.2.3 Enfoque de Spread Soberano de Goldman Sachs

Como se mencionó en la sección 2.7.2 el presente enfoque consiste en aplicar un ajuste al

modelo CAPM calculado con base en el mercado internacional para tomar en consideración el riesgo país, este factor adicional es conocido como “spread soberano” y el mismo puede ser calculado como la diferencia en la tasa de un bono de gobierno del país al cual pertenece la acción y el bono del tesoro norteamericano, o bien mediante el índice EMBI+.

En este sentido, el PRM para Chile surge de la suma de dos componentes, el PRM de los Estados Unidos y el Riesgo País.

Las estimaciones del PRM de los Estados Unidos serán obtenidas de las publicaciones de Duff&Phelps, principalmente las contenidas en el Valuation Handbook- International Guide to Cost of Capital o en otros documentos subsidiarios, como por ejemplo “Duff & Phelps Recommended U.S. Equity Risk Premium”.

De esta forma, Duff & Phelps monitorea periódicamente las estimaciones del PRM USA, a los fines de reflejar el efecto de las fluctuaciones en las condiciones económico-financieras globales. La recomendación más reciente de D&P es considerar un PRM de 5.5% el cual, junto con una tasa libre de riesgo “normalizada” de 2.5% genera un costo del equity de 8.0%. Esta estimación es un punto porcentual inferior al costo del equity considerado en el año 2019; no obstante, esa diferencia obedece a ajustes de la tasa libre de riesgo normalizada que pasa de 3.5% a 2.5%.

La proyección anterior, correspondiente al período marzo-diciembre 2020, era del orden 6% para el PRM.

En lo que respecta al premio de riesgo país se presentan dos fuentes alternativas, una de ellas es la propia estimación de D&P, y la segunda está dada por el indicador EMBI+, en este caso el horizonte de valuación del índice es el mismo que el aplicado para la determinación de la tasa libre de riesgo.

5.2.4 Enfoque de la clasificación de riesgo país de Erb, Harvey and Viskanta (EHV)

Este modelo consiste en la determinación de los retornos esperados en los mercados en desarrollo a partir de la calificación de crédito y los retornos en los mercados desarrollados.

El modelo estima los parámetros de la regresión de los retornos de mercado contra la calificación crediticia con base en una muestra de 72 países, para un período de 30 años, con frecuencia mensual. La potencialidad de este método es que se puede estimar el retorno de mercado “fuera de la muestra”, en mercados emergentes, con sólo tener la calificación de crédito de los mismos.

El retorno esperado de mercado calculado con el enfoque EHV es publicado regularmente por Duff & Phelps. Por lo tanto la metodología para estimar el PRM consiste en tomar la estimación Retorno esperado de mercado de EHV y descontar la tasa libre de riesgo.

5.3 Riesgo Sistemático

Para estimar el riesgo sistemático, definido como un valor que mide la variación en los ingresos de una empresa eficiente, de la industria bajo consideración con respecto a las fluctuaciones del mercado, se propone aplicar el método econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios, sobre una serie de empresas representativas de referencia. La estimación del coeficiente beta consta de las siguientes etapas:

1. Identificación de las empresas de referencia: la muestra inicial de empresas a considerar son las correspondientes a los SIC Code 4911 (Servicios Eléctricos) para el caso de la transmisión de energía eléctrica y SIC Code 4924 para distribución de gas natural.
2. Filtro Presencia Bursátil: se eliminan de la muestra todas aquellas empresas que registren baja presencia bursátil en el período de los últimos dos años, es decir, que no hayan presentado transacciones en alguno de los meses de los dos últimos años bajo análisis.
3. Filtro de Actividad: en el caso particular del SIC Code 4911, la muestra contiene empresas integradas verticalmente, o empresas con una participación significativa de

actividades de generación y comercialización, cuyos riesgos son diferentes de los de las *utilities* de transmisión y distribución de energía eléctrica, por lo tanto se considerará un criterio para garantizar que, en las empresas de la muestra, un alto porcentaje de las ventas que provengan de dichas actividades y no de las actividades de generación. Este porcentaje es definido en 75%.

4. Estimación del beta del Equity: una vez conformada la muestra final de empresas, que verifica los criterios antes descriptos, se procederá al cálculo del coeficiente beta para cada una de ellas mediante la técnica de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Para ello se considera adecuado tomar un horizonte de análisis de dos años, consistente con el período de valuación de las condiciones de los títulos de la tasa libre de riesgo de Chile, así como también, siguiendo la metodología de Duff&Phelps, considerar una periodicidad mensual.
5. Ajuste Blume: sobre los coeficientes beta calculados en la etapa anterior se realizará el ajuste de Blume desarrollado en la sección 2.5.2.
6. Cálculo del beta del activo (desapalancado): en la fórmula general para determinar la Tasa de Costo de Capital se requiere el coeficiente beta del activo o “Desapalancado”, para poder arribar a este coeficiente se aplicará la metodología de Miles-Ezzell conforme fue desarrollado en la sección 2.5.1.2., sin embargo, esta metodología requiere de dos insumos claves como son el coeficiente beta de la deuda y el costo de la deuda.
7. Estimación de Betas de Deuda: Se estimarán los betas de deuda como el cociente entre el spread de deuda para la empresa considerada y la prima por riesgo de mercado (PRM).
8. Estimación de costos de deuda: siguiendo una metodología análoga al CAPM, el costo de deuda se determina como la suma la tasa libre de riesgo del país en cuestión y el spread de la deuda. Para cada empresa se obtiene la clasificación de riesgo crediticio. Ahora conforme al rating se obtiene el spread de la deuda a partir de las publicaciones del profesor Damodaran.
9. Beta desapalancado: Se desapalanca el beta de cada empresa conforme la fórmula de Miles-Ezzell.
10. Beta de la Industria: el beta de la industria se estima como el promedio simple de los betas estimados para cada una de las empresas de la muestra.

Adicionalmente se propone considerar los valores publicados por Duff & Phelps como referencia para validar los valores obtenidos mediante el procedimiento antes descrito. Se propone considerar 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.

6 CÁLCULO DE LA TASA DE DESCUENTO

En la presente sección se aplica la metodología desarrollada en el numeral 5 para determinar la tasa de costo de capital correspondiente a las actividades de transmisión de energía eléctrica y distribución de gas natural por redes. El cálculo se presenta por componente de dicha tasa y se realiza tomando en consideración las características específicas de cada industria, particularmente en la determinación del coeficiente de riesgo sistemático (beta), como así también las ventanas temporales definidas por la regulación para la determinación de la tasa libre de riesgo.

6.1 Tasa libre de riesgo

Como se analizó en la sección 5.1.2 la normativa es concreta y específica en lo que respecta a la determinación de la tasa libre de riesgo al establecer el agente emisor del título (Banco Central o Tesorería General), la clase de instrumento (reajutable en moneda nacional) y el plazo para determinar el promedio (un mes para transmisión de energía eléctrica y seis meses para la

distribución de gas natural). Por lo tanto, sólo queda a criterio del consultor la selección del tipo y plazo del instrumento, pero sujeto a que el título seleccionado verifique una serie de criterios de liquidez, estabilidad y montos transados.

6.1.1 Base de Datos

Los datos utilizados, en conformidad con lo establecido por la Normativa que regula cada sector, deben provenir del mercado secundario para un plazo mínimo de dos años. En este sentido, los datos utilizados corresponden a las transacciones diarias de renta fija, registradas en la Bolsa de Comercio de Santiago, desde el mes de agosto del año 2019 al mes de julio del año 2021.

Este periodo es sólo referencial, ya que la Ley establece que deben considerarse los 24 meses anteriores al cálculo de la tasa de descuento. En el análisis de los criterios para la selección de los instrumentos de deuda a aplicar se procedió a verificar la correspondencia entre los instrumentos con operaciones en la Bolsa de Santiago y los instrumentos seleccionados por el Banco Central de Chile para conformar los *benchmarks* de renta fija, es decir, dado que los plazos utilizados son residuales, se optó por aplicar el criterio que utiliza la Bolsa de Comercio de Santiago para determinar los *benchmark* de los diferentes instrumentos de renta fija emitidos por el estado. La tabla siguiente presenta los rangos de plazos residuales para cada instrumento:

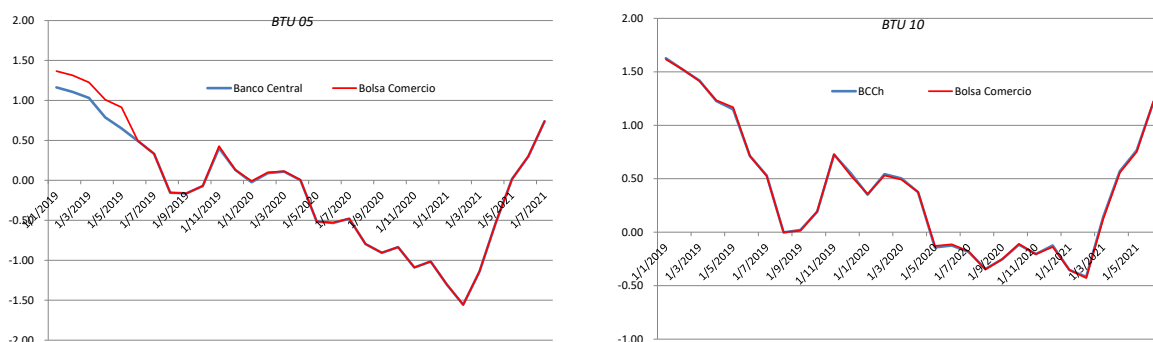
Tabla 35 - Plazos residuales de Instrumentos de Renta Fija (Benchmark)

Benchmark	Plazo	
	Desde (inclusive)	Hasta (inclusive)
02	1 años 7 meses	2 año 6 meses
03	2 años 7 meses	3 años 6 meses
04	3 años 7 meses	4 años 6 meses
05	4 años 7 meses	5 años 11 meses
07	6 años 0 meses	7 años 11 meses
10	8 años 0 meses	10 años 11 meses
20	16 años 0 meses	20 años 0 meses
30	25 años 0 meses	30 años 0 meses

Fuente: Bolsa de Comercio de Santiago de Chile.

La figura siguiente presenta la correspondencia en los rendimientos entre los títulos consignados por del Banco Central y los instrumentos que cotizan en la Bolsa de Comercio de Santiago.

Figura 5 – Rendimiento Títulos Bolsa Comercio vs Benchmark Renta Fija



Fuente: Elaboración propia con base en Bolsa de Comercio de Santiago de Chile.

Esta correspondencia exacta entre los instrumentos con operaciones en la Bolsa de Santiago y los instrumentos seleccionados por el Banco Central de Chile para conformar los *benchmarks* de renta fija permite dotar de mayor flexibilidad al cálculo de la tasa de costo de capital ya que, una vez identificados los títulos, de la base de la Bolsa de Santiago, que verifican los criterios de representatividad y presencia bursátil, se puede calcular la tasa libre de riesgo a partir de la serie de tasas de interés que publica periódicamente el Banco Central de Chile.

6.1.2 Criterios de liquidez, estabilidad y representación

6.1.2.1 Liquidez

Es una medida de la facilidad con la cual un instrumento puede ser transado en el mercado sin afectar en forma significativa a su precio.

Para determinar el grado liquidez de los diferentes bonos se recurre al índice de Presencia Bursátil, que es calculado como el cociente entre el número de días en que el instrumento fue comercializado y el total de días en hubo transacciones de bonos en el mercado. Este índice se calcula para un intervalo determinado, generalmente seis meses, en el plazo de dos años, y para cada uno de los bonos UF.

Tabla 36 – Presencia Bursátil

Período	BCU-07	BCU-10	BCU-20	BTU-05	BTU-07	BTU-10	BTU-20	BTU-30
2 años	11.0%	17.4%	16.7%	100.0%	12.3%	98.0%	8.8%	68.4%
18 meses	3.9%	4.8%	3.9%	100.0%	15.8%	98.1%	5.9%	58.8%
1 año	2.0%	1.2%	0.8%	100.0%	21.6%	98.0%	5.2%	56.1%
6 meses	2.4%	0.8%	0.7%	100.0%	40.1%	100.0%	4.7%	66.9%

Fuente: Elaboración propia con base en Bolsa de Comercio de Santiago de Chile.

Como se puede ver el instrumento con mayor presencia bursátil es el BTU-05 años, y le sigue el BTU-10 años.

6.1.2.2 Representatividad

Para verificar que los títulos seleccionados sean representativos de las condiciones del mercado de capitales se recurre al análisis de la participación de cada uno de los instrumentos en los siguientes indicadores: a) montos transados; b) número de negociaciones y, c) cantidad de bonos negociados.

Tabla 37 – Indicadores de Representatividad por Título

	Monto Transado		Bonos Transados		Num Negociaciones	
Bono	MM\$	%	Cantidad	%	Cantidad	%
BCU-07	21,902	0.1%	624,000	0.1%	90	0.2%
BCU-10	171,865	0.5%	4,633,500	0.4%	264	0.6%
BCU-20	329,024	0.9%	8,040,500	0.7%	288	0.6%
BTU-05	24,704,365	70.2%	775,213,500	71.8%	32,864	69.1%
BTU-07	194,112	0.6%	6,844,500	0.6%	181	0.4%
BTU-10	7,790,933	22.1%	231,338,500	21.4%	11,875	25.0%
BTU-20	62,846	0.2%	1,546,000	0.1%	62	0.1%
BTU-30	1,916,903	5.4%	51,963,000	4.8%	1,934	4.1%
Total	35,191,951	100.0%	1,080,203,500	100.0%	47,558	100.0%

Fuente: Elaboración propia con base en Bolsa de Comercio de Santiago de Chile.

El título BTU-05 años es el que tiene mayor grado de representatividad en cada una de las tres dimensiones analizadas. Al igual que en el caso de la presencia bursátil, este título es seguido por el BTU-10 años.

6.1.2.3 Estabilidad

El índice aplicado para medir la estabilidad de los títulos es el coeficiente de variación, definido como el cociente entre el desvío estándar de una variable y una medida de tendencia central como la media. Este coeficiente de variación se calcula para cada una de las dimensiones analizadas en el punto anterior.

Tabla 38 – Indicadores de Estabilidad por Título

	Monto Transado			Bonos Transados			Num Negociaciones		
Bono	Prom (MM\$)	DS	CV	Prom	DS	CV	Prom	DS	CV
BCU-07	406	756	1.86	11,556	22,059	1.91	1.67	1.67	1.00
BCU-10	2,022	4,029	1.99	54,512	109,327	2.01	3.11	4.07	1.31
BCU-20	4,012	15,575	3.88	98,055	406,079	4.14	3.51	5.31	1.51
BTU-05	47,417	43,099	0.91	1,487,934	1,354,486	0.91	63.08	59.31	0.94
BTU-07	3,182	3,932	1.24	112,205	139,428	1.24	2.97	5.71	1.92
BTU-10	13,962	16,713	1.20	414,585	499,642	1.21	21.28	25.61	1.20
BTU-20	1,366	2,625	1.92	33,609	62,997	1.87	1.35	0.92	0.69
BTU-30	5,655	10,225	1.81	153,283	274,586	1.79	5.71	8.26	1.45

Fuente: Elaboración propia con base en Bolsa de Comercio de Santiago de Chile.

La tabla anterior muestra que el título BTU-05 es el instrumento más estable en el período considerado.

6.1.3 Tasas libres de riesgo

Siguiendo la determinación establecida por la Normativa, la tasa libre de riesgo se calcula como el promedio de los rendimientos del instrumento BTU-05 para una ventana de seis meses para la distribución de gas natural y de un mes para el caso de transmisión de energía eléctrica.

A la fecha de agosto de 2021 los valores de tasa libre de riesgo registrados son los siguientes:

- Transmisión de Energía Eléctrica: 0.635%
- Distribución de Gas Natural por redes: 0.003%

6.2 Premio por Riesgo de Mercado

La propuesta metodológica desarrollada en el numeral 5.2 consiste en determinar el premio por riesgo de mercado con base en el mercado internacional, pero incorporando algunos ajustes para adecuar las estimaciones a los *fundamentals* de los países emergentes.

El premio por riesgo de mercado se determina a partir del promedio de los valores estimados con base en los siguientes enfoques.

6.2.1 Enfoque de Damodaran

Este enfoque consiste en ajustar el CAPM, calculado en el mercado internacional, mediante la incorporación de estimaciones del riesgo país. El premio por el riesgo de mercado en un país en desarrollo surge de la suma de un premio de un mercado maduro (Estados Unidos) más el riesgo país.

Para estimar el riesgo país Damodaran recurre a las siguientes medidas:

- Spread de los bonos emitidos por el gobierno en cuestión (en dólares o euros) y se le resta la tasa libre de riesgo.
- *Credit Default Swap Spreads*.

La especificación inicial desarrollada por Damodaran para el caso de Chile es la siguiente:

$$K_{e,cl} = R_{f,US} + (\beta_{US} \times RP_{US}) + \lambda \times \left((R_{Cl,US} - R_{f,US}) \times \frac{\sigma_{stock}}{\sigma_{bond}} \right) \quad [68]$$

donde:

$R_{f,US}$ tasa libre de riesgo de los Estados Unidos

β_{US} Beta del activo

RP_{US} Premio de Riesgo de Mercado de los Estados Unidos

$R_{Cl,US} - R_{f,US}$ spread de la deuda soberana de Chile

$\frac{\sigma_{stock}}{\sigma_{bond}}$ cociente entre la volatilidad del mercado bursátil y la volatilidad de la deuda, que se suponen constantes

λ parámetro de regresión asociado al factor de riesgo a cada firma.

Bajo este enfoque nuestra estimación del premio por riesgo de mercado consiste en aplicar los valores para Chile publicados por Damodaran en el sitio web del Stern School of Business at New York University. Se consideró la publicación actualizada a mitad de año correspondiente a julio de 2021, que es la información disponible más reciente.

Tabla 39 – Premio Riesgo de Mercado – Enfoque de Damodaran

Parámetro	Valor	Parámetro	Valor	Promedio
PRM EEUU Implícito	4.38%	PRM EEUU Implícito	4.38%	
Default Spread	0.59%	CDS	0.86%	
Relación entre sigmas	1.02	Relación entre sigmas	1.02	
PRM Chile	4.98%	PRM Chile	5.25%	5.12%

Fuente: Elaboración Propia con Base en Damodaran Online, Stern.NY. Fecha Julio 2021

Se considera el valor del parámetro λ más reciente, publicado por Damodaran Online, que corresponde a Julio de 2021.

Como resultado se obtiene un PRM para Chile de 4.98% si se considera el Spread de los bonos soberanos; y un valor de 5.25% en el caso de estimar el riesgo país a partir de los Credit Default Swap.

Las estimaciones del Riesgo País antes descriptas son dos medidas alternativas, una de ellas determina el riesgo a través del spread de bonos emitidos por el gobierno en cuestión (en dólares

o euros) y se le resta la tasa libre de riesgo, en tanto que la otra opción recurre a los Credit Default Swap Spreads que son instrumentos de cobertura que se actualizan en forma sistemática y que por lo tanto reflejan mejor la situación que simplemente considerar los spreads de la emisión de bonos. El profesor Damodaran presenta ambas opciones en caso de que no existan CDS para alguno de los países en cuestión, por lo tanto consideramos oportuno calcular el PRM incorporando el Riesgo País definido con los CDS, en consecuencia, el PRM resultante es 5.25%.

6.2.2 Enfoque de Spread Soberano de Goldman Sachs

Este enfoque consiste en aplicar un ajuste al modelo CAPM calculado con base en el mercado internacional para tomar en consideración el riesgo país, este factor adicional es conocido como “spread soberano”.

Aplicar este enfoque metodológico consiste en determinar los dos elementos que componen el premio de riesgo de mercado para Chile, es decir el PRM de los Estados Unidos y el Riesgo País.

Los valores estimados del PRM de los Estados Unidos son obtenidos de las publicaciones de Duff&Phelps, en el presente caso el documento “Duff & Phelps Recommended U.S. Equity Risk Premium”, contiene la recomendación de D&P para el año 2020, la cual considera un PRM de 5.5% que, sumado a una tasa libre de riesgo “normalizada” de 2.5% genera un costo del equity de 8.0%. Esta estimación es un punto porcentual inferior al costo del equity considerado en el año 2019; no obstante, esa diferencia obedece a ajustes de la tasa libre de riesgo normalizada que pasa de 3.5% a 2.5%.

En lo que respecta al premio de riesgo país el mismo es obtenido a partir del valor publicado por el profesor Damodaran correspondiente al *Sovereign Credit Default Swap*, sin tomar en consideración el ajuste por la volatilidad relativa, este valor resulta en un premio de riesgo país de 0.86%.

De la suma de ambos componentes, el PRM para Chile resulta en 6.36%.

Tabla 40 - Premio Riesgo de Mercado – Enfoque de Goldman Sachs

Parámetro	Valor
PRM EEUU Implícito	5.50%
CRP Chile Damodaran	0.86%
PRM Chile	6.36%

Fuente: Elaboración propia con base en Duff & Phelps, y Damodaran Online.

6.2.3 Enfoque de la clasificación de riesgo país de Erb, Harvey and Viskanta (EHV)

Como fue desarrollado en la sección 5.2.4 este modelo consiste en la determinación de los retornos esperados en los mercados en desarrollo a partir de la calificación de crédito y los retornos en los mercados desarrollados.

El retorno esperado de mercado calculado con el enfoque EHV es publicado regularmente por Duff & Phelps, por lo tanto con base en la información provista por Duff&Phelps el retorno esperado del mercado (COE) para el caso de Chile es 10.5%, y para estimar el PRM solamente es necesario descontar de dicho valor la tasa libre de riesgo.

Tabla 41 - Premio Riesgo de Mercado – Enfoque Erb, Harvey and Viskanta (EHV)

Parámetro	Valor
Retorno Esperado de Mercado COE	10.50%
Tasa Libre de Riesgo Nominal	3.32%
PRM Chile	7.18%

Fuente: Elaboración Propia con base en D&P; IPoM y Banco Central de Chile

La tasa libre de riesgo se calculó como el promedio del rendimiento del título BTU-10 para el período anual sep2020-ago2021, publicado recientemente por el Banco Central. Se seleccionó un título BTU-10 para ser consistente con los títulos implícitos en las otras metodologías internacionales aplicadas para el cálculo del Premio por Riesgo de Mercado.

6.2.4 CAPM Global

Como se comentara anteriormente, 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, por otra parte, 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. Con base a este resultado se procedió a estimar el coeficiente beta de Chile con relación al mercado de los Estados Unidos¹⁶.

Para eso se estimó en primer lugar la siguiente relación:

$$\ln \frac{IGPA_{100}}{UST10_{100}} = \alpha + \beta_{CL-US} \ln \frac{S\&P500_{100}}{UST10_{100}} \quad [69]$$

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 ecuación fue estimada con datos mensuales para el período enero de 2006 a diciembre de 2019, se excluyó el año 2020 por los efectos de la pandemia de COVID-19. La metodología usada fue el modelaje estructural con filtro de Kalman que toma en cuenta que 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).

Los resultados indican que la relación entre el mercado chileno y el norteamericano es de 1.00835, coeficiente que es significativo a menos de 1%, lo que indica que los retornos del mercado chileno no son estadísticamente diferentes del PRM global, por lo tanto, el enfoque del CAPM Global no fue considerado en el promedio con el que se determinó el PRM para el caso de Chile.

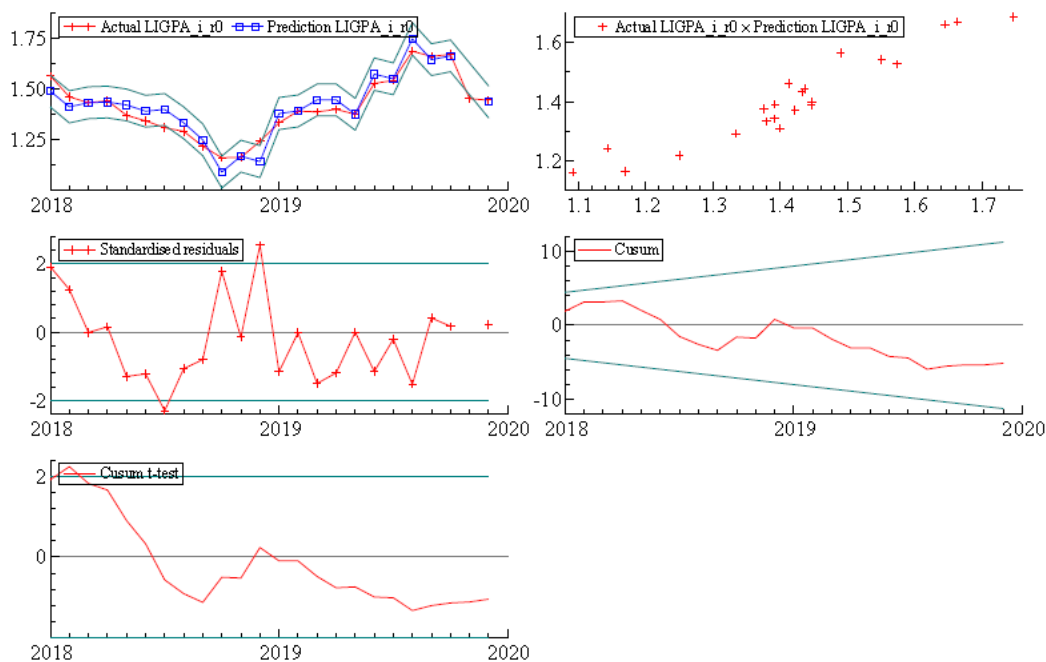
¹⁶ Cabe destacar que dicho coeficiente fue estimado por el consultor para el cálculo de la tasa de costo de capital en Chile (Distribución de Gas de Red (2016), 1,035), y Perú (1,102).

Tabla 42 – Resultados Regresión

Regression effects in final state at time 2019(12):

	Coefficient	RMSE	t-value	Prob
Outlier 2009(2)	0.10298	0.02766	3.72283	[0.00027]
Level break 2009(1)	0.21149	0.04081	5.18256	[0.00000]
Level break 2010(8)	0.13300	0.03877	3.43062	[0.00077]
Level break 2013(7)	-0.13486	0.03866	-3.48800	[0.00063]
Level break 2010(5)	0.11858	0.03986	2.97457	[0.00339]
Level break 2019(11)	-0.16965	0.03915	-4.33332	[0.00003]
LSP500_i_r0	1.00835	0.03698	27.26914	[0.00000]
LEMBI_i0	-0.13246	0.02683	-4.93608	[0.00000]

La figura siguiente presenta los resultados de la regresión, se puede ver que los indicadores globales de ajustes son bastante buenos, siendo el R2 tradicional de 0.83, y la variancia del error del predicción de 0.00143766, y por otra parte no hay indicios de inestabilidad como muestran los test de Cusum y Cusum acumulado; sin embargo, el valor del coeficiente virtualmente igual a 1, invalida la aplicabilidad de este método.

Figura 6 - Test de estabilidad para el modelo de CAPM Global


6.2.5 Premio por Riesgo de Mercado

Finalmente, en la tabla siguiente se resume el PRM estimado con las metodologías descritas en las secciones anteriores.

Tabla 43 – Premio por Riesgo de Mercado

Enfoque	PRM
Damodaran	5.25%
Goldman Sachs	6.36%
EHV	7.18%
Promedio	6.26%

6.3 Riesgo Sistemático

En virtud de que se requiere el cálculo de un coeficiente beta de riesgo sistemático para cada una de las actividades bajo análisis, se procederá a detallar en forma separada el cálculo del coeficiente beta de dichas actividades, Distribución de Gas Natural y Transmisión de Energía Eléctrica.

6.3.1 Distribución de Gas Natural

6.3.1.1 Muestra representativa de empresas

Para determinar el universo inicial de empresas comparables se seleccionaron las empresas del código SIC 4924 (*Natural Gas Distribution*), lo que resultó en un total de 28 empresas que presentaron operaciones bursátiles en el período 2000-2020.

6.3.1.2 Filtro Presencia Bursátil

Del total de las 28 empresas sólo quedaron 6 con presencia bursátil en los últimos dos años (sep 2019-ago 2021), estas empresas son las siguientes: ATMOS ENERGY CORP, NATIONAL FUEL GAS CO, NJ NEW JERSEY RESOURCES, NORTHWEST NATURAL HOLDING CO, ONE GAS INC, y SPIRE INC.

Cabe destacar que sobre estas empresas no fue necesario un filtro por tipo de actividad dado que todas ellas se encuadran en la categoría de Distribución de Gas Natural.

6.3.1.3 Estimación del Coeficiente Beta

La tabla siguiente resume los valores obtenidos para cada empresa y para insumo de la fórmula de Miles-Ezzell

Tabla 44 – Beta Distribución de Gas Natural

Ticker	Empresa	Beta Levered	Beta Blume	D/E	Spread	TLR	Imptos	Deuda	PRM	Beta Deuda	B Unlevered Miles-Ezzell
ATO	ATMOS ENERGY CORP	0.529	0.707	0.702	1.18%	1.45%	0.270	2.63%	4.38%	0.269	0.527
NFG	NATIONAL FUEL GAS CO N J	0.695	0.812	1.349	1.71%	1.45%	0.270	3.16%	4.38%	0.390	0.571
NJR	NEW JERSEY RES	0.581	0.740	1.363	1.33%	1.45%	0.270	2.78%	4.38%	0.304	0.489
NWN	NORTHWEST NATURAL HOLDING CO	0.609	0.758	1.510	1.07%	1.45%	0.270	2.52%	4.38%	0.244	0.450
OGS	ONE GAS INC	0.422	0.639	0.896	1.18%	1.45%	0.270	2.63%	4.38%	0.269	0.465
SR	SPIRE INC	0.388	0.618	1.242	2.31%	1.45%	0.270	3.76%	4.38%	0.527	0.568
Promedio		0.538	0.712								0.512

En la tabla anterior se tienen las siguientes consideraciones:

- La columna Beta Levered presenta los coeficientes betas obtenidos de la regresión de los rendimientos de cada empresa respecto de los rendimientos del mercado global, aproximado por el índice S&P 500, el período de análisis es de 2 años (sep 2019-ago 2021).
- El coeficiente Beta Blume surge de aplicar sobre el Beta Levered el ajuste consignado en la sección 2.5.2.
- La relación D/E o nivel de apalancamiento financiero es obtenida a partir de información

contable de las empresas y es calculada como el cociente entre la deuda financiera y el patrimonio neto.

- El spread de deuda de cada empresa es definido a partir de la calificación crediticia de las mismas con base en el ranking asignado por Fitch. La fecha de la calificación crediticia es la informada por Fitch correspondiente al año 2020, en caso de no presentarse tal ranking, la calificación crediticia se calcula a partir del ratio de cobertura de intereses (EBIT/Intereses) y la información publicada por Damodaran Online
- La tasa libre de riesgo (TLR) corresponde al promedio de la tasa nominal de un bono de los Estados Unidos a 10 años (T-Bond 10y), para el período enero 2021 – junio 2021.
- La alícuota impositiva, así como el premio por riesgo de mercado (PRM) fueron obtenidos a partir de la información publicada en Damodaran Online.
- El costo de la deuda para cada empresa se determina como la suma de la TLR más el Spread.
- En tanto que el beta de la deuda es calculado como el cociente entre el Spread y el PRM.

Como se observa, el riesgo sistemático resultante para la distribución de gas natural es **0.51**, este valor se encuentra levemente por encima del valor estimado por Duff&Phelps de 0.48 para la metodología Mediam y 0.44 para el caso de SIC Composite.

Tabla 45 – Comparación Betas estimados vs Betas Duff and Phelps (SIC 4924)

Metodología	Valor
Beta Levered (MCO)	0.51
D&P Mediam	0.48
D&P Composite	0.44

6.3.2 Transmisión de Energía Eléctrica

6.3.2.1 Muestra representativa de empresas

El universo inicial de empresas comparables estuvo conformado por las empresas clasificadas bajo el código SIC 4911 (*Electric Services*), lo que resultó en un total de 133 empresas que presentaron operaciones bursátiles en el período 2000-2020.

6.3.2.2 Filtro Presencia Bursátil

Del total de empresas consultadas, 60 empresas fueron eliminadas de la muestra por no registrar presencia bursátil en los dos últimos años (sep 2019-ago 2021).

6.3.2.3 Filtro Actividad Principal

A diferencia del caso de las empresas del código SIC 4924 de distribución de gas natural, el código SIC 4911 engloba empresas verticalmente integradas o con una participación significativa de las actividades de generación en los ingresos totales de la empresa, por lo tanto fue necesario establecer un filtro a los fines de excluir de la muestra a las empresas cuyas ventas asociadas a transmisión y distribución de energía eléctrica represente menos del 75% de sus ingresos.

Tras la aplicación de este filtro la muestra final de empresas quedó conformada con 20 empresas de 7 países, como se puede observar en la tabla siguiente:

Tabla 46 – Muestra Empresas SIC Code 4911

País	Ticker	Empresa
Brasil	CIG	Companhia Energetica de Minas Gerais-CEMIG
Canadá	EMA.TO	EMERA INC
Italia	ENEL.MI	ENEL SPA
Nueva Zelanda	GNE.NZ	Genesis Energy Limited
Polonia	ENG.WA	Energ SA
	PGE.WA	PGE Polska Grupa Energetyczna SA
República Checa	CEZ.PR	CEZ
USA	AEE	Ameren Corporation
	AEP	American Electric Power Company, Inc.
	CNP	CenterPoint Energy, Inc
	EIX	EDISON INTERNATIONAL
	FE	FirstEnergy Corp
	NRG	NRG Energy, Inc.
	NWE	NorthWestern Corporation
	OGE	OGE Energy Corp
	PNM	PNM RESOURCES
	POR	PORTLAND GENERAL ELECTRIC CO
	PPL	PPL Corporation
	SO	SOUTHERN CO
	VST	Vistra Energy Corp

Fuente: Elaboración Propia

6.3.2.4 Estimación del Coeficiente Beta

La tabla siguiente resume los valores obtenidos para cada empresa y para insumo de la fórmula de Miles-Ezzell:

Tabla 47 – Beta Transmisión de Energía Eléctrica

Ticker	Empresa	País	Beta Levered	Beta Blume	D/E	Spread	TLR	Imptos	Deuda	PRM	Beta Deuda	B Unlevered Miles-Ezzell
AEP	American Electric Power Company, Inc.	USA	0.362	0.60	1.53	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.474
EIX	EDISON INTERNATIONAL	USA	0.909	0.95	1.26	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.638
FE	FirstEnergy Corp	USA	0.236	0.52	3.38	2.31%	1.45%	0.27	3.76%	4.38%	0.53	0.526
CNP	CenterPoint Energy, Inc	USA	1.322	1.21	1.61	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.706
OGE	OGE Energy Corp	USA	0.947	0.97	0.99	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.684
CIG	Companhia Energetica de Minas Gerais-CEMIG	Brasil	1.090	1.06	0.87	2.77%	3.79%	0.34	6.56%	6.83%	0.41	0.760
ENEL.MI	ENEL SPA	Italia	0.810	0.89	1.38	1.33%	2.46%	0.24	3.79%	5.82%	0.23	0.505
PGE.WA	PGE Polska Grupa Energetyczna SA	Polonia	1.670	1.43	0.26	1.71%	2.02%	0.19	3.73%	5.03%	0.34	1.206
POR	PORTLAND GENERAL ELECTRIC CO	USA	0.483	0.68	1.28	2.77%	1.45%	0.27	4.22%	4.38%	0.63	0.652
PPL	PPL Corporation	USA	0.925	0.96	1.85	1.07%	1.45%	0.27	2.52%	4.38%	0.24	0.496
SO	SOUTHERN CO	USA	0.557	0.72	1.57	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.521
CEZ.PR	CEZ	República Checa	0.751	0.85	0.64	1.71%	1.74%	0.19	3.45%	4.78%	0.36	0.658
ENG.WA	Energ SA	Polonia	0.004	0.37	0.77	1.71%	2.02%	0.19	3.73%	5.03%	0.34	0.359
GNE.NZ	Genesis Energy Limited	Nueva Zelanda	0.726	0.83	0.70	1.71%	1.51%	0.28	3.22%	4.41%	0.39	0.651
NRG	NRG Energy, Inc.	USA	1.172	1.12	5.38	2.31%	1.45%	0.27	3.76%	4.38%	0.53	0.620
VST	Vistra Energy Corp	USA	1.195	1.13	1.18	2.31%	1.45%	0.27	3.76%	4.38%	0.53	0.805
AEE	Ameren Corporation	USA	0.329	0.58	1.27	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.474
EMA.TO	EMERA INC	Canadá	0.186	0.49	1.66	1.71%	1.58%	0.27	3.29%	4.45%	0.38	0.424
NWE	NorthWestern Corporation	USA	0.636	0.77	1.17	1.71%	1.45%	0.27	3.16%	4.38%	0.39	0.568
PNM	PNM RESOURCES	USA	0.681	0.80	1.62	1.18%	1.45%	0.27	2.63%	4.38%	0.27	0.474
Promedio			0.749	0.847								0.610

En la tabla anterior, la tasa libre de riesgo se obtiene sumando a la tasa de interés de los Estados Unidos el spread de los Credit Default Swaps (CDS) a 10 años.

Por su lado el PRM de cada país corresponde al promedio de dos modelos propuesto por Damodaran, en uno de ellos el premio por riesgo país se estima a través de los CDS y en el otro a través de la clasificación de riesgo de Moody's (rating-based default spread).

Como se observa, el riesgo sistemático resultante para la transmisión de energía eléctrica es **0.61**. Este valor toma en consideración el riesgo sistemático de otros países distintos de Estados Unidos de América y calcula el beta con relación al mercado global del país en cuestión. Comparando dicho valor con el obtenido por Duff and Phelps, se puede ver que la estimación resulta superior a la de D&P, sin embargo la explicación a esta diferencia está en que las empresas de la muestra de D&P están limitadas a los Estados Unidos caracterizado por un esquema regulatorio del tipo cost plus, en tanto que en la estimación del consultor se incluyen empresas de países emergentes y de otros países con esquemas regulatorios por incentivos. Adicionalmente cabe destacar que la muestra del consultor excluye a las empresas verticalmente integradas y se focaliza sólo en las empresas con mayor participación en la actividad regulada de transmisión y distribución de electricidad.

Tabla 48 - Comparación Betas estimados vs Betas Duff and Phelps (SIC 4911)

Beta Comparación	
Metodología	Valor
Beta Levered (MCO)	0.61
D&P Mediam	0.47
D&P Composite	0.43

6.4 Tasa de Costo de Capital

Con base en la aplicación de las metodologías descritas en las secciones anteriores, se obtuvieron las tasas de descuento que se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 49 – Tasa de Costo de Capital

Componente	Sigla	T-EE	D-GN
Tasa Libre de Riesgo	Rf	0.635%	0.003%
Premio Riesgo Mercado	PRM	6.26%	6.26%
Beta	B_unlev	0.610	0.512
Tasa Costo Capital Real	TCC_r	4.46%	3.21%

6.5 Tasa de Costo de Capital Escenario Alternativo

Los valores de tasa de descuento de la sección anterior fueron determinados en un todo de acuerdo con los principios establecidos por la normativa específica.

Sin embargo, es necesario observar la particular situación coyuntural de trampa de liquidez que se asiste en los mercados internacionales, como en el caso de Chile, caracterizada por tasas de interés nominales muy bajas, y tasas reales cercanas a cero e incluso negativas.

En forma adicional cabe destacar que podría presentarse una inconsistencia entre los plazos de los diferentes componentes de la tasa de costo de capital, así por ejemplo los criterios de representatividad y presencia bursátil pueden determinar que conviene seleccionar un título de corto plazo, en tanto que los métodos para determinar el premio por riesgo de mercado recurren a títulos de largo plazo.

Tomando en cuenta esta situación, consideramos oportuno formular un escenario alternativo en el que se reemplaza el título de la deuda BTU-05, por el título BTU-10, que es el segundo en materia de presencia bursátil, estabilidad y representatividad, a la vez que es consistente con el período de los instrumentos utilizados para la determinación del premio de riesgo de mercado. Los resultados obtenidos considerando este escenario para la determinación de la tasa libre de riesgo son lo que se muestran a continuación:

Tabla 50 – Tasa de Costo de Capital – Escenario Alternativo

Componente	Sigla	T-EE	D-GN
Tasa Libre de Riesgo	Rf	1.570%	0.964%
Premio Riesgo Mercado	PRM	6.26%	6.26%
Beta	B_unlev	0.610	0.512
Tasa Costo Capital Real	TCC_r	5.39%	4.17%

7 CONSIDERACIONES FINALES

En lo que respecta a la revisión de la literatura especializada la misma es vasta y muy variada, sin embargo, dado la metodología determinada por la normativa chilena los aspectos a analizar se reducen considerablemente. En efecto, el análisis de la regulación chilena permite concluir que el cálculo de la tasa de costo de capital para los sectores regulados, que en otros países es fuente de mucha discusión ha sido reducido a su mínimo expresión, sin que eso signifique renunciar a los aspectos fundamentales que determinan el costo de capital de empresas reguladas.

La metodología establecida por la legislación apela a la sencillez y determina el costo de capital con un enfoque más similar al modelo de fijación de precios de activos de capital (CAPM), también conocido como CAPM puro-WACC.

Un punto fundamental a destacar es que se puede demostrar que el CAPM puro-WACC es igual, bajo cierto supuestos, al modelo tradicional de CAPM(E)-WACC, pero con la ventaja de su sencillez de cálculo (Wright, et al., 2018). Esta situación sitúa a la metodología chilena dentro de las de avance más reciente y de mayor discusión académica.

En virtud de dicha metodología, los tres componentes fundamentales para la determinación de la tasa de costo de capital a considerar son: a) tasa libre de riesgo; b) riesgo sistemático de la actividad (coeficiente beta); y; c) premio por riesgo de mercado.

Respecto de la tasa libre de riesgo el debate principalmente se centra en la utilización de títulos domésticos o en tomar como referencia el mercado internacional, a la vez de la discusión respecto de cuál es el instrumento financiero más adecuado para representar el negocio del sector regulado en cuestión, y qué ventana de tiempo debe ser considerada.

Cabe destacar que este punto de discusión no es pertinente para el caso de Chile dado que la normativa establece como base para el cálculo de la tasa libre de riesgo la del mercado doméstico.

En lo concerniente a la estimación del premio por riesgo de mercado en los países emergentes se presenta el debate respecto del alcance del modelo a aplicar, al respecto se presentan diversas opciones metodológicas, pero la controversia se centra entre aplicar un CAPM Global vs aplicar un CAPM Local.

Los antes citados son dos de los principales enfoques desarrollados para estimar el premio de riesgo de mercado en economías emergentes, sin embargo existe una amplia variedad de opciones para adecuar las estimaciones del riesgo de mercado, calculado a partir del mercado internacional, a los países emergentes denominadas internacionalización del CAPM, las cuales presentan fortalezas y debilidades que hacen que la selección de una de ellas sea, no sólo una tarea compleja, sino hasta cierto punto subjetiva; sin embargo, como se puede ver del análisis de los estudios encargados por la CNE la diferencia en los resultados obtenidos por diferentes metodologías, pueden ser poco significativas. Por ello una práctica habitual es considerar el promedio de diferentes estimaciones.

En lo referente a la determinación del coeficiente de riesgo sistemático (beta), la principal fuente de controversia está en la conformación de la base de empresas comparables y en si

corresponde, y en qué medida, aplicar ajustes por diferencias en esquemas regulatorios, por reversión a la media, etc.

En el análisis realizado de la literatura y la experiencia comparada se aprecia que no hay consenso sobre cuál es la mejor forma de estimar el costo del capital, en particular cuando se trata de economías emergentes. Ante la falta de consenso, (Duff & Phelps, 2019a) recomiendan tener presente tres aspectos o criterios, los cuales subscribimos:

- **Grado de aceptación y uso.** El modelo que se elija debe pasar cierto nivel de aceptación, además de ser realmente usado para análisis de valuación.
- **Disponibilidad de datos.** Información de calidad debe estar disponible para una aplicación objetiva y consistente del modelo.
- **Simplicidad.** Que los conceptos subyacentes del modelo deben ser entendibles, y poder ser explicados en un lenguaje sencillo.

En lo referente a la metodología de determinación del costo de capital, lo que se conoce costo promedio de capital ponderado (WACC) no es un costo observable sino un promedio de costo de deuda y de capital propio. El WACC correcto o verdadero nunca puede ser conocido con precisión, pero sí puede ser aproximado por modelos de mercado. Al respecto cabe destacar la equivalencia entre el modelo de WACC y el CAPM - puro WACC, aplicado por la CNE.

En cuanto al modelo base que se usa para estimar el costo de capital propio, el CAPM (Modelo de fijación de precios de activos de capital) es, a pesar de las críticas, el mejor modelo disponible. El CAPM puede ser visto como un promedio ponderado entre tasa libre de riesgo y la expectativa de retorno de mercado, siendo el coeficiente β de riesgo sistemático el factor ponderador.

En lo que respecta a la tasa libre de riesgo y el Premio por riesgo de mercado (PRM) ambos son conceptos interrelacionados. El PRM se establece con relación a la tasa libre de riesgo.

Es importante notar que todos los conceptos del costo de capital deben ser estimados con base en una mirada 'hacia adelante' (*forward-looking*), lo que no quiere decir que necesariamente los dos componentes del PRM deban ser estimados con la misma ventana de tiempo del pasado. Lo que se trata es de hacer la mejor proyección con el menor error posible dada la información disponible.

Con relación a la tasa libre de riesgo, hemos notado un creciente uso de títulos de deuda locales indexados como *proxy* de la tasa libre de riesgo, lo que evita la incorporación de una prima por riesgo país, pues la tasa ya incorpora el mayor riesgo local.

Con relación a la eventual incorporación de una prima por riesgo regulatorio, los reguladores de Brasil y Chile no la consideran. En el caso de Brasil, la ANEEL entiende que no hay mayor riesgo regulatorio por operar en el país, más allá de la prima por riesgo país; en el caso de Chile el tema no es motivo de discusión y todo riesgo adicional está incluido en la tasa libre de riesgo por bonos locales.

En lo que respecta a los resultados obtenidos de la aplicación de las metodologías referidas, se arriba a valores de tasas de descuento de **4.46% y 3.21% para transmisión de energía eléctrica y distribución de gas natural respectivamente, quedando en ambos casos por debajo del mínimo establecido en las respectivas leyes (7% para el caso de transmisión eléctrica y 6% para el caso de distribución de gas por redes).**

8 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AER, 2018a. Rate of return instrument.
- AER, 2018b. Rate of return instrument. Explanatory Statement.
- Ahmed, M.F., Satchell, S., 2019. "Emerging Markets and the Conditional CAPM." Camb. Work. Pap. Econ.
- Alexander, I., Mayer, C., Weeds, H., 1996a. "Regulatory Structure and Risk: an International Comparison." Prepared for PSD/PPI, World Bank.
- Alexander, I., Mayer, C., Weeds, H., 1996b. "Regulatory Structure and Risk: an International Comparison." Prepared for PSD/PPI, World Bank.
- Asgharian, H., Hanson, B., 2010. "Book-to-market and size effects: compensations for risks or outcomes of market inefficiencies?" Eur. J. Finance 16, 119–136.
- Bai, Y., Green, C.J., 2020. "Country and industry factors in tests of Capital Asset Pricing Models for partially integrated emerging markets." Econ. Model. 92, 180–194. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2019.12.019>
- Banz, R.W., 1981. "The Relationship between Return and Market Value of Common Stocks." J. Financ. Econ. 9, 3–18.
- Bevilacqua, F., 2006. "Random walks and cointegration relationships in international parity conditions between Germany and USA for the post Bretton-Woods period." UNU-MERIT Work. Pap. Ser. 2006.
- Blume, M.E., 1971. "On the Assessment of Risk." J. Finance XXVI, 1–10.
- Bonilla y Asociados, 2017a. Metodología de cálculo para la tasa de descuento de una empresa eficiente de transmisión eléctrica (Informe Final de Consultoría). Comisión Nacional de Energía, Santiago, Chile.
- Bonilla y Asociados, 2017b. Metodología de cálculo para la tasa de descuento de una empresa eficiente de transmisión eléctrica (Informe Final de Consultoría). Comisión Nacional de Energía, Santiago, Chile.
- Boyle, G., Evans, L., Guthrie, G., 2006. "Estimating the WACC in a Regulatory Setting." Work. Pap. Ser. Vic. Univ. Wellingt.
- Calderón, C., Duncan, R., 2003. "Purchasing Power Parity in an Emerging Market Economy: a long-span study for Chile." Estud. Econ. 30, 103:132.
- Campbell, J.Y., Shiller, R.J., 1986. "The Dividend-Price Ratio and Expectations of Future Dividends and Discount Factors." NBER Work. Pap. Ser.
- CEPA, 2018a. "Review of Cost of Capital Ranges for OFGEM'S RIIO-2 for Onshore Networks" (Final Report commissioned by Ofgem). Ofgem, London.
- CEPA, 2018b. Review of the RIIO Framework and RIIO-1 Performance (Final Report). Ofgem, London.
- CEPA, 2014. "Response to the equity market return consultation by Ofgem for RIIO ED1" (In response to the Ofgem consultation paper). Centrica, London.
- Cohen, R.D., 2007. "Incorporating Default Risk into Hamada's Equation for Application to Capital Structure." MPRA.
- Congreso Nacional de Chile, 2019. Ley 21194: "Rebaja la rentabilidad de las empresas de distribución y perfecciona el proceso tarifario de distribución eléctrica."
- Congreso Nacional de Chile, 2017. Ley 20999 "Modifica la Ley de servicios de gas y otras

modificaciones que indica.”

Congreso Nacional de Chile, 2016. Ley 20936: “Establece un nuevo sistema de transmisión eléctrica y crea un organismo coordinador independiente del Sistema Eléctrico Nacional.”

Congress of the United States of America, 1992. Energy Policy Act of 1992.

Conine, T.E.C., 1980. “Debt Capacity and the Capital Budgeting Decision: A Comment.” *Financ. Manag.* 1, 20–22.

Copeland, T.E., Weston, J.F., Shastri, K., 2004. *Financial Theory and Corporate Policy* (4th Edition). Pearson.

CREG, 2018a. Resolución CREG No. 016 de 2018 “Tasa de Retorno para la actividad de distribución de energía eléctrica en el SIN.”

CREG, 2018b. Documento CREG-011 de 2018 “Tasa de Retorno para la Actividad de Distribución de Energía Eléctrica.”

CREG, 2015a. Resolución CREG No 096 de 2015.

CREG, 2015b. Documento CREG 063-2015 Tasa de Descuento para Distribución de Gas Combustible por Redes de Tubería.

Damodaran, A., 2019. “Equity Risk Premiums (ERP): Determinants, Estimation and Implications – The 2019 Edition.” SSRN. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3378246>

Dimson, E., Marsh, P., Staunton, M., 2019. “Credit Suisse Global Investment Returns Yearbook 2018: Summary Edition.”

Duff & Phelps, 2020. “Valuation Insights: Special Coronavirus (COVID-19) Edition” (Valuation Insights). Duff & Phelps.

Duff & Phelps, 2019a. 2019 Valuation Handbook International Guide to Cost of Capital. Duff & Phelps, LLC., Chicago.

Duff & Phelps, 2019b. 2019 Valuation Handbook U.S. Industry Cost of Capital, June Quarterly Update. ed. Duff & Phelps, LLC, Chicago.

Duff & Phelps, 2017a. 2017 SBBI Yearbook. Wiley.

Duff & Phelps, 2017b. 2017 Valuation Handbook: Guide to Cost of Capital. Wiley.

Earwaker, J., 2018. ‘The AER’s Draft WACC Guideline: an International Perspective’ (Report commissioned by the Energy Networks Australia).

Erb, C.B., Harvey, C.R., Viskanta, T.E., 1995a. Country Risk and Global Equity Selection. *J. Portf. Manag.* 21, 74. <https://doi.org/10.3905/jpm.1995.409504>

Erb, C.B., Harvey, C.R., Viskanta, T.E., 1995b. “Country Risk and Global Equity Selection.” *J. Portf. Manag.* 74–83.

Fan, X., Liu, M., 2008. Sorting, Firm Characteristics, and Time-varying Risk: An Econometric Analysis. *J. Financ. Econom.* 6, 49–86.

FERC, 2015. Opinion No 531-B.

FERC, 2014. Opinion No. 531.

FERC, 1993. Order 561.

FERC, 1988. Order 45.

FERC, 1985. Opinion No 154-B.

Fernández, P., 2011. WACC: Definición, Interpretaciones Equivocadas y Errores.

Fernández, P., Martínez, M., Fernández Acín, I., 2019. “Market Risk Premium and Risk-

- Free Rate used for 69 countries in 2019: a survey.”
- Godfrey, S., Espinosa, R., 1996. “A Practical Approach to Calculating the Costs of Equities for Investments in Emerging Markets.” J. Appl. Corp. Finance Fall, 80–89.
- Grabowski, Roger.J., King, D., 1999. “New Evidence on Size Effects and Equity Returns.” Bus. Valuat. Rev. 32-.
- Gültekin-Karakaş, D., Hisarcıklılar, M., Öztürk, H., 2011. “Sovereign Risk Ratings: Biased Toward Developed Countries?” Emerg. Mark. Finance Trade 47, 69–87.
- Hamada, R.S., 1972. “The Effect of the Firm’s Capital Structure on the Systematic Risk of Common Stocks.” J. Finance 27, 435–452.
- Harvey, A.C., 1989. Forecasting, Structural Times Series Model and the Kalman Filter. Cambridge University Press, Cambridge.
- Harvey, C.R., 1991. “The World Price of Covariance Risk.” J. Finance 46, 111–157.
- Helm, D., 2009. “Utility Regulation, the RAB and the Cost of Capital” (Draft). University of Oxford, Oxford.
- Ibbotson Associates, 2008a. “International Cost of Capital Module.”
- Ibbotson Associates, 2008b. “International Cost of Capital Module.”
- Longstaff, F.A., Pan, J., Pedersen, L.H., Singleton, K.J., 2011. “How Sovereign Is Sovereign Credit Risk?” Am. Econ. J. Macroecon. 3, 75–103.
- Markowitz, H.M., 1952. “Portfolio Selection.” J. Finance 7, 77–91.
- Marston, F., Harris, R.S., 1993. “Risk and return; A Revisit Using Expected Returns.” Financ. Rev. 28, 117–137.
- Miles, J.A., Ezzell, J.R., 1980. “The Weighted Average Cost of Capital, Perfect Capital Markets and Project Life: a Clarification.” J. Financ. Quant. Anal. 15, 719–730.
- Smithers & Co, 2006. ‘Report on the Cost of Capital ’ (Report commissioned by Ofgem). Ofgem, London.
- Solnik, B.H., 1974. “The International Pricing of Risk: An Empirical Investigation of the World Capital Market Structure.” J. Finance 29, 365–378.
- Stulz, R.M., 1999. “Globalization, Corporate Finance, and the Cost of Capital.” J. Appl. Corp. Finance 12, 7–26.
- Vasicek, O.A., 1973. “A Note on Using Cross-Sectional Information Bayesian Estimation of Security Betas.” J. Finance 28, 1233–1239. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1973.tb01452.x>
- Wright, S., Birkbeck College, Smithers & Co, 2004. Beta estimates (Report commissioned by Ofgem). London.
- Wright, S., Burns, P., Mason, R., Pickford, D., Hewitt, A., 2018. “Estimating the cost of capital for implementation of price controls by UK Regulators” (Report commissioned by the CAA, Ofcom, Ofgem and the Utility Regulator). London.
- Wright, S., Mason, R., Miles, D., 2003. “A Study into Certain Aspects of the Cost of Capital for Regulated in the UK” (Report). Smithers & Co Ltd, London.

9 ANEX01 – RESUMEN BENCHMARKING INTERNACIONAL

	Ofgem	Ferc	Australia	Países Bajos
Tasa de Descuento Aplicada	Real Desp. Impuestos = 3.62% A partir de 2023 (RIIO II)	ROE específico para cada empresa y debe ser justo y razonable.	Real Desp. Impuestos = 5.36%	Real Antes. Impuestos = 6.9% Real Desp. Impuestos = 4.5% aprox.
Metodología Adoptada	WACC/CAPM	DCF /Modelo de Crecimiento de Dividendos en dos etapas	WACC	WACC/CAPM
Esquema Regulatorio del Sector	Ingreso Máximo. Aplicado a un período tarifario de 8 años (RIIO I) y 5 años (RIIO II). Nuevo Modelo Regulatorio.	Regulación por Costo del Servicio (“cost-based rates”)	Ingreso Máximo (modelo building blocks).	
Tratamiento de la base de Activos	Se remunera la BAR mediante un esquema del tipo DORC.	La valuación de la Base de Activos Regulatorios se hace por el método del costo depreciado, ajustado por inflación (net depreciated trended original cost -TOC)	Esquema de “propuesta-respuesta” empresa propone y AER aprueba en la medida que los costos correspondan a un negocio eficiente. Caso contrario propone alternativa, basada en un ajuste de la propuesta presentada por la empresa.	
Metodología para la determinación de la Tasa de Descuento	Costo de la Deuda: promedio simple del índice iBoxx GBP Non-Financials Indexes con un maturity de más de 10 años (10+years) para ranking de créditos calificados entre A y BBB. Riesgo de Mercado: Se considera un período de análisis de 50	<i>Grupo de empresas comparables:</i> Se consideran compañías que están incluidas en la categoría de Industria de Servicios Eléctricos compilados por Value Line. <i>Modelo de DCF:</i> La FERC utiliza un procedimiento de dos etapas para determinar el componente	Tasa Libre de Riesgo: Promedio de los rendimientos (diarios convertidos a anuales) de los bonos Soberanos del Commonwealth a 10 años. Riesgo de Mercado: Enfoque histórico diferentes períodos de análisis. Se considera el Mercado	Tasa Libre de Riesgo: Promedio a 5 años de bonos domésticos (10 años). Títulos Nominales. Riesgo de Mercado: Promedio histórico de rendimientos de Mercado obtenido de diferentes estudios.

	Ofgem	Ferc	Australia	Países Bajos
	<p>años. La Ofgem realiza un benchmarking con valores recomendados para la Unión Europea, por consultoras (CEPA, NERA, OXERA), otros valores determinados por la Ofgem en revisiones tarifarias recientes de gas y electricidad y valores regulatorios utilizados en Europa y EE:UU.</p> <p>Beta: CEPA usa dos años de datos diarios y llega a betas promedio de equity entre 0.47 y 0.53.</p>	<p>de crecimiento constante de dividendos del modelo, promediando las estimaciones de crecimiento a corto y largo plazo.</p> <p><i>Test de razonabilidad económica:</i> Exclusión de outliers.</p> <p><i>Ubicación del ROE dentro de la zona de razonabilidad</i> Una vez establecida la zona de ROE razonable para el grupo de empresas proxy, el ROE justo y razonable se determina con base en la mediana para una única empresa y en la media para un grupo de empresas.</p>	<p>Doméstico.</p> <p>Beta: valor puntual de 0.6 de un rango de 0.42–0.88, se dio más peso a las estimaciones econométricas.</p>	<p>Beta: calculado con base en series diarias para un período de dos años, y con base en datos semanales para un período de cinco años. Ambas estimaciones incluyen las correcciones de Vasicek.</p> <p><i>Inflación:</i> se aplican proyecciones de inflación esperada, las expectativas de inflación se ajustan con la expectativa de evolución de la tasa real de interés.</p>
Tratamiento Impositivo				Alícuota teórica.
Tratamiento de Riesgos Específicos				<p><i>Riesgo por Esquemas Regulatorios:</i> el MRP se estima a partir de países con esquemas regulatorios similares (Price-cap).</p> <p><i>Riesgo Cambiario:</i> No se incluye</p>

	Brasil Distribución (ANEEL)	Brasil Transmisión (ANEEL)	Colombia	Perú
Tasa de Descuento Aplicada	Real Desp. Impuestos = 7.71% Nom. Desp. Impuestos = 9.76%	Real Desp. Impuestos = 7.11%	Real Antes de Impuestos (Moneda Local) = 11.8%	Definida por Ley Real Antes de Impuestos = 12% Calculada Real Desp. Impuestos = 6.48%
Metodología Adoptada	WACC/CAPM	WACC/CAPM	WACC/CAPM	WACC/CAPM
Esquema Regulatorio del Sector	Precio Techo - Reposicionamiento Tarifario	Ingreso Máximo	Ingreso Máximo.	Competencia referencial (áreas típicas de distribución) con Precio Techo.
Tratamiento de la base de Activos	La ANEEL segmentó la base de capital en Inicial (Blindada) e Incremental. La valorización de los activos incrementales se realiza por el VNR o Costo de Reposición utilizando el Banco de Precios Referenciales de las Distribuidoras.	Se definen Empresas Licitadas y Empresas Existentes. Las nuevas instalaciones son Concesionadas, los refuerzos de redes existentes son incluidos en el proceso de revisión tarifaria.	Se valúan por el método de costo de reposición optimizado depreciado (DORC). Se remunera un plan de inversiones.	Se diseña una red eficiente, y se reconoce en el VAD. Los costos de inversión se remuneran con la tasa de descuento permitida por Ley.
Fuentes de datos para cálculo de la Tasa de Descuento	<i>Tasa Libre Riesgo:</i> T-Bond (10 años) promedio de 30 años. <i>Riesgo de Mercado:</i> Spread SP500-TLR (10 años) promedio de 30 años (1987-2017). <i>Beta:</i> promedio del beta para 27 empresas de USA del Edison Electric Institute (EEI)	<i>Costo de Capital de Terceros:</i> Debentures + Costo de Emisión promedio de 5 años. <i>Riesgo de Mercado:</i> Spread SP500-TLR (10 años) promedio (1928-2018). <i>Beta:</i> promedio del beta para empresas de USA del Edison	<i>Costo Deuda:</i> promedio de los títulos comerciales preferenciales a más de 5 años. <i>Riesgo de Mercado:</i> Spread SP500-TLR (10 años) promedio desde 1928. <i>Beta:</i> a partir de compañías de	<i>Tasa Libre Riesgo:</i> T-Bond (10 años) promedio de 4 años. <i>Premio de Mercado:</i> Índice SP500 promedio de 30 años (1987-2017). <i>Beta:</i> coeficiente beta con el ajuste de Blume desapalancado publicado por

	Brasil Distribución (ANEEL)	Brasil Transmisión (ANEEL)	Colombia	Perú
	<p><i>Riesgo País:</i> Mediana del EMBI de Brasil últimos 15 años.</p> <p><i>Riesgo Crédito:</i> promedio últimos 15 años del spread deuda de las empresas brasileñas (14) del sector listadas en la bolsa de valores.</p> <p><i>Inflación:</i> Promedio de la Inflación de USA (CPI) últimos 15 años.</p>	<p>Eletric Institute (EEI)</p> <p><i>Riesgo País:</i> Implícito en la tasa de interés local.</p> <p><i>Riesgo Crédito:</i> Implícito en la tasa de interés local.</p>	<p>la industria. Propuesta considerar D&P</p> <p><i>Beta País:</i> Spread entre bonos domésticos en USD y bonos de EUA.</p> <p><i>Inflación:</i> Diferencia entre bonos domésticos nominales y ajustables por inflación.</p>	<p>Duff & Phelps</p> <p><i>Riesgo País:</i> Promedio del EMBI de Perú últimos 4 años.</p> <p><i>Riesgo Crédito:</i> spread de empresas en los Estados Unidos con calificación similar al riesgo de Perú.</p> <p><i>Inflación:</i> Promedio de la Inflación de USA (CPI) últimos 4 años.</p>
Tratamiento Impositivo	Alícuota teórica 34% en función de la escala de negocio de las empresas de Distribución de Energía.	Alícuota teórica 34%	Alícuota Impuesto a la Renta más cargos específicos 33%	Alícuota aplicada 31.6% surge de alícuota teórica (28%) más participación de los trabajadores en las utilidades (5%)
Tratamiento de Riesgos Específicos	<p><i>Riesgo por Esquemas Regulatorios:</i> No se incluye</p> <p><i>Riesgo Cambiario:</i> No se incluye</p>	<p><i>Riesgo por Esquemas Regulatorios:</i> No se incluye</p> <p><i>Riesgo Cambiario:</i> No se incluye</p>	<p><i>Riesgo por Esquemas Regulatorios:</i> Nueva Propuesta considerar diferencias B de UK vs B USA</p> <p><i>Riesgo Cambiario:</i> Si se incluye</p>	<p><i>Riesgo por Esquemas Regulatorios:</i> Ajuste en el Beta.</p> <p><i>Riesgo Cambiario:</i> No se incluye</p>