



Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras y redes de otros sectores

Coordinación de Innovación y
Prospectiva Regulatoria

Diciembre de 2024

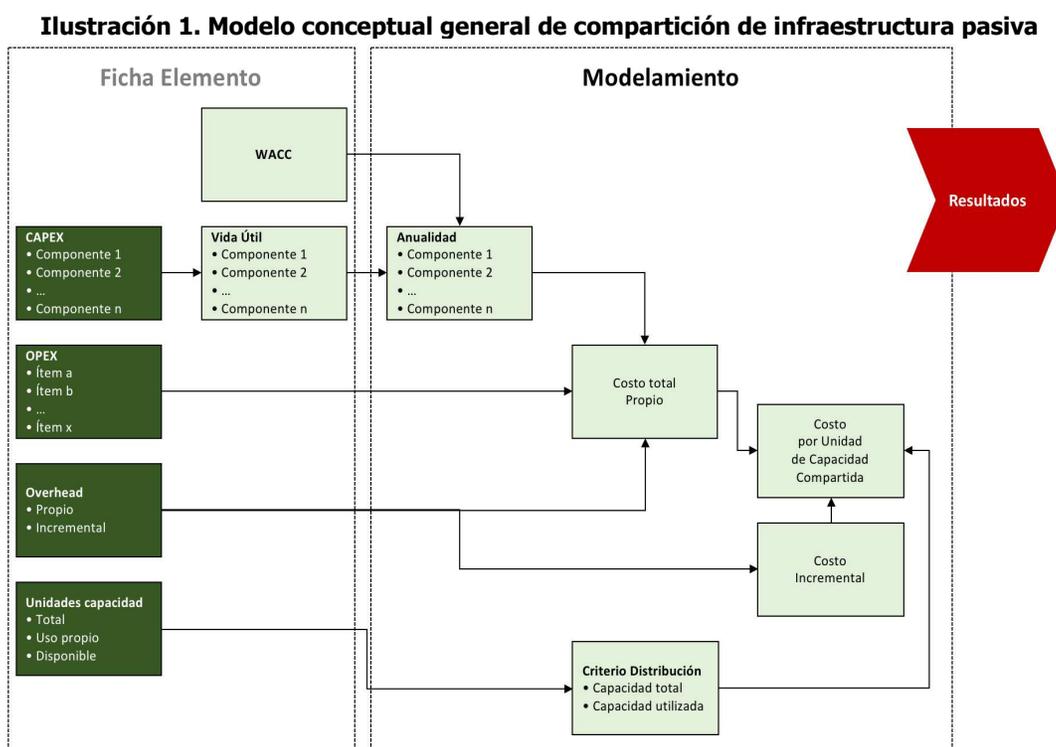
CONTENIDO

1. Identificación de parámetros	4
1.1 Parámetros para el dimensionamiento del CAPEX	6
1.2 Parámetros para el dimensionamiento del OPEX.....	8
1.3 Definición de la tasa de costo de capital (WACC).....	10
1.4 Definición de la tasa Mensual de Descuento (TDM)	14
1.5 Vida útil de la infraestructura	14
1.6. Unidades disponibles de compartición.....	15
2. Cálculos y salidas del modelo	15
2.1 Cálculo del CAPEX por unidad de compartición.....	15
2.2 Cálculo de la anualidad del CAPEX.....	16
2.3 Cálculo del OPEX total anual	17
2.4 Estimación del costo anual equivalente por unidad de demanda.....	19
2.5 Determinación de los precios de compartición	19

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 2 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

GUÍA DE REFERENCIA PARA LA NEGOCIACIÓN DE LA CONTRAPRESTACIÓN ECONÓMICA POR COMPARTICIÓN DE INFRAESTRUCTURAS Y REDES DE OTROS SECTORES

Con el objetivo de facilitar la negociación de la contraprestación económica por la compartición de infraestructuras de otros sectores para la prestación de servicios de telecomunicaciones, la CRC ha desarrollado una guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras y redes, basado en un marco conceptual aplicable a cualquier sector que cuenta con infraestructuras de soporte susceptibles de compartición. La Ilustración 1 presenta la estructura conceptual del Modelo General de Costos para la compartición de infraestructuras pasivas de otros sectores diferentes al sector TIC y al sector eléctrico.



Fuente: UT Econometría - SAI¹

¹ U.T. Econometría-SAI. "Anexo del Entregable 5: Manual del Usuario: Compartición de Infraestructura Pasiva de Otros Sectores". Noviembre 19 de 2021. Página 2. Producto desarrollado en el marco del Contrato 087 de 2021.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 3 de 20
Versión No. 4	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



A continuación, se describe cada uno de los componentes del modelo propuesto para la negociación de la contraprestación económica por la compartición de elementos de infraestructura pasiva de sectores diferentes al sector TIC y al sector eléctrico.

1. Identificación de parámetros

Una vez identificado el tipo de infraestructura a costear, los puntos de compartición asociados a cada infraestructura y el tipo de sector al que pertenece dicha infraestructura, se procede con la definición de los parámetros que alimentan el modelo. Para esto, el usuario debe realizar un análisis de ingeniería previo sobre la infraestructura susceptible de compartición, cuyo objetivo es dimensionar y cuantificar las inversiones de capital (CAPEX), y los costos operacionales (OPEX) asociados a dicha infraestructura, así como parámetros técnicos y financieros que determinan la estructura de costos directos e indirectos asociados al despliegue y operación de la infraestructura a compartir. Estos parámetros incluyen el Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC) del sector respectivo, la vida útil de los elementos de infraestructura, la tasa de impuestos aplicable y el número de unidades disponibles de compartición asociados a cada uno de los tipos de soporte considerados.

Es preciso mencionar que este punto es clave en el análisis, en la medida en que permite cuantificar, con criterios de ingeniería y esquemas técnicos, las características físicas y de funcionamiento de los elementos que conforman las infraestructuras a compartir y el dimensionamiento de los costos, gastos e inversiones de capital asociadas a las mismas y la manera como se comportan en el tiempo.

A manera de ilustración se presenta a continuación el módulo de entrada de parámetros en el Modelo General de Costos definido por la CRC (A partir del entregable realizado por la U.T. Econometría-SAI Ilustración 2).

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 4 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

Ilustración 2. Modelo General de Costos – Ingreso de los parámetros del modelo (Ejemplo)

Modelo General de Costos								
Compartición de Infraestructura Pasiva de Otros Sectores								
Consolidado Parámetros								
Escenario	1	2	3	4	5	6	7	8
Modelo	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4	Escenario 5	Escenario 6	Escenario 7	Escenario 8
VALOR DE CAPEX	2022							
Soporte 1	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000
Soporte 2	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Soporte 3	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Soporte 4	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000
Valor CAPEX Precios 2022	2022							
Soporte 1	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000	\$500.000
Soporte 2	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000	\$1.000.000
Soporte 3	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000	\$1.500.000
Soporte 4	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000	\$2.000.000
Gastos Directos								
% Gastos de operación y mantenimiento de redes % s/ CápeX:	3,10%							
Gastos Indirectos								
Administración	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Imprevistos	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%	1,00%
Interventorías	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Licencias y pólizas de seguros	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%	3,00%
% Gastos de indirectos % s/ Gastos de operación:	29,00%							
WACC ANUAL	12,00%							

Estos parámetros se introducen en función del tipo de infraestructura a modelar y el tipo de aplicación de telecomunicaciones. Deberá obedecer a un diseño ingenieril de costos.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 5 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



Impuestos s/utilidades - Renta + Cree	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%	35,00%
Vida Útil Infraestructura	35	35	35	35	35	35	35	35
Unidades Disponibles de Compartición								
Soporte 1	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Soporte 2	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Soporte 3	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Soporte 4	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Observaciones	Insertar observación sobre parámetros seleccionados							

Fuente: UT Econometría - SAI²

A continuación, se presentan los criterios para la definición de cada uno de los parámetros del Modelo General de Costos de compartición de otros sectores.

1.1 Parámetros para el dimensionamiento del CAPEX

El modelo inicia con la identificación de las inversiones de capital (CAPEX) asociadas a la facilidad de compartición que se esté modelando. En este caso, una vez definidos los tipos de infraestructura susceptibles de compartición, se deben identificar cada uno de los activos y elementos de costos que se encuentran directamente asociados a la compartición, teniendo en cuenta las diferencias técnicas y complejidades que puede llegar a representar cada sector en particular. El objetivo principal es identificar dichos elementos, valorarlos desde el punto de vista ingenieril, enfocado a modelos técnicos eficientes. Con esta información, se obtendrán los costos de cada punto de compartición, a partir de lo cual se podrían establecer precios agregados del “servicio” en cada punto de compartición.

El módulo de dimensionamiento del CAPEX del Modelo General de Costos requiere que se identifiquen los valores de CAPEX consolidados por cada tipo de soporte a aplicar en la compartición. Al respecto, a nivel ilustrativo, el modelo contempla la posibilidad de definir valores de CAPEX para postes de diferente altura, ductos de diferentes capacidades, áreas de terraza y de pared a compartir, o soportes de sistemas de transporte masivo con diferentes alturas o capacidades, entre otros.

La Ilustración 3 presenta los principales elementos de infraestructura que se recomienda considerar para el dimensionamiento del CAPEX. Como se observa, los principales elementos a considerar son aquellos que soportan físicamente la infraestructura de red como las torres, los postes, los ductos o las

² U.T. Econometría-SAI. "Anexo0 del Entregable 5: A0 Modelo de Compartición General (Documento en Excel)". Noviembre 19 de 2021. Hoja de trabajo "Parámetros". Producto desarrollado en el marco del Contrato 087 de 2021.

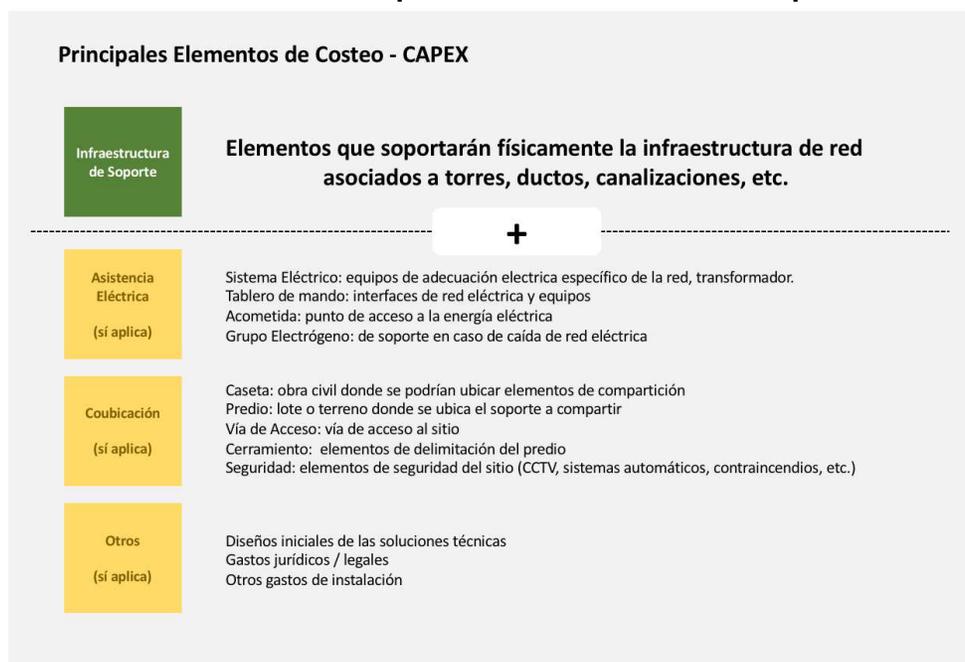
Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 6 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



canalizaciones. Se recomienda considerar también, en caso de ser aplicable, el costo del sistema y apoyo eléctrico, y el costo de la infraestructura de co-ubicación. Al respecto, el costo del CAPEX en equipos se calcula a costos de reposición y deberá incluir para efectos de estimación en la solución ingenieril los costos de nacionalización y/o transporte según aplique. Cabe anotar que dentro del rubro de Otros costos (si aplican) asignables al componente de CAPEX, existen costos previos al inicio de operaciones, en los que incurre el titular de la infraestructura susceptible de compartición, y que deben considerarse. Estos costos incluyen los asociados a los diseños iniciales de las soluciones técnicas, los gastos jurídicos relacionados con licencias y gastos notariales, y otros gastos de instalación que incluyen el transporte y puesta en marcha de los equipos.

Una vez identificados los elementos de compartición asociados a diferentes categorías de soportes y escenarios de compartición, se deben definir los valores de CAPEX de cada tipo de soporte en cada escenario de compartición, en lo posible en unidades de pesos del año en que se realiza la estimación. Para esto, se sugiere utilizar las fuentes de costos reconocidas en el respectivo sector, como es el caso de *Construdata* para elementos de edificaciones y equipamientos urbanos.

Ilustración 3. Elementos para el cálculo del CAPEX de compartición



Fuente: UT Econometría - SAI³

³ U.T. Econometría-SAI. "Anexo del Entregable 5: Manual del Usuario: Compartición de Infraestructura Pasiva de Otros Sectores". Noviembre 19 de 2021. Página 14. Producto desarrollado en el marco del Contrato 087 de 2021.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 7 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



1.2 Parámetros para el dimensionamiento del OPEX

El modelo incluye un módulo de dimensionamiento de los costos de operación (OPEX) asociados a la compartición de infraestructura pasiva, el cual considera los principales costos operativos aplicables como los costos de operación, mantenimiento, personal, y costos de servicios públicos, entre otros. Estos costos (OPEX) están asociados al mantenimiento de los sitios de compartición o al apoyo a la operación. Los siguientes rubros son empleados en el dimensionamiento del OPEX:

- **Mantenimientos preventivos:** Los titulares de la infraestructura a compartir cuentan con esquemas de mantenimiento preventivo periódico de sus estructuras civiles y equipos. Por lo general, se toma como referencia un porcentaje del valor acumulado de equipos e inversiones de capital asociados a la infraestructura de compartición adquiridos por la empresa.
- **Seguros:** Los titulares de la infraestructura a compartir podrían tener aseguradas dichas infraestructuras contra diferentes riesgos, cubriendo los elementos o equipos que los conforman. El costo asociado a esta asegurabilidad podría calcularse como un porcentaje del valor del CAPEX acumulado invertido por el titular en los elementos o equipos susceptibles de compartición por cada sitio. La dificultad radica en la asignación porcentual de los elementos y sitios asegurados con relación al elemento o sitio puntual compartido cuando se trata de seguros globales sobre la red o infraestructura general.
- **Servicios públicos:** Hace referencia a los gastos correspondientes a servicios de energía eléctrica, gas o combustibles requeridos para operar el Punto de Compartición, incluso servicio público de agua y acueducto (si llegase a aplicar). Estos costos deberían ser asignados en función de los costos demostrables y en el peso atribuible (porcentual) que tendría sobre el servicio del Punto de Compartición. Si la infraestructura susceptible de compartición ofrece facilidades de energía o equipos adicionales de red, considerados pasivos y utilizados por el solicitante, se podrán incluir gastos relativos a los servicios públicos que demanda e incluso impuestos que generan en el ejercicio contable.
- **Impuesto de renta:** En el caso que la compartición de infraestructura involucre equipos, se podría incluir el cálculo de impuesto de renta, incluyendo el gasto de depreciación sobre los mismo.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 8 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

Ilustración 4. Elementos para el cálculo del OPEX de compartición



Fuente: U.T. Econometría - SAI⁴

Con relación a la estimación del OPEX, el modelo tiene predefinido un porcentaje del 3,1% como porcentaje del CAPEX por unidad disponible de compartición, porcentaje que corresponde a una estimación general de los gastos anuales directos de operación y mantenimiento (OPEX directo) de la respectiva infraestructura de compartición.

Además, el modelo incluye un factor para estimar los gastos anuales indirectos de operación y mantenimiento (OPEX indirecto), el cual se expresa como un porcentaje de los gastos directos de operación y mantenimiento. El porcentaje asumido para estimar el OPEX indirecto es el 29% del OPEX directo, porcentaje que se descompone en: 10% de gastos de administración, 1% de gastos imprevistos, 15% de gastos de interventorías, y 3% de gastos asociados a licencias y pólizas. Adicionalmente, el modelo asume un porcentaje de impuestos del 35% correspondiente al impuesto de renta de los equipos, factor que se aplica a la anualidad del CAPEX descontando el valor de la depreciación del respectivo año.

Los parámetros mencionados están en línea con los modelos anteriores de definición de tarifas de compartición establecidos por la CRC. Sin embargo, dada la naturaleza de cada sector en particular, estos parámetros pueden ser ajustados a criterio del análisis de costos que se desarrolle según la particularidad del caso.

⁴ U.T. Econometría-SAI. "Anexo del Entregable 5: Manual del Usuario: Compartición de Infraestructura Pasiva de Otros Sectores". Noviembre 19 de 2021. Página 14. Producto desarrollado en el marco del Contrato 087 de 2021.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 9 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

1.3 Definición de la tasa de costo de capital (WACC)

El costo de capital es aquel costo asociado a la financiación de la construcción y operación de la infraestructura compartida. El WACC se constituye entonces en un costo clave del proyecto. Para el cálculo de los costos de compartición será importante analizar, a la luz de cada sector específico al cual pertenezca la infraestructura a compartir, las tasas de costo de capital particulares.

a. Marco teórico para la definición del WACC

Esta sección presenta un resumen de las principales consideraciones teóricas para tener en cuenta en la definición de la tasa de WACC de un sector específico. El resumen del marco teórico para la definición del WACC es tomado del documento “*Estimación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) en el sector de telecomunicaciones*”, elaborado por la CRC en 2021 CRC⁵.

El WACC es una tasa de rendimiento estimada que mide el costo de capital de las empresas, ponderando proporcionalmente cada categoría de ese capital. Todas las fuentes de capital, incluidas las acciones ordinarias, las acciones preferentes, los bonos y cualquier otra deuda de corto o largo plazo, se incluyen en el cálculo del WACC⁶.

El propósito del WACC es determinar el costo de cada parte de la estructura de capital de la empresa de referencia en función de la proporción de patrimonio, deuda y acciones preferentes que tiene. Por un lado, esta empresa de referencia paga una tasa de interés sobre su deuda y un rendimiento fijo sobre sus acciones preferentes (costo de la deuda). Por otro lado, la empresa paga dividendos en forma de efectivo a los accionistas (costo del patrimonio)⁷.

El WACC, en resumen, es el costo de financiar el negocio; es decir, el financiamiento propio (acciones), y el financiamiento externo (deuda), este último ajustado por las deducciones de impuestos a que haya lugar⁸.

El WACC se calcula por medio de la siguiente ecuación:

$$WACC = K_e \frac{E}{E + D} + K_d (1 - T) \frac{D}{E + D}$$

Donde:

⁵ Comisión de Regulación de Comunicaciones. Documento “ANEXO 1. Estimación del Costo Promedio Ponderado de Capital (WACC) en el sector de telecomunicaciones” del proyecto de “Revisión de los Esquemas de Remuneración Móvil”. 29 de diciembre de 2021. [Documento en Línea] Disponible en: <https://bit.ly/3Jb3SJK>

⁶ Corporate Finance Institute – CFI. (2015-2021). WACC

⁷ Ibidem.

⁸ Población García, F. J. (2017). Financial Risk Management . Cham, Suiza: Ed. Palgrave Macmillan.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 10 de 20
Versión No. 4	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



- K_e es la tasa de rendimiento requerida por los accionistas de la empresa, y puede estimarse utilizando diferentes modelos, como se describe en esta sección.
- K_d es el costo o tasa de interés de la deuda emitida por la empresa.
- E es el capital aportado por los accionistas, y se define como el valor de mercado de las acciones de la empresa (o la capitalización de mercado de la empresa, si cotiza en bolsa).
- D es el valor de mercado de la deuda emitida por la empresa.
- T es la tasa de impuesto de renta corporativa.

Como se observa, la fórmula para calcular el WACC tiene dos términos principales: por un lado, la proporción del patrimonio multiplicado por el costo de ese patrimonio, y por el otro, la proporción de la deuda multiplicada por el costo de esa deuda. La estimación del WACC depende entonces en gran medida de obtener estimaciones acertadas sobre el costo del patrimonio y sobre el costo de la deuda. A continuación, se detallan algunos elementos teóricos relevantes para estimar dichos valores.

- *Costo del patrimonio*

El costo del patrimonio se puede definir como un costo implícito o un costo de oportunidad del capital. Es la tasa de rendimiento teórica que los accionistas requieren para compensar el riesgo de invertir en acciones⁹. En otras palabras, el costo del patrimonio mide la rentabilidad exigida por el accionista a su inversión realizada en la empresa¹⁰.

El costo del patrimonio se puede medir a través del modelo *Capital Asset Pricing Model* (CAPM, por su sigla en inglés). El CAPM postula que el costo del patrimonio de una empresa es igual a la rentabilidad de un activo libre de riesgo (r_f), sumado a la prima de riesgo de mercado por una medida del riesgo sistémico del patrimonio de la empresa denominado "beta" (β). El tamaño de esta prima de riesgo depende del riesgo sistemático del activo subyacente, o proyecto, en relación con el mercado en su conjunto¹¹.

El modelo CAPM se puede utilizar para calcular el costo del patrimonio (K_e) porque existe una relación lineal creciente entre el rendimiento esperado de un activo (la prima por riesgo de mercado) y su riesgo medido por su coeficiente β .

Adicionalmente, para el análisis de empresas o proyectos en mercados emergentes, puede surgir la necesidad de incorporar una prima por riesgo adicional, debido a las características particulares más riesgosas de los mercados emergentes. Esa prima se denomina prima de riesgo país, y se suma como un término adicional a la ecuación del modelo CAPM, la cual se presenta a continuación¹²:

⁹ Corporate Finance Institute – CFI. (2015-2021). WACC

¹⁰ Torres, V.M. (2009). Metodología de Cálculo del Costo de Oportunidad del Capital en Telecomunicaciones. [Presentación - Seminario sobre los aspectos económicos y financieros de las telecomunicaciones Grupo Regional de la Comisión de Estudio 3 para América Latina y El Caribe (SG3RG-LAC) – ITU]. Lima, Perú, junio 23/24 de 2009

¹¹ Dutch Authority for Consumers and Markets - ACM. (2015). The WACC for KPN and FttH.

¹² Torres, V.M. (2009). Metodología de Cálculo del Costo de Oportunidad del Capital en Telecomunicaciones.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 11 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

$$K_e = r_f + \beta (R_m - r_f) + R_p$$

Dónde:

- K_e es el costo del patrimonio o de los recursos propios.
 - r_f es la tasa libre de riesgo; es decir, es el rendimiento que se puede obtener al invertir en un valor libre de riesgo. Usualmente, se utilizan como activos libres de riesgo los bonos del Tesoro de Estados Unidos, en específico el rendimiento del Tesoro de ese país a 10 años¹³.
 - β es la medida del riesgo sistémico del patrimonio de la empresa o el sector. Representa la volatilidad o el riesgo de una acción en relación con todas las demás acciones del mercado. La estimación de este coeficiente se puede realizar de dos maneras: la primera es tomar el beta ya calculado por alguna agencia para el sector específico que se quiere evaluar (e.g., por Bloomberg o la Universidad de Nueva York – Stern, etc.), o calcular el “beta” a partir de la serie histórica de la empresa, mediante el análisis de regresión¹⁴. En el primer caso (tomar el beta ya calculado de fuentes internacionales), es posible tomar el “beta” directamente; o tomar el “beta desapalancado”, que captura únicamente el riesgo de los activos de la empresa. En este último caso, el “beta” se debe re-apalancar para incluir la estructura financiera específica de la empresa o el sector que se evalúa.
 - $(R_m - r_f)$ es la prima por riesgo de mercado calculada como la diferencia entre el riesgo de mercado (R_m) y el retorno del activo libre de riesgo (r_f). Esta prima se define como el rendimiento adicional que se puede obtener sobre la tasa libre de riesgo al invertir en el mercado de valores. En ese sentido, esta prima adicional es una medida de los riesgos que asume la empresa, e incluye todos sus riesgos sistémicos (los que afectan a todo el mercado en general) y no los riesgos idiosincrásicos (los riesgos de la empresa en particular), puesto que estos últimos son diversificables¹⁵.
 - R_p es la prima de riesgo país.
- *Costo de la deuda*

El costo de deuda es el segundo término relevante requerido para la estimación del WACC, y consiste en la rentabilidad exigida por los acreedores de la empresa para que esta pueda financiar sus actividades. Estos acreedores de la empresa pueden ser tanto instituciones financieras, como inversionistas a través del mercado de capitales¹⁶.

El costo de la deuda de la empresa se calcula considerando la tasa de interés de préstamos por parte de instituciones financieras, y, si es el caso, la tasa de interés de emisión de bonos corporativos en el

¹³ Corporate Finance Institute – CFI. (2015-2021). WACC

¹⁴ Id.

¹⁵ Población García, F. J. (2017). Financial Risk Management. Cham, Suiza: Ed. Palgrave Macmillan.

¹⁶ Torres, V.M. (2009). Metodología de Cálculo del Costo de Oportunidad del Capital en Telecomunicaciones.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 12 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

mercado de capitales¹⁷. Es importante tener en cuenta que, como se describió en la ecuación para el cálculo del WACC previamente, el costo de la deuda se multiplica por $(1 - T)$, debido al ahorro tributario que la empresa obtiene a través de la financiación por medio de la deuda. En otras palabras, cuanto más endeudada se encuentra una empresa, más intereses paga, y, en consecuencia, menor es su ingreso gravable (ingreso después del pago de intereses) para el pago de impuesto de renta¹⁸.

b. Valores de referencia de WACC

Los valores de referencia sobre WACC que han sido calculados para los sectores considerados con mayor grado de elegibilidad para la compartición de infraestructura pasiva para la prestación de los servicios de telecomunicaciones en Colombia son presentados a continuación. La mención a estos valores se realiza a título ilustrativo y no pretende reemplazar las definiciones en materia de WACC que puedan realizar las autoridades de los respectivos sectores en el país.

Es de anotar que en el caso de los valores de WACC calculados a nivel internacional, dichos valores deberán ser ajustados a las condiciones colombianas incorporando: (i) los cálculos de los valores de apalancamiento ($E/(D+E)$ y $D/(D+E)$) de la empresa representativa o del conjunto de empresas del sector respectivo, (ii) el cálculo del "beta" re-apalancado con base en la fuente internacional de "beta" desapalancado, y (iii) la prima de riesgo país, que según Damodaran para el caso de Colombia es 1,88% (2022)¹⁹.

La Tabla 1 presenta un conjunto de valores internacionales de referencia para el cálculo del WACC en cuatro sectores con alto grado de elegibilidad para la compartición de infraestructura para la prestación de servicios de telecomunicaciones en Colombia. Los valores presentados, para los sectores de publicidad, ingeniería-construcción, construcción de vivienda y transporte, corresponden a los "betas" respectivos, los niveles de apalancamiento, el costo del patrimonio, el costo de la deuda, la tasa impositiva y el resultado del WACC para dichos sectores en Estados Unidos.

Tabla 1. Cálculo de WACC para sectores en Estados Unidos (2022)

Sector	Beta	Costo del patrimonio	E/ (D+E)	Costo de la deuda	Tasa de Impuesto	D/(D+E)	WACC (USA)
Publicidad	1,34	7,19%	66,02%	3,58%	5,76%	33,98%	5,64%
Ingeniería / Construcción	1,06	6,00%	79,62%	3,16%	13,53%	20,38%	5,24%
Construcción de vivienda	1,69	8,66%	81,99%	3,16%	18,63%	18,01%	7,51%
Transporte	0,79	4,86%	81,37%	2,50%	17,34%	18,63%	4,39%

Fuente: Damodaran (2022)²⁰

¹⁷ Id.

¹⁸ Población García, F. J. (2017). Financial Risk Management . Cham, Suiza: Ed. Palgrave Macmillan

¹⁹ Fuente Sitio Web NYU Stern. Disponible en: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

²⁰ Fuente Sitio Web NYU Stern. Disponible en: https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/wacc.html

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 13 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

Por su parte, la Tabla 2 presenta algunos ejemplos de estimación de WACC en sectores relevantes para compartición en Colombia. Específicamente, se presentan los resultados de estimaciones de WACC para los sectores de infraestructura vial de Cuarta Generación (4G), transporte urbano masivo en Bogotá, y sector de construcción en Colombia.

Tabla 2. Ejemplos de estimación del WACC en sectores en Colombia

Sector / empresas	WACC estimado	Fuente	Año
Infraestructura vial de cuarta generación (4G)	12,44%	Bravo J, Universidad de los Andes ²¹	2014
Infraestructura vial de cuarta generación (4G)	11,61%	Bravo J, CESA ²²	2018
Sistema de transporte masivo de Bogotá (Transmilenio)	15,3%	Molina G et al. (2017), Universidad de los Andes ²³	2017
Sector construcción en Colombia	9,16%	Parra M, Secretaría Distrital de Planeación ²⁴	2015

Fuente: Revisión propia

1.4 Definición de la tasa Mensual de Descuento (TDM)

Con el fin de realizar el cálculo posterior de la tarifa mensual de compartición se hace necesario establecer una tasa mensual de descuento (TDM), para lo cual se usa la fórmula convencional del interés compuesto, en la cual la tasa mensual corresponde a:

$$TDM = (1 + WACC)^{1/12} - 1$$

1.5 Vida útil de la infraestructura

El modelo requiere que se identifiquen los valores de vida útil -en años- de los elementos de infraestructura asociados a cada escenario de compartición. Para esto, se recomienda consultar las fuentes oficiales sectoriales que definan dichos valores de vida útil. Se recomienda también revisar el estudio de la Universidad Distrital denominado "Propuesta matriz de factores para la estimación de la vida útil de las construcciones en Colombia con base en la Norma ISO 15686" (2018)²⁵, el cual incluye estimativos de los tiempos de vida útil de referencia desglosados por tipos de construcción en Colombia.

²¹ Bravo J., (2014). Estimación de la tasa de descuento en proyectos de infraestructura vial de cuarta generación (4G) en Colombia. Proyecto de Grado para optar al título de Magister en Ingeniería Civil. Universidad de los Andes.

²² Bravo J., (2018). Caracterización financiera del esquema de ejecución de concesiones viales de cuarta generación (4G) en Colombia. Colegio de Estudios Superiores de Administración CESA.

²³ Molina G., Orozco A., Porras C. (2017). Renovación del sistema BRT de Bogotá, Análisis costo beneficio ex post. Maestría en Economía Aplicada. Universidad de los Andes

²⁴ Parra M. (2015). Estimación de rentabilidad de referencia para el sector de construcción. Secretaría Distrital de Planeación

²⁵ Anaya P, Castellanos H., Ceballos J., Cifuentes C., Niño S., Rojas C., Rubio B. (2018). "Propuesta matriz de factores para la estimación de la vida útil de las construcciones en Colombia con base en la Norma ISO 15686". Disponible en: <https://bit.ly/3S9f4KQ>

1.6. Unidades disponibles de compartición

Adicionalmente, el modelo requiere que se identifique, como parámetro de entrada, la cantidad de unidades disponibles de compartición para cada tipo de soporte y escenario de compartición de infraestructura. La proyección de la demanda corresponde a un conjunto de datos de entrada del modelo y deberá responder a un ejercicio de análisis particular, según el elemento y la vida útil económica de la infraestructura que se esté considerando. En el caso de compartición de infraestructura pasiva de otros sectores, esta estimación sería una condición que podría considerarse igual a la capacidad susceptible de compartición.

2. Cálculos y salidas del modelo

2.1 Cálculo del CAPEX por unidad de compartición

Este módulo del modelo de costos establece el mecanismo para distribuir el CAPEX directamente atribuible a un proyecto de compartición de infraestructura entre los diferentes actores (operadores) que solicitan la compartición. A este respecto, se debe hacer una asignación que permita la distribución de los costos de un elemento de red (una azotea, un poste, una torre, para dar tan solo tres de los casos más ilustrativos) a los diferentes actores u operadores que utilicen la infraestructura, de manera que se cuente con el costo unitario de la misma por operador (o por posición en el elemento de red).

En este sentido, se consideran drivers razonables de distribución (tales como el número de posiciones en poste, cantidad de posiciones en ductería, sistemas radiantes por m², entre otros), que deben ser determinados por la parte de análisis de ingeniería y de costos de cada sector y del caso puntual de cada tipo de infraestructura de compartición, que guarde una relación directa con el elemento a compartir. El grado de heterogeneidad que caracteriza a las infraestructuras de compartición pasiva y la gran diversidad entre los sectores hace que la decisión de los impulsores o drivers que se utilicen para estimar y asignar costos compartidos se deba definir, en últimas, en un análisis caso por caso y con base en la ingeniería asociada a cada una de las infraestructuras consideradas. A este respecto, se deben tener en cuenta dentro de la aproximación metodológica los criterios definidos por el artículo 22 de la Ley 1341 de 2009, modificado por la Ley 1978 de 2019, el cual señala que la regulación en la materia incluirá la definición de reglas para la división del valor de la contraprestación entre el número de operadores que puedan hacer uso de la infraestructura, de acuerdo con la capacidad de los elementos, a definir por parte de la CRC.

De esta manera, el criterio señalado consiste en la división del valor del CAPEX de un elemento de red entre el número de operadores que puedan hacer uso de la infraestructura, de acuerdo con la capacidad técnica del poste, física del ducto o del elemento de red que se esté considerando. Este esquema deberá ser analizado en función de cada sector y tipo de elementos susceptibles de compartición. Sin embargo, el resultado deberá ser siempre estimado en la participación porcentual de la carga técnica máxima que soporta la infraestructura y que estará disponible para el uso de terceros (Ilustración 5).

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 15 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024

Ilustración 5. Asignación de Costos Directos Compartidos – Porcentaje de Distribución



Fuente: U.T. Econometría – SAI

La asignación de costos directos compartidos podría expresarse entonces como:

$$CAPEX \text{ anualizado por unidad } \$_{elemento i} = \frac{CAPEX \text{ Anualizado } \$_{elemento i}}{\# \text{ unidades disponibles de compartición}}$$

2.2 Cálculo de la anualidad del CAPEX

Este componente del modelo estima, a partir de la información sectorial del WACC, el valor anual (o mensual) equivalente para la infraestructura bajo análisis. Para generar esta anualidad (o mensualidad) se utilizan herramientas financieras que descuentan con el costo de capital los flujos de caja no uniformes a anualidades financieramente equivalentes. Para estimar el costo para cada “servicio” de compartición de infraestructura pasiva, se calcula una anualidad financiera equivalente que permita la recuperación del CAPEX asignado a cada punto de compartición.

La expresión financiera para realizar dicho cálculo es:

$$CAPEX \text{ anual por unidad } elemento i = \frac{CAPEX \text{ por unidad } elemento i * WACC}{1 - (1 + WACC)^{-vida \text{ útil}_i}}$$

Donde,

CAPEX anual por unidad elemento i = Anualidad mediante la cual se recupera el CAPEX del servicio de compartición en el Punto de Compartición i.

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 16 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



- CAPEX por unidad elemento i* = CAPEX asignado al servicio de compartición en el Punto de Compartición i.
- Vida útil i* = Período estimado de duración del elemento de red a compartir.
- WACC* = Costo promedio ponderado del capital del sector

Con base en lo anterior, se convierte el CAPEX invertido por el titular del sitio en una anualidad financiera equivalente, a partir de la cual se definirá el precio mayorista a cobrar al solicitante de compartición de infraestructura por el servicio que se requiera. Las vidas útiles estimadas de los diferentes elementos de redes inicialmente se asumen como un parámetro abierto del modelo, dada la diversidad de soportes y tipos de infraestructuras susceptibles de compartición.

Teniendo en cuenta que las tarifas por compartición de infraestructura se encuentran definidas actualmente con una periodicidad mensual, es importante llevar a cabo la transformación de la inversión del capital determinado por el cálculo del CAPEX anualizado a su valor equivalente según los flujos de ingresos esperados de acuerdo con la expectativa de vida útil de cada elemento, empleando la fórmula de valor presente neto. Una vez calculado este monto, se debe invertir la fórmula del valor presente neto para calcular los valores mensualizados de cánones o flujos de pago tomando como parámetros la vida útil de cada elemento en meses y la tasa efectiva mensualizada del WACC o tasa mensualizada de descuento (TDM). Este proceso se describe en la sección 2.5 Determinación de los precios de compartición.

2.3 Cálculo del OPEX total anual

Una vez asignados los costos del CAPEX por unidad de compartición a cada sitio de compartición, el modelo procede a asignar los costos operacionales – OPEX-, tanto directos como indirectos, igualmente a cada sitio de compartición, utilizando igualmente como factor de distribución el número de unidades disponibles de compartición.

Al respecto, como se mencionó previamente, para la estimación del OPEX el modelo tiene predefinido un porcentaje del 3,10% como porcentaje del CAPEX por unidad disponible de compartición, porcentaje que corresponde a una estimación general de los gastos anuales directos de operación y mantenimiento (OPEX directo) de la respectiva infraestructura de compartición. El modelo incluye también un factor para estimar los gastos anuales indirectos de operación y mantenimiento (OPEX indirecto), el cual se expresa como un porcentaje de los gastos directos de operación y mantenimiento. El porcentaje asumido para estimar el OPEX indirecto es el 29% del OPEX directo, porcentaje que se descompone en: 10% de gastos de administración, 1% de gastos imprevistos, 15% de gastos de interventorías, y 3% de gastos asociados a licencias y pólizas. Adicionalmente, el modelo asume un porcentaje de impuestos del 35% correspondiente al impuesto de renta de los equipos, en caso de que aplique, factor que se aplica a la anualidad del CAPEX descontando el valor de la depreciación del respectivo año. Los

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 17 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



parámetros mencionados están en línea con los modelos anteriores de definición de tarifas de compartición definidos por la CRC. Sin embargo, dada la naturaleza de cada sector en particular, estos parámetros podrán ser ajustados a criterio del análisis de costos que se desarrolle en cada caso.

De esta manera, El OPEX total anual del servicio de compartición de infraestructura por unidad de compartición está dado por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned}
 \text{OPEX anual por unidad}_{\text{elemento } i} &= \text{OPEX anual directo por unidad}_{\text{elemento } i} \\
 &+ \text{OPEX anual indirecto por unidad}_{\text{elemento } i} \\
 &+ \text{Impuestos anuales por unidad}_{\text{elemento } i} + \text{OPEX anual adicional}_{\text{elemento } i}
 \end{aligned}$$

Donde,

*OPEX anual por unidad*_{elemento i} = OPEX en pesos total asignado a los elementos del soporte i

*OPEX anual directo por unidad*_{elemento i} = OPEX anual directo en pesos asignado a los elementos del soporte i. Incluye la asignación de los costos de operación y mantenimiento de la infraestructura

*OPEX anual indirecto por unidad*_{elemento i} = OPEX anual indirecto en pesos asignado a los elementos del soporte i. Incluye los gastos de administración, servicios públicos, imprevistos, interventorías, licencias y pólizas, en caso de que estos rubros apliquen

*Impuestos anuales por unidad*_{elemento i} = Gastos anuales asociados al pago de impuestos, asignados a los elementos del soporte i, en caso de que aplique

*OPEX anual adicional*_{elemento i} = Costos de operación del soporte específicos adicionales (exclusivo), asignados a los elementos del soporte i, en caso de que aplique

Es de anotar que la incorporación (o no) de cada uno de los cuatro componentes señalados del OPEX anual por unidad, dependerá de las características propias del caso particular de compartición y de los rubros de costo que apliquen en el respectivo caso. Así, en los casos en que las partes consideren

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 18 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



apropiado definir el OPEX anual por unidad bajo el estándar del Costo Incremental de Compartición (CIC) o bajo el estándar LRIC puro, el componente a considerar será únicamente el de los costos anuales directos por unidad, más el OPEX adicional exclusivo, en caso de que aplique. En los casos en que se determine aplicar el estándar del costo de Oportunidad del Entrante (COE), las partes podrán considerar incluir también, en el cálculo del OPEX total, los componentes de OPEX anual indirecto por unidad e impuestos anuales por unidad de compartición.

2.4 Estimación del costo anual equivalente por unidad de demanda

A continuación, el modelo calcula el costo anual equivalente por unidad de demanda agregando las anualidades calculadas del CAPEX y del OPEX por unidad de compartición. Para esto, el modelo suma los costos de CAPEX calculados anteriormente (en términos de una Anualidad) y el valor del OPEX que se estimó en la sección anterior, con el objetivo de tener la base anual para el cálculo del precio de compartición pasiva total.

El costo total para un año determinado para el servicio de compartición de infraestructura pasiva está entonces dado por la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} \text{Costo anual de compartición}_{\text{elemento } i} \\ = \text{CAPEX anual por unidad}_{\text{elemento } i} + \text{OPEX anual por unidad}_{\text{elemento } i} \end{aligned}$$

Donde,

- Costo anual de compartición* _{elemento i} = Costo anual en pesos de punto de compartición i, por unidad de compartición
- CAPEX Anual por unidad* _{elemento i} = Anualidad mediante la cual se recupera el CAPEX del servicio de compartición en el Punto de Compartición i
- OPEX Anual por unidad* _{elemento i} = OPEX en pesos total asignado a los elementos del soporte i

2.5 Determinación de los precios de compartición

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 19 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024



Finalmente, teniendo en cuenta lo previsto en las Leyes 1341 de 2009 y 1978 de 2019, y considerando la normatividad previamente expedida por la Comisión, el modelo determina el esquema de precios de compartición. En este sentido, el precio mensual mayorista por unidad de compartición de la infraestructura soporte utilizada por un operador se calcula de acuerdo con los siguientes pasos:

En primera medida se debe calcular el valor presente neto del flujo anual de topes tarifarios asociado a cada elemento utilizando en cada caso el WACC correspondiente, y asumiendo un flujo anual constante de AOM durante la vida útil (Vi) de los respectivos elementos en años.

$$VPN = \text{Costo anual de compartición elemento } i \frac{(1 - (1 + WACC_j)^{-Vida\ util_i})}{WACC_j}$$

Donde;

$WACC_j$: Es el valor referente del WACC para el sector j respectivo

$Vida\ util_i$: Corresponde a los años de vida útil del elemento i

Una vez establecido el valor presente neto de los flujos se debe calcular la tarifa mensual de compartición por elemento de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$Precio\ Mes\ soporte\ compartido = VPN * \frac{TDM_j}{1 - (1 + TDM_j)^{-meses\ vida\ util_i}}$$

Donde;

TDM_j : Es el valor de la Tasa de Descuento Mensualizada para el sector j respectivo

$Meses\ Vida\ util_i$: Corresponde a los meses de vida útil del elemento i

Guía de referencia para la negociación de la contraprestación económica por compartición de infraestructuras.		Página 20 de 20
	Revisado por: Coordinación de Innovación y Prospectiva Regulatoria	Fecha de revisión: 26/12/2024
Versión No. 4	Aprobado por: Relacionamiento con Agentes	Fecha de vigencia: 01/07/2024