



CNMC

COMISIÓN NACIONAL DE LOS  
MERCADOS Y LA COMPETENCIA

**MEMORIA EXPLICATIVA DE LA  
PROPUESTA DE METODOLOGÍA  
DE CÁLCULO DEL AJUSTE A  
REALIZAR EN LA RETRIBUCIÓN  
ANUAL DE LAS EMPRESAS DE  
TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN  
DE ENERGÍA ELÉCTRICA POR  
EL EMPLEO DE FIBRA ÓPTICA  
EN LA REALIZACIÓN DE  
ACTIVIDADES DIFERENTES AL  
TRANSPORTE Y LA  
DISTRIBUCIÓN DE  
ELECTRICIDAD**

**RDC/DE/003/22**

XX de XX de 2023

[www.cnmc.es](http://www.cnmc.es)

## ÍNDICE

<b>1. OBJETO .....</b>	<b>9</b>
<b>2. ANTECEDENTES.....</b>	<b>9</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LA TRAMITACIÓN .....</b>	<b>11</b>
<b>4. ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA.....</b>	<b>12</b>
<b>4.1. Empleo de activos y recursos regulados en la realización de     actividades diferentes al transporte y la distribución de electricidad.....</b>	<b>12</b>
<b>4.2. Caracterización del mercado.....</b>	<b>15</b>
<b>4.3. Operaciones empresariales relativas a la fibra óptica .....</b>	<b>18</b>
4.3.1. RED ELÉCTRICA.....	19
4.3.2. ENDESA.....	19
4.3.3. IBERDROLA.....	19
<b>4.4. Configuraciones físicas de fibra óptica desplegada en líneas aéreas     y subterráneas de energía eléctrica.....</b>	<b>20</b>
4.4.1. Instalaciones aéreas.....	20
4.4.2. Instalaciones subterráneas.....	21
4.4.3. Niveles de tensión .....	23
<b>4.5. Metodologías para el tratamiento de los ingresos obtenidos por la     utilización de activos regulados en actividades conexas .....</b>	<b>23</b>
<b>4.6. Tratamiento relativo a la utilización de activos regulados de     transporte y distribución eléctrica en actividades conexas por parte     de otros reguladores energéticos europeos.....</b>	<b>25</b>
<b>5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>5.1. Cálculo del ajuste.....</b>	<b>27</b>
5.1.1. Ajuste por el empleo de infraestructuras ( $A_{j_{infr}}$ ).....	28
5.1.2. Ajuste por el empleo de fibra óptica excedentaria ( $A_{j_{FO}}$ ) .....	31
5.1.3. Ajuste por la utilización de salas eléctricas ( $A_{j_{salas}}$ ).....	34
<b>5.2. Coeficientes de ajuste (Coef<sub>i</sub>).....</b>	<b>35</b>
5.2.1. Líneas subterráneas.....	37
5.2.2. Líneas aéreas.....	46

<b>5.3. Coste promedio anual de la fibra óptica para el sistema eléctrico (CostejFO).....</b>	<b>58</b>
5.3.1. Costes del cable de fibra óptica .....	59
5.3.2. Costes de tendido e instalación del cable de fibra óptica .....	60
5.3.3. Costes de operación y mantenimiento del cable de fibra óptica.....	63
5.3.4. Costes de reacondicionamiento de infraestructuras para la instalación de fibra óptica .....	64
5.3.5. Cálculo del coste promedio anual de la fibra óptica para el sistema eléctrico (CostejFO) .....	68
<b>5.4. Ajuste por el empleo de subestaciones y centros de transformación para la ubicación de equipos asociados a la fibra óptica (Aj<sub>salas</sub>).....</b>	<b>72</b>
<b>6. Impacto económico de la propuesta de metodología.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXO I. CÁLCULO DEL PARÁMETRO “Rel” .....</b>	<b>77</b>
<b>1. CÁLCULO DEL PARÁMETRO “Rel” EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS .....</b>	<b>77</b>
1.1 Distribución eléctrica.....	77
1.2 Transporte eléctrico .....	87
<b>2. CÁLCULO DEL PARÁMETRO “Rel” EN LÍNEAS AÉREAS .....</b>	<b>89</b>
2.1 Distribución eléctrica.....	89
2.2 Transporte eléctrico .....	95

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Número de km de infraestructura con FO instalada y número de km de FO propiedad de las empresas .....	17
Tabla 2. Niveles de tensión y porcentaje de líneas aéreas y subterráneas de la red de transporte y distribución en 2022 .....	23
Tabla 3. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de distribución .....	39
Tabla 4. Porcentaje de costes asociados al conductor eléctrico y a su tendido respecto al total “% <sub>cond</sub> ” para líneas subterráneas de distribución.....	39
Tabla 5. Coeficientes <i>Coefi</i> (%) para líneas subterráneas de distribución.....	40
Tabla 6. Coeficientes utilizados por ENDESA en su documento “ <i>Baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica para líneas subterráneas</i> ” .....	42
Tabla 7. Precios indicados por el Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA (junio 2023) para uso compartido de canalizaciones .....	43
Tabla 8. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de transporte .....	44
Tabla 9. Porcentaje de costes asociados al conductor eléctrico y a su tendido respecto al total “% <sub>cond</sub> ” para líneas subterráneas de transporte.....	45
Tabla 10. Coeficientes <i>Coefi</i> (%) para líneas subterráneas de transporte.....	45
Tabla 11. Cálculo del coeficiente promedio y del coste promedio a aplicar a las líneas subterráneas de transporte que albergan FO (%) .....	46
Tabla 12. Relación promedio “ <i>Rel</i> ” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de distribución .....	49
Tabla 13. Porcentaje de costes asociados al conductor y a su tendido respecto al total “% <sub>cond</sub> ” para líneas aéreas de distribución de tipología símplex .....	50
Tabla 14. Porcentaje de costes asociados al conductor y a su tendido respecto al total “% <sub>cond</sub> ” para líneas aéreas de distribución de tipología dúplex .....	51
Tabla 15. Coeficientes <i>Coefi</i> (%) para líneas aéreas de distribución de MAT, AT y MT .....	51
Tabla 16. Coeficientes <i>Coefi</i> (%) para líneas aéreas de distribución de BT .....	55
Tabla 17. Relación promedio “ <i>Rel</i> ” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de transporte de 400 y 220 kV.....	56
Tabla 18. Porcentaje de costes considerado asociado al conductor y a su tendido “% <sub>cond</sub> ” para líneas aéreas de transporte.....	57
Tabla 19. Coeficientes <i>Coefi</i> (%) para líneas aéreas de transporte .....	58
Tabla 20. Recopilación de las respuestas sobre los precios del cable de 48 FO aportados por las distintas empresas de distribución y transporte eléctrico (€/km) .....	59

Tabla 21. Precios promedio del cable de 48 FO obtenidos de la información aportada por las empresas al oficio de petición de información (media simple y media ponderada por el número de km de FO de cada empresa).....	59
Tabla 22. Recopilación de las respuestas sobre los precios de instalación y tendido del cable de 48 FO aportados por las distintas empresas de distribución y transporte eléctrico (€/km) .....	60
Tabla 23. Precios promedio de la instalación y tendido del cable de 48 FO obtenidos de la información aportada por las empresas al oficio de petición de información (media simple y media ponderada por el número de km de FO de cada empresa) .....	60
Tabla 24. Costes indicados por el Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA (junio 2023), para el despliegue de tendido de Fibra Óptica desde la central hasta la primera cámara de registro / arqueta .....	61
Tabla 25. Costes de FO aérea indicados en documentación de REE aplicables para tendidos de FO en líneas existentes.....	62
Tabla 26. Costes de inversión en FO promedio (€/km) calculados con información de SICORE y de documentación de REE. Cable de FO y tendido en líneas existentes .....	63
Tabla 27. Recopilación de las respuestas sobre los costes de operación y mantenimiento anuales del cable de FO (€/km/año) aportados por las distintas empresas.....	63
Tabla 28. Costes promedio de la operación y el mantenimiento (O&M) del cable de FO obtenidos de la información aportada por las empresas al oficio de petición de información (media simple y media ponderada por el número de km de FO de cada empresa) .....	64
Tabla 29. Porcentajes de infraestructura que necesita reacondicionamiento según lo indicado por las empresas (%).....	67
Tabla 30. Costes de reacondicionamiento indicados por las empresas (€/km) .....	67
Tabla 31. Cálculo del coste promedio anual de la FO para el sistema eléctrico <b>CostejFO</b> (€/km). Media simple de los datos aportados por cada empresa .....	69
Tabla 32. Cálculo del coste promedio anual de la FO para el sistema eléctrico <b>CostejFO</b> (€/km). Media ponderada por número de km de FO de cada empresa .....	69
Tabla 33. <b>CostejFO</b> y <b>CostejFO x K</b> (€/km) considerado para el ajuste aplicado a la FO excedentaria cedida. Media simple .....	70
Tabla 34. <b>CostejFO x K</b> (€/km anuales) considerados para el ajuste aplicado a la FO excedentaria cedida. Media ponderada por nº de km.....	70
Tabla 35. Ingresos anuales obtenidos de las respuestas de las distribuidoras al oficio RDC/DE/011/20 (€/km/año) .....	71
Tabla 36. Ingresos anuales estimados REINTEL (€/km/año).....	71
Tabla 37. Precios (€/año y €/m <sup>2</sup> /año) indicados por las empresas para el alquiler de salas para la instalación de equipos relacionados con la FO.....	72
Tabla 38. Compensación anual al sistema eléctrico para contribuir a sufragar los costes de CT y subestaciones cuyo espacio se utiliza para ubicar equipos de telecomunicaciones relacionados con la FO excedentaria que se emplea en la realización de actividades distintas .....	72

Tabla 39. Precios anuales por subestación y por centro de transformación. Baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica de ENDESA .....	73
Tabla 40. Factores de zonas utilizados por TELEFÓNICA.....	73
Tabla 41. Factores Kh utilizados por TELEFÓNICA .....	74
Tabla 42. Impacto económico de la metodología propuesta con los datos aportados por las empresas distribuidoras para año 2021 .....	75
Tabla 43. Impacto económico de la metodología propuesta con los datos aportados por REE para año 2021 .....	76
Tabla 44. Secciones de los tubos de FO de ENDESA .....	83
Tabla 45. Secciones de los tubos de FO de IBERDROLA .....	83
Tabla 46. Secciones de los tubos de FO de HIDROCANTÁBRICO .....	84
Tabla 47. Secciones de los tubos de FO de VIESGO .....	84
Tabla 48. Sección promedio de los tubos de FO considerada para los cálculos .....	85
Tabla 49. Secciones de los tubos de los conductores eléctricos máximas y mínimas encontradas en las especificaciones de ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO .....	86
Tabla 50. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de distribución .....	87
Tabla 51. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de transporte .....	88
Tabla 52. Número de conductores “nº cond” por cada tipo de circuito .....	90
Tabla 53. Pesos de cables OPGW según distintos fabricantes (kg/km).....	90
Tabla 54. Pesos de cables ADSS según distintos fabricantes (kg/km) .....	91
Tabla 55. Pesos del cable OPGW de 48 FO, del cable de tierra convencional (sin FO) y diferencia entre ellos (kg/km) .....	91
Tabla 56. Masas de los conductores eléctricos $m_{\text{cond}}$ más habitualmente utilizados en AT.....	92
Tabla 57. Masas de los conductores eléctricos $m_{\text{cond}}$ de MT .....	93
Tabla 58. Masas de los cables eléctricos $m_{\text{cond}}$ de BT.....	93
Tabla 59. Resumen de las masas consideradas para los conductores eléctricos $m_{\text{cond}}$ (kg/km).....	94
Tabla 60. Relación promedio “Rel” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de distribución .....	94
Tabla 61. Número de conductores por cada tipo de circuito “nº cond” .....	96
Tabla 62. Masas del cable tipo Condor.....	96
Tabla 63. Relación promedio “Rel” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de transporte .....	97

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Flujos económicos de la operación de cesión de la fibra óptica de ENDESA a LYNTIA .....	19
Imagen 2. Flujos económicos de la operación de la cesión de la fibra óptica de IBERDROLA a LYNTIA .....	20
Imagen 3. Esquemas de diferentes tipos de cables de fibra óptica en líneas aéreas.....	21
Imagen 4. Esquema de un cable subterráneo de fibra óptica .....	22
Imagen 5. Detalle de las especificaciones de ENDESA para cable de AT .....	38
Imagen 6. Esquemas de distintos tipos de disposiciones de líneas aéreas. El cable de FO se muestra en naranja .....	48
Imagen 7. Detalle de las especificaciones de ENDESA para líneas subterráneas de AT .....	78
Imagen 8. Detalle de las especificaciones de ENDESA para cables de MT .....	79
Imagen 9. Detalle de las especificaciones de IBERDROLA para cable de AT y MAT .....	79
Imagen 10. Detalle de las especificaciones de IBERDROLA en canalización específica para cable de comunicaciones.....	80
Imagen 11. Detalle de las especificaciones de IBERDROLA para cable de BT y MT .....	80
Imagen 12. Detalle de las especificaciones de HIDROCANTÁBRICO.....	81
Imagen 13. Detalle de las especificaciones de VIESGO de cables subterráneos de AT .....	82
Imagen 14. Esquemas de instalación de FO en canalizaciones subterráneas de simple circuito de REE .....	87
Imagen 15. Esquemas de instalación de FO en canalizaciones subterráneas de doble circuito de REE .....	88
Imagen 16. Esquemas de distintos tipos de disposiciones de líneas aéreas. El cable de FO se muestra en naranja .....	89

## ÍNDICE DE FÓRMULAS

Fórmula 1. Ajuste total en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución eléctricas .....	28
Fórmula 2. Ajuste en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución eléctrica, por el empleo de la infraestructura eléctrica para albergar fibra óptica excedentaria .....	28
Fórmula 3. Coste anual promedio de la infraestructura que se asigna a la fibra óptica .....	29
Fórmula 4. Cálculo del coste promedio anual de la infraestructura tipo i, para el sistema eléctrico .....	30
Fórmula 5. Ajuste en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución eléctrica, por el empleo de fibra óptica excedentaria de su propiedad, en la realización de actividades distintas .....	31
Fórmula 6. Cálculo del coste promedio anual de la fibra óptica de tipología j, para el sistema eléctrico .....	32
Fórmula 7. Ajuste en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica por el empleo de las salas para ubicar en ellos equipos de telecomunicaciones relacionados con la FO excedentaria.....	35
Fórmula 8. Cálculo de coeficientes <b>Coefi</b> .....	36
Fórmula 9. Cálculo del parámetro “Rel” para infraestructuras subterráneas.....	38
Fórmula 10. Cálculo del coste de acceso anual según documento de ENDESA.....	42
Fórmula 11. Cálculo del parámetro “Rel” para líneas aéreas .....	47
Fórmula 12. Cálculo del precio de alta del Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA .....	61
Fórmula 13. Cálculo del precio por salas de TELEFÓNICA .....	73



## 1. OBJETO

En esta Resolución se establece la metodología de cálculo del ajuste a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica por el empleo de fibra óptica en la realización de actividades diferentes al transporte y la distribución de electricidad, de conformidad con lo previsto en el artículo 18 de la Circular 5/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, *por la que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica*, y en el artículo 28 de la Circular 6/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, *por la que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución eléctrica*.

Si bien el alcance de los citados artículos incluye también a otros ingresos conexos, esta metodología se centra exclusivamente en la fibra óptica, atendiendo a su importancia y a su especificidad, que aconsejan el desarrollo de una metodología específica. Todo ello sin perjuicio de que se pueda elaborar, en su caso, otra metodología en relación con otros ingresos conexos.

## 2. ANTECEDENTES

La Circular 5/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de transporte de energía eléctrica, establece en su artículo 18, *“Ajuste retributivo por empleo de activos y recursos regulados en otras actividades”*, lo siguiente:

*“1. En el caso de que los activos que son objeto de retribución conforme a esta circular sean empleados en la realización de actividades diferentes al transporte de electricidad, la retribución anual a percibir por parte de los sujetos transportistas se minorará teniendo en cuenta la contribución de tales activos a las referidas actividades.*

*2. A los efectos de esta minoración de la retribución, la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia determinará mediante resolución, adoptada previo trámite de audiencia, la metodología de ajuste retributivo a realizar. Esta metodología tendrá en cuenta, en todo caso, los costes directos e indirectos de los activos empleados, así como el coste en que, de no mediar el empleo de estos activos, se habría incurrido para poder realizar esas otras actividades. Asimismo, podrán tenerse en cuenta, entre otros factores, el ingreso*

*por las actividades diferentes al transporte, la contribución a dicho ingreso realizada por los activos regulados o las circunstancias que puedan concurrir respecto de las cesiones del uso de los activos entre sociedades de un mismo grupo o terceras sociedades.*

*3. En ningún caso la realización de actividades diferentes al transporte puede suponer un coste adicional para las actividades con una metodología retributiva regulada”.*

De forma análoga, la Circular 6/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución eléctrica, establece en su artículo 28, “Ajuste retributivo por empleo de activos y recursos regulados en otras actividades”, lo siguiente:

*“1. En el caso de que los activos que son objeto de retribución conforme a esta circular sean empleados en la realización de actividades diferentes a la distribución de electricidad, la retribución anual a percibir por parte de los sujetos distribuidores se minorará teniendo en cuenta la contribución de tales activos a las referidas actividades.*

*2. A los efectos de esta minoración de la retribución, la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia determinará mediante resolución, adoptada previo trámite de audiencia, la metodología de ajuste retributivo a realizar. Esta metodología tendrá en cuenta, en todo caso, los costes directos e indirectos de los activos empleados, así como el coste en que, de no mediar el empleo de estos activos, se habría incurrido para poder realizar esas otras actividades. Asimismo, podrán tenerse en cuenta, entre otros factores, el ingreso por las actividades diferentes al transporte, la contribución a dicho ingreso realizada por los activos regulados o las circunstancias que puedan concurrir respecto de las cesiones del uso de los activos entre sociedades de un mismo grupo o terceras sociedades.*

*3. En ningún caso la realización de actividades diferentes a la distribución puede suponer un coste adicional para las actividades con una metodología retributiva regulada”.*

Adicionalmente, ambas Circulares establecen en sendas disposiciones transitorias que, hasta que se apruebe la resolución a la que aluden sus artículos 18 y 28, se considerará en cada caso el 50% de los ingresos anuales obtenidos por el grupo en la realización de actividades diferentes al transporte o distribución de electricidad que empleen activos afectados a las actividades de transporte o

distribución eléctrica, a efectos de minorar el valor anual de la retribución. Se añade, no obstante, que este ajuste se regularizará si, de la resolución a la que aluden los artículos 18 y 28 de las Circulares 5/2019 y 6/2019, respectivamente, resultase un porcentaje inferior de ingresos a considerar.

A este respecto, la Sala de Supervisión Regulatoria de la CNMC, en su sesión de 8 de junio de 2023, sometió a trámite de audiencia la propuesta de “*Resolución por la que se establece la retribución de las empresas titulares de instalaciones de transporte de energía eléctrica para el ejercicio 2020*” (RAP/DE/005/19), en la cual se estableció el ajuste provisional relativo a la fibra óptica excedentaria para dicho ejercicio.

Asimismo, en fecha 16 de septiembre de 2021, la Sala de Supervisión Regulatoria de la CNMC aprobó la “*Resolución por la que se establece el ajuste retributivo correspondiente al ejercicio 2020 a las empresas distribuidoras de energía eléctrica por el empleo de activos y recursos regulados en la realización de actividades diferentes a la distribución de electricidad*” (RDC/DE/011/20).

### **3. DESCRIPCIÓN DE LA TRAMITACIÓN**

Con objeto de recopilar información para elaborar la presente metodología, con fecha 13 de diciembre de 2022, se remitió un oficio de petición de información a las empresas distribuidoras que se identificaron, a partir del expediente RDC/DE/011/20<sup>1</sup>, como aquellas que disponen de fibra óptica excedentaria cedida a terceros, o que albergan fibra óptica propiedad de terceros en sus redes: UFD DISTRIBUCIÓN ELECTRICIDAD, S.A., E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, S.L.U., I-DE REDES INTELIGENTES, S.A.U., HIDROCANTÁBRICO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.A.U., VIESGO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA, S.L., ELECTRICIDAD DE PUERTO REAL, S.A., VALL DE SÓLLER ENERGÍA, S.L.U., ELÉCTRICA BELMEZANA, S.A., ELECTRA CONILENSE, S.L., ELÉCTRICA NUESTRA SEÑORA DE LOS SANTOS, S.L., ELÉCTRICA DEL OESTE, ELÉCTRICAS PITARCH DISTRIBUCIÓN, S.L.U. y ELECTRA DE AUTOL, S.A.U.

---

<sup>1</sup> Resolución de 16 de septiembre de 2021, por la que se establece el ajuste retributivo correspondiente al ejercicio 2020 a las empresas distribuidoras de energía eléctrica por el empleo de activos y recursos regulados en la realización de actividades diferentes a la distribución de electricidad.

Con fecha 14 de diciembre de 2022 se remitió otro oficio de petición de información a la empresa transportista RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U.

Tras conceder la ampliación de plazo a las empresas que lo solicitaron, entre el 19 de enero y el 16 de febrero se han recibido las respuestas a los oficios.

Adicionalmente, debido a que las Circulares 5/2019 y 6/2019 preveían el desarrollo de esta metodología, y la elaboración de la misma estaba contemplada en el Plan de actuaciones de la CNMC para 2023<sup>2</sup>, las empresas y asociaciones interesadas han remitido a la CNMC distintas propuestas e información, que también se han tenido en cuenta en la elaboración de esta metodología.

## **4. ASPECTOS A CONSIDERAR EN LA ELABORACIÓN DE LA METODOLOGÍA**

### **4.1. Empleo de activos y recursos regulados en la realización de actividades diferentes al transporte y la distribución de electricidad**

Determinados activos y recursos con los que se prestan las actividades reguladas del transporte y la distribución de energía eléctrica en la práctica pueden emplearse en cierta proporción para la prestación de otros servicios distintos o actividades conexas.

Este hecho debe ser tenido en cuenta al establecerse la retribución de dichas actividades pues, de lo contrario, ello supondría que una actividad regulada y, por tanto, los consumidores eléctricos, estarían soportando los costes directos e indirectos de la realización de otro tipo de actividades por las que las empresas

---

<sup>2</sup> Plan de actuaciones de la CNMC 2023. Página 41. “Elaborar metodologías retributivas de actividades específicas relacionadas con las actividades reguladas eléctricas y gasistas en desarrollo de las Circulares retributivas aprobadas por la CNMC en 2019, 2020 y 2021. Se trata de elaborar el cálculo del ajuste a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica por el empleo de fibra óptica en la realización de actividades diferentes al transporte y distribución de electricidad”. [Plan de actuaciones 2023 CNMC](#).

reguladas u otras de su grupo empresarial, están obteniendo un ingreso adicional.

En lo que respecta a la actividad de transporte de energía eléctrica, la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, *del Sector Eléctrico*, establece en su artículo 34.1 lo siguiente:

*“1. (...) Asimismo, se considerarán elementos constitutivos de la red de transporte todos aquellos activos de comunicaciones, protecciones, control, servicios auxiliares, terrenos, edificaciones y demás elementos auxiliares, eléctricos o no, necesarios para el adecuado funcionamiento de las instalaciones específicas de la red de transporte antes definida”.*

Esta definición alcanza a la red de fibra óptica necesaria para operar la red de transporte eléctrica.

Por su parte, el artículo 34.5 de la misma Ley permite que las redes de transporte sean utilizadas para realizar actividades de telecomunicaciones para terceros bajo determinadas condiciones, al establecer lo siguiente:

*“5. Sin perjuicio de los requisitos establecidos en la legislación general de las telecomunicaciones, las redes de transporte se podrán utilizar para prestar servicios de comunicaciones electrónicas, siempre que se respete el principio de separación jurídica de actividades, garantizando en todo caso la seguridad del sistema de transporte de energía eléctrica”.*

El artículo 38 de la Ley 24/2013 establece consideraciones análogas en el caso de la actividad de distribución de energía eléctrica:

*“2. (...) Asimismo, se considerarán elementos constitutivos de la red de distribución todos aquellos activos de la red de comunicaciones, protecciones, control, servicios auxiliares, terrenos, edificaciones y demás elementos auxiliares, eléctricos o no, necesarios para el adecuado funcionamiento de las redes de distribución, incluidos los centros de control en todas las partes y elementos que afecten a las instalaciones de distribución”.*

*“7. Sin perjuicio de los requisitos establecidos en la legislación general de las telecomunicaciones, los distribuidores podrán utilizar sus redes para prestar servicios de comunicaciones electrónicas, garantizando en todo caso la seguridad del sistema de distribución de energía eléctrica. En este caso, llevarán en su contabilidad además cuentas separadas que diferencien ingresos y costes imputables estrictamente a estos servicios”.*

Por otro lado, debe tenerse en cuenta que el Real Decreto 330/2016, de 9 de septiembre, *relativo a medidas para reducir el coste del despliegue de las redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad*, establece en su artículo 4 (*Acceso a infraestructuras físicas susceptibles de alojar redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad*) que las empresas deben ceder sus infraestructuras para el despliegue de fibra óptica:

*“2. Los sujetos obligados deberán atender y negociar las solicitudes de acceso a su infraestructura física al objeto de facilitar el despliegue de redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad. (...)*

*3. Cuando un operador que instale o explote redes públicas de comunicaciones electrónicas disponibles al público realice una solicitud razonable, por escrito, de acceso a una infraestructura física a alguno de los sujetos obligados, éste estará obligado a atender y negociar dicha solicitud de acceso, en condiciones equitativas y razonables, en particular en cuanto al precio, con vistas al despliegue de elementos de las redes de comunicaciones electrónicas de alta velocidad.*

*(...)*

*7. Cualquier denegación de acceso deberá justificarse de manera clara al solicitante, en el plazo máximo de dos meses a partir de la fecha de recepción de la solicitud de acceso completa, exponiendo los motivos en los que se fundamenta. La denegación deberá basarse en criterios objetivos, transparentes y proporcionados (...)*

*8. Cualquiera de las partes podrá plantear el conflicto ante la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia cuando se deniegue el acceso o cuando transcurrido el plazo de dos meses mencionado en el apartado 7, no se llegue a un acuerdo sobre las condiciones en las que debe producirse el mismo, incluidos los precios, sin perjuicio del posible sometimiento de la cuestión ante los tribunales”.*

En relación con lo anterior, el RD 330/2016, de 9 de septiembre, considera que son sujetos obligados los propietarios, gestores o titulares de derechos de utilización de infraestructuras físicas susceptibles de alojar redes públicas de comunicaciones, entre los cuales se incluye a los operadores de redes que proporcionen una infraestructura física destinada a prestar un servicio de transporte o distribución de gas y de electricidad.

Cabe destacar que la cesión a terceros de fibra óptica excedentaria, no necesaria para la operación de las redes de transporte y distribución, genera ingresos relevantes para las sociedades que ejercen estas actividades, dado que el precio no se basa en su coste marginal, sino en el precio de mercado que estén dispuestos a satisfacer los operadores de telecomunicaciones, quienes, a su vez, valorarán otras alternativas disponibles, que puedan o no aprovechar otras infraestructuras.

Finalmente, teniendo en cuenta que los consumidores eléctricos sufragan la infraestructura de las actividades de transporte y distribución eléctrica (obra civil, apoyos, conductores, etc.), a través de la cual se realiza el tendido de la fibra óptica, así como la fibra óptica en sí, se considera que estos consumidores se han de beneficiar de estos ingresos, reduciendo así los costes que sufragan.

Por último, es importante señalar que, a partir de la Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, *por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios para instalaciones de distribución eléctrica*, los costes unitarios de cada tipología de línea incluyen ya, de forma expresa, los costes de la fibra óptica. Anteriormente, eran recuperados con cargo a la retribución global de la actividad.

## **4.2. Caracterización del mercado**

Las empresas de transporte y distribución de electricidad cada vez disponen de más tramos de redes eléctricas con fibra óptica (en adelante, también FO). La estructura de propiedad de estas redes de fibra óptica no es única.

En muchos casos, los despliegues se han realizado de forma directa por las empresas reguladas, aunque también se han observado despliegues realizados directamente por empresas del grupo empresarial al que pertenecen. Es habitual que la fibra óptica excedentaria se ceda a una empresa del grupo para que la explote comercialmente. Se han observado cesiones gratuitas de las empresas reguladas a otras empresas de su mismo grupo empresarial, y también cesiones a cambio de un importe económico muy reducido, en comparación con los ingresos de la explotación comercial de la fibra óptica por parte de la empresa del grupo. Además, en los últimos años, esta Comisión ha observado operaciones de cesión de derechos de uso de fibra óptica excedentaria propiedad de empresas reguladas, a terceros fuera de su grupo empresarial.

En otros casos, los despliegues han sido realizados por empresas de telecomunicaciones. La CNMC también ha observado operaciones de cesión de infraestructuras, canalizaciones y conducciones susceptibles de servir de

soporte para redes de fibra óptica desplegada por un tercero, así como cesión de derechos de paso y derechos de acceso a dichas infraestructuras.

Esta cesión a terceros de la fibra óptica excedentaria y de infraestructuras para alojar fibra óptica, genera ingresos para las empresas reguladas y/o para otras empresas del grupo empresarial al que pertenecen.

A efectos de mostrar una visión general, la siguiente tabla recoge en la primera columna los kilómetros aproximados de líneas eléctricas. En la segunda columna, los kilómetros de líneas eléctricas que albergan fibra óptica en 2021, independientemente de la propiedad de la misma (es decir, tanto si es propiedad de la empresa transportista o distribuidora, o de una sociedad de su grupo, o de terceros). Como puede observarse, la proporción de kilómetros de líneas eléctricas de transporte que albergan fibra óptica es mucho más elevada que la de líneas eléctricas de distribución.

En la tercera columna se muestran los kilómetros de fibra óptica propiedad del transportista y las distribuidoras.

En la quinta y sexta columna, se indica el número de subestaciones y de centros de transformación que tienen espacio cedido para ubicar equipos de telecomunicaciones relacionados con la fibra óptica excedentaria.



**Tabla 1. Número de km de infraestructura con FO instalada y número de km de FO propiedad de las empresas**

Nombre empresa	km de red eléctrica	km de infraestructura con FO instalada en 2021 (cedida o no)	km FO propiedad de la empresa en 2021 (cedida o no)	Nº de subestaciones puestas a disposición de terceros para FO en 2021	Número de centros de transformación puestos a disposición de terceros para FO en 2021
REE	45.101	24.609	35.407	658	-
I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES	245.271	10.134	3.923	11	734
EDISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES	316.637	5.394	5.391	105	224
UFD - NATURGY	111.758	3.194	3.300	82	487
HIDROCANTABRICO DISTRIBUCION ELECTRICA	20.364	2.247	1.511	8	312
VIESGO DISTRIBUCION ELECTRICA	21.221 (+9.801 BEGASA)	14.139	1.405	9	2
ELECTRA CONILENSE	326	17	17	0	11
ELECTRA DE AUTOL	86	16	14	0	0
ELECTRICA BELMEZANA	77	10	6	0	0
ELECTRICA DEL OESTE DISTRIBUCION	1.390	187	187	0	19
ELÉCTRICA NUESTRA SEÑORA DE LOS SANTOS	138	5	5	0	0
ELECTRICAS PITARCH DISTRIBUCION	1.207	149	149	0	6
ELECTRICIDAD DE PUERTO REAL	179	45	44	0	0
VALL DE SOLLER ENERGIA	205	67	55	1	67

Fuentes:

“km de red eléctrica”: Empresas distribuidoras: Orden IET/980/2016, de 10 de junio, por la que se establece la retribución de las empresas de distribución de energía eléctrica para el año 2016; REE (2023): <https://www.ree.es/es/datos/transporte>.

*Columnas 3ª a 6ª: información aportada por las empresas en respuesta al oficio de petición de información RDC/DE/003/22.*

Como cuestión particular de carácter relevante a efectos de esta metodología, se señala que REE es propietaria de fibra óptica excedentaria que se encuentra tendida sobre líneas eléctricas de transporte, que fueron adquiridas a empresas distribuidoras [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]. En las operaciones de compraventa, estas empresas distribuidoras conservaron el derecho de uso (no la propiedad) de la fibra óptica excedentaria, por lo que son las empresas distribuidoras, en lugar del transportista, las que comercializan esa fibra óptica. En este caso particular, no resulta posible aplicar un ajuste por el uso de la fibra óptica excedentaria en otras actividades en la retribución del transporte, en la medida en que el transportista no realiza su comercialización. Por otra parte, tampoco resulta posible aplicar un ajuste a las distribuidoras, dado que la fibra óptica no es de su propiedad, ni está tendida sobre infraestructuras de distribución. Considerando todo ello, estos km de fibra óptica no formarán parte de los cálculos realizados en esta metodología.

### **4.3. Operaciones empresariales relativas a la fibra óptica**

A continuación, se detallan las operaciones empresariales relativas a la fibra óptica más significativas.

A partir del análisis de las mismas, que se resume a continuación, se observa que las empresas reguladas, transportista y distribuidoras de energía eléctrica, a pesar de sufragar todos los costes de las infraestructuras a través de las cuales se realiza el tendido de la fibra óptica, y en muchas ocasiones de la propia fibra óptica, no reciben ninguna compensación económica, o bien ésta es de importe muy reducido, que contribuya a sufragar parte de estos costes. Costes que, sin embargo, son repercutidos a los consumidores eléctricos a través de los peajes de acceso a la red, mediante los cuales se sufraga la retribución o ingresos regulados de estas empresas.

Sin embargo, empresas de telecomunicaciones están pagando importes económicos relevantes por el uso de la fibra óptica excedentaria o bien de la infraestructura eléctrica para tender la fibra óptica. Estos importes son retenidos por empresas no reguladas, del mismo grupo empresarial que el transportista y distribuidoras eléctricas, saliendo del perímetro de las actividades reguladas y no contribuyendo a sufragar los costes del transporte y la distribución.

#### 4.3.1. RED ELÉCTRICA

La fibra óptica excedentaria propiedad del transportista, RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U. (REE), es explotada comercialmente por una sociedad del mismo grupo empresarial, RED ELÉCTRICA INFRAESTRUCTURAS DE TELECOMUNICACIÓN, S.A. (REINTEL), sin que REE reciba ninguna compensación económica por ello.

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

#### 4.3.2. ENDESA

El 19 de diciembre de 2019, ENDESA INGENIERÍA (sociedad del grupo ENDESA), firmó un contrato con LYNTIA NETWORKS, S.A. (LYNTIA), para la cesión de los derechos de uso de la fibra óptica excedentaria propiedad de E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES, así como de la fibra óptica excedentaria propiedad de RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA, S.A.U., sobre la que ENDESA mantuvo el derecho de uso y cesión a terceros cuando vendió su red de transporte.

La siguiente imagen muestra los flujos económicos derivados de la operación. Como puede observarse, se trata de una operación que supera los 130 millones €, y en la que una empresa no regulada del grupo, ENDESA INGENIERÍA, retiene la mayor parte de los ingresos que proceden de LYNTIA.

**Imagen 1. Flujos económicos de la operación de cesión de la fibra óptica de ENDESA a LYNTIA**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Elaboración propia a partir de información aportada por ENDESA*

#### 4.3.3. IBERDROLA

El 6 de agosto de 2019, IBERDROLA ESPAÑA, S.A., I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A. e IBERDROLA GENERACIÓN, S.A. cedieron el derecho de uso de su red de fibra óptica excedentaria a LYNTIA, por

un importe de 260 millones €. De este importe, I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES sólo recibió [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], según se muestra en la siguiente imagen.

**Imagen 2. Flujos económicos de la operación de la cesión de la fibra óptica de IBERDROLA a LYNTIA**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Elaboración propia a partir de información aportada por IBERDROLA*

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

#### **4.4. Configuraciones físicas de fibra óptica desplegada en líneas aéreas y subterráneas de energía eléctrica**

En este apartado, se describen las distintas tipologías de cables aéreos y subterráneos de fibra óptica que se instalan en las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, según información disponible de las empresas.

##### **4.4.1. Instalaciones aéreas**

###### Tipos de cables aéreos de fibra óptica:

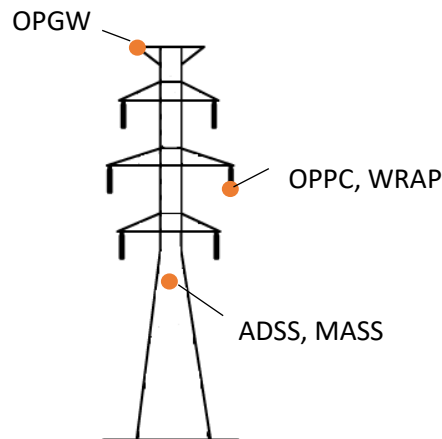
Los tipos de cables aéreos de fibra óptica que se instalan en las líneas de transporte y distribución de energía eléctrica pueden ser de los siguientes tipos:

- OPGW (*Optical Ground Wire*): se trata de un cable que lleva la fibra óptica en el cable de tierra que protege la línea.
- ADSS (*All-dielectric self-supporting*) o FOADK: es un cable autoportado no metálico, suspendido directamente entre dos torres o postes. Se instala debajo de las fases más bajas.
- CADFO o WRAP: son dieléctricos adosados de fibra óptica. El cable de fibra óptica se enrolla alrededor del conductor de fase. En general, se utiliza únicamente en baja tensión.
- OPPC (*Optical Phase Conductor*): se trata de un cable que lleva la fibra óptica en un conductor de fase.

- **MASS:** es un cable autoportado metálico suspendido directamente entre dos torres o postes.

A continuación, se muestran esquemas simplificados de su instalación.

**Imagen 3. Esquemas de diferentes tipos de cables de fibra óptica en líneas aéreas**



*Fuente: Elaboración propia*

De acuerdo con la información disponible de las empresas, así como según la información técnica analizada, en la práctica se utilizan fundamentalmente los tipos de cable OPGW y ADSS o FOADK.

Conforme a la información disponible, las empresas distribuidoras utilizan generalmente cable ADSS para instalar fibra óptica en las líneas de baja y media tensión, y cable OPGW para instalar fibra óptica en líneas de alta y muy alta tensión. REE emplearía OPGW, al tener únicamente alta y muy alta tensión.

#### Otras infraestructuras aéreas:

La infraestructura aérea también está formada por torres y postes, que se dimensionan para resistir el peso de los cables que soportan.

También se han observado cesiones de espacio para instalar elementos de telecomunicaciones en subestaciones y centros de transformación.

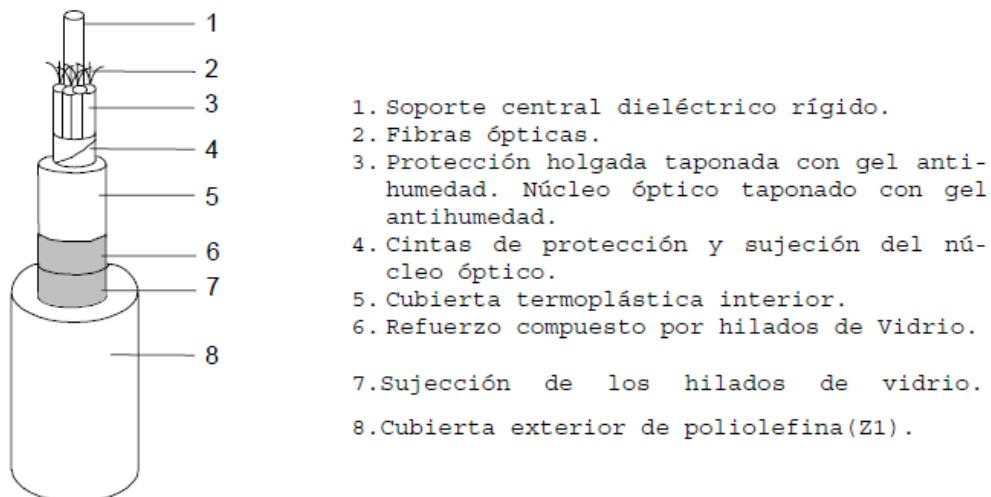
#### **4.4.2. Instalaciones subterráneas**

Según las especificaciones de las compañías eléctricas, salvo en casos muy concretos, prácticamente la totalidad de los cables subterráneos, tanto eléctricos como de fibra óptica, se instalan en conductos.

### Cables subterráneos de fibra óptica:

Los cables subterráneos de fibra óptica son cables de diferente número de fibras (12, 16, 24, 48, 90, 96, 144, etc.) que están protegidos por diferentes recubrimientos aislantes y protectores.

**Imagen 4. Esquema de un cable subterráneo de fibra óptica**



*Fuente: Especificaciones técnicas de IBERDROLA*

### Tipos de conductos:

Por lo que se deduce de las especificaciones técnicas consultadas, la mayoría de las compañías, entre las que se incluyen ENDESA e IBERDROLA, no permiten que los cables eléctricos y los cables de fibra óptica discurren por el mismo tubo.

En las especificaciones analizadas y en la información remitida por las empresas, para el cable eléctrico se utilizan principalmente conductos de diámetros de 160 y 200 mm. Si bien algunas empresas también emplean conductos de diámetros de 250, 315, 110, 90, 63 mm e incluso inferiores.

Para los cables de fibra óptica, se suelen emplear conductos de menor tamaño que para los conductores eléctricos, pero su diámetro varía según la compañía: pueden ser tubos individuales de 63 mm o superiores, tritubos (tres tubos juntos) de 50 ó 40 mm, o tetratubos (cuatro tubos juntos) de 40 mm, entre otros.

#### 4.4.3. Niveles de tensión

Los niveles de tensión considerados a efectos de esta metodología son los siguientes:

**Tabla 2. Niveles de tensión y porcentaje de líneas aéreas y subterráneas de la red de transporte y distribución en 2022**

	Niveles de tensión	U (kV)	Porcentaje de líneas aéreas	Porcentaje de líneas subterráneas
<b>Transporte</b>			98,4%	1,6%
<b>Distribución</b>	<b>MAT</b>	$U > 123$	96,9%	3,1%
	<b>AT</b>	$36 < U \leq 123$	93%	7%
	<b>MT</b>	$1 < U \leq 36$	67,6%	32,4%
	<b>BT</b>	$U \leq 1$	57%	43%

Fuente: Información disponible en la CNMC

#### 4.5. Metodologías para el tratamiento de los ingresos obtenidos por la utilización de activos regulados en actividades conexas

De modo general, la teoría económica establece dos orientaciones metodológicas alternativas para el tratamiento de los ingresos obtenidos por la utilización de activos regulados en actividades conexas: las denominadas metodologías *single-till* y *dual-till*.

El mecanismo *single-till* o de caja única supone descontar de los ingresos regulados una parte de los ingresos o beneficios obtenidos de la actividad conexas. Por su parte, el mecanismo *dual-till* o de caja doble descuenta de los ingresos regulados el coste de los activos empleados en la actividad conexas.

Así, mientras que con la metodología *single-till* los ingresos o beneficios de la actividad conexas se tienen en cuenta a la hora de calcular la minoración retributiva de la actividad regulada (caja única), en el caso de la metodología *dual-till* no se tienen en cuenta los ingresos o beneficios obtenidos de la actividad conexas, existiendo cajas separadas entre la actividad regulada y la actividad conexas.

La literatura económica no se decanta por ninguno de estos mecanismos en concreto, señalando ventajas e inconvenientes en ambos casos. En particular, la necesaria separación de costes a realizar en un mecanismo de tipo *dual-till* entre actividades conexas y reguladas podría reducir la eficiencia en la fijación de los precios, al evitar que se optimice la recuperación de los costes de los dos tipos de actividades. Por tanto, en caso de que sea difícil distinguir entre los costes de las actividades conexas y los de las actividades reguladas, un mecanismo de tipo *single-till* sería preferible sobre el *dual-till* dado que podría incurrirse en errores de asignación de los mismos. No obstante, en el caso de la metodología *single-till*, resulta necesario determinar el porcentaje de ingresos o beneficios de la actividad conexas que se tendrán en cuenta en la minoración retributiva de la actividad regulada.

Por su parte, el mecanismo *dual-till* se asocia con una mayor eficiencia en la fijación de los precios siempre que sea posible distinguir entre ambos tipos de actividades, si bien se trata de una metodología que tiene una complejidad mayor y en la que el ajuste retributivo no dependería de los ingresos o beneficios obtenidos de la actividad conexas, los cuales pueden ser variables.

En esta propuesta de metodología se ha optado por el mecanismo *dual-till*, debido a que las distintas estructuras de propiedad encontradas de la fibra óptica en redes eléctricas, así como la explotación directa o a través de empresas del grupo de la fibra óptica excedentaria, conllevaban unos ingresos muy dispares entre unas empresas y otras, con lo que el mecanismo *single-till*, al estar basado en los ingresos, implicaría ajustes también muy dispares. Por ello, en este caso se ha considerado más homogéneo y que refleja más fielmente el objetivo de este ajuste recogido en las correspondientes Circulares, utilizar el mecanismo de *dual-till*, a efectos de procurar la menor asimetría posible en la aplicación de la metodología. Adicionalmente, se considera que este enfoque incentiva mejor el uso de las infraestructuras eléctricas para el despliegue de la fibra óptica.

Esta metodología *dual-till* se aplicará sobre los tres tipos de activos empleados en la actividad conexas por parte de las empresas de transporte y distribución eléctrica: la fibra óptica excedentaria, las infraestructuras eléctricas utilizadas para el despliegue de la FO excedentaria, y las subestaciones y centros de transformación empleados para la ubicación de equipos asociados a la FO excedentaria.



## 4.6. Tratamiento relativo a la utilización de activos regulados de transporte y distribución eléctrica en actividades conexas por parte de otros reguladores energéticos europeos

Otros reguladores energéticos europeos también aplican ajustes retributivos sobre los ingresos obtenidos por la comercialización de la fibra óptica excedentaria propiedad de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica.

En el caso de Italia, se ha venido aplicando en el último periodo regulatorio un *profit-sharing* del 50% sobre los ingresos obtenidos por la empresa transportista asociados a la cesión de su fibra óptica excedentaria.

De cara a la actualización de la regulación tarifaria de los servicios de transporte, distribución y medida de energía eléctrica para el semiperiodo regulatorio 2020-2023, el regulador italiano (ARERA) lanzó en julio de 2019 un documento para consulta pública<sup>3</sup> en el que proponía, en relación con los ingresos netos derivados del uso de las infraestructuras de transporte y distribución de energía eléctrica para otros propósitos, el establecimiento de un *profit-sharing* simétrico con el doble objetivo, según se especifica en el punto 4.20 y en el capítulo 6 de dicho documento, de compensar por una parte a los usuarios del sistema eléctrico por el empleo por parte de los operadores de este sector de las infraestructuras eléctricas para fines distintos al servicio eléctrico, y por otra parte, de proporcionar a dichos operadores un incentivo para que se comprometan y participen activamente en el desarrollo de este tipo de actividades complementarias al retener parte del beneficio obtenido. Se sostiene asimismo que dicho mecanismo de *profit-sharing* resulta conforme con la legislación europea.

Posteriormente, en el mes de noviembre de 2019, ARERA publicó una nueva versión del documento de consulta pública<sup>4</sup> en la que, tras haber evaluado las

---

<sup>3</sup> “Documento per la consultazione 318/2019/R/EEL. Criteri per l’aggiornamento infra-periodo della regolazione tariffaria relativa ai servizi di distribuzione e misura dell’energia elettrica” (<https://www.arera.it/allegati/docs/19/318-19.pdf>).

<sup>4</sup> “Documento per la consultazione 481/2019/R/EEL. Criteri per l’aggiornamento infra-periodo della regolazione tariffaria relativa ai servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell’energia elettrica. Orientamenti finali” (<https://www.arera.it/it/docs/19/481-19.htm>).

alegaciones y comentarios recibidos sobre este aspecto y después de analizar los datos aportados por los operadores, se reafirma en la conveniencia de aplicar un mecanismo de reparto de los ingresos derivados del uso de las infraestructuras eléctricas para otros propósitos, de forma simétrica entre empresa y clientes finales, por los mismos motivos expuestos en el anterior documento de consulta pública (punto 4.16 y capítulo 7).

En consecuencia, en fecha 27 de diciembre de 2019, el regulador italiano ARERA aprobó finalmente la correspondiente actualización de su regulación tarifaria de los servicios de transporte, distribución y medida de energía eléctrica para el semiperiodo regulatorio 2020-2023, “*Deliberazione 27 dicembre 2019 568/2019/R/EEL. Aggiornamento della regolazione tariffaria dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell’energia elettrica per il semiperiodo di regolazione 2020-2023*”<sup>5</sup>, en la cual se mantiene para el periodo 2020-2023 el establecimiento de un *profit-sharing* del 50% sobre los ingresos obtenidos por la empresa transportista por el empleo de su infraestructura para fines distintos al servicio eléctrico.

Por su parte, los Países Bajos aplican incluso un criterio más estricto que Italia, ya que su regulador energético ACM deduce el 100% de los ingresos que el transportista recibe por la cesión de su fibra óptica excedentaria de su base de costes (OPEX). Dicho ajuste se encuentra recogido en el artículo 99 de las reglas de la contabilidad regulatoria aprobadas por ACM, conforme a las cuales la empresa transportista de dicho país, TenneT, debe presentar su información regulatoria de costes<sup>6</sup>. De acuerdo con dicho artículo, cualquier otro tipo de ingreso ajeno a los derivados de la propia realización de la actividad de transporte de energía eléctrica que TenneT obtenga, debe ser deducido de sus costes de operación.

Cabe destacar asimismo el caso de Lituania, cuyos TSOs y DSOs del sector eléctrico realizan inversiones en redes de fibra óptica que emplean tanto para actividades reguladas como no reguladas. A este respecto, el regulador lituano

---

<sup>5</sup> “*Deliberazione 27 dicembre 2019 568/2019/R/EEL. Aggiornamento della regolazione tariffaria dei servizi di trasmissione, distribuzione e misura dell’energia elettrica per il semiperiodo di regolazione 2020-2023*” (<https://www.arera.it/it/docs/19/568-19.htm>).

<sup>6</sup> “*Regulatorische accountingregels (RAR) TenneT 2017/2018*” (<https://www.acm.nl/nl/publicaties/regulatorische-accountingregels-rar-tennet-2017-2018>).

descuenta el 50% de los ingresos obtenidos en dichas actividades no reguladas de la retribución del TSO o DSO correspondiente.

Durante la elaboración de esta propuesta, se ha recibido la siguiente información sobre el tratamiento de otros reguladores europeos, por parte de empresas interesadas:

- Una empresa ha indicado a la CNMC que, en Alemania, de acuerdo con la ley DigiNetzG<sup>7</sup>, publicada en noviembre de 2016, los ingresos que obtengan los propietarios u operadores de redes de servicios públicos por el uso compartido de sus redes que excedan los costes adicionales incurridos por facilitar dicho uso compartido, se excluyen de la base de cálculo de sus tarifas finales. No se ha encontrado si existe una metodología para calcular estos costes adicionales. Según indica la citada empresa, los operadores deben justificar adecuadamente al regulador los costes adicionales antes de cada periodo regulatorio; y si no lo hacen, el regulador les impone un reparto del 50% de los ingresos durante el periodo regulatorio.
- En Portugal, según ha indicado una empresa a la CNMC, en el cálculo del RAB, se excluye el coste incremental de las fibras excedentarias que son explotadas para el negocio de telecomunicaciones. El operador de telecomunicaciones (una empresa del mismo grupo) sufraga íntegramente los costes de inversión de la fibra excedentaria y a cambio retiene la totalidad de los flujos económicos asociados a su explotación. No se ha encontrado información de cómo calculan los costes de inversión de la FO excedentaria.

## 5. PROPUESTA DE METODOLOGÍA

A continuación, se enuncia la propuesta de metodología.

### 5.1. Cálculo del ajuste

Aj será el ajuste (€/año) a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, por el uso de la fibra óptica en actividades conexas.

---

<sup>7</sup> “Gesetz zur Erleichterung des Ausbaus digitaler Hochgeschwindigkeitsnetze (DigiNetzG) vom 4. November 2016”.

Se calcula a partir de la suma de tres términos, según la Fórmula 1:

**Fórmula 1. Ajuste total en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución eléctricas**

$$Aj = Aj_{infr} + Aj_{FO} + Aj_{salas}$$

Donde:

- $Aj_{infr}$  es el ajuste (€/año) a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, por el empleo de la infraestructura de transporte y distribución de energía eléctrica para albergar fibra óptica excedentaria, de su propiedad o de terceros, que se emplea en la realización de actividades distintas.
- $Aj_{FO}$  es el ajuste (€/año) a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, por el empleo de fibra óptica excedentaria de su propiedad en la realización de actividades distintas.
- $Aj_{salas}$  es el ajuste (€/año) a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, por el empleo de las salas (subestaciones y centros de transformación) para ubicar en ellos equipos de telecomunicaciones relacionados con la FO excedentaria que se emplea en la realización de actividades distintas al transporte y la distribución.

**5.1.1. Ajuste por el empleo de infraestructuras ( $Aj_{infr}$ )**

El término  $Aj_{infr}$  se calcula a partir de la siguiente Fórmula 2. En el apartado 5.2 se muestra la información a utilizar para el cálculo de los términos de dicha fórmula.

**Fórmula 2. Ajuste en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución eléctrica, por el empleo de la infraestructura eléctrica para albergar fibra óptica excedentaria**

$$Aj_{infr} = \sum_{i=1}^n L_i \times Coste_i^{infr FO} \times c_i^{infr}$$

Donde:

- $Aj_{infr}$  es el ajuste (€/año) a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, por el empleo de la infraestructura de transporte y distribución de energía eléctrica para albergar

fibra óptica excedentaria, de su propiedad o de terceros, que se emplea en la realización de actividades distintas.

- $i$  es la segmentación de instalaciones a efectos del cálculo del ajuste. Se corresponde con las instalaciones tipo de la Orden IET/2659/2015, de 11 de diciembre<sup>8</sup>, para el transporte eléctrico, y de la Orden IET/2660/2015<sup>9</sup>, de 11 de diciembre, para la distribución eléctrica, o normativa que las sustituya.
- $n$  es el número de instalaciones tipo  $i$  que albergan fibra óptica.
- $L_i$  es el número de km de línea aérea o subterránea del tipo  $i$  que alberga fibra óptica. Se tomará el valor del año  $a$  para el cálculo del ajuste en la retribución del año  $a+2$ .
- $c_i^{infr}$  es el porcentaje (%) de la fibra óptica instalada en cada instalación tipo  $i$  que es propiedad de terceros, o que está cedida a terceros. Se calculará para cada tramo, como el número de pares de fibra óptica propiedad de terceros, o cedidos a terceros, dividido entre el número de pares de fibra instalados en dicho tramo. Se obtendrá el promedio para cada instalación tipo  $i$ , ponderando los valores de cada tramo en función de los kilómetros del mismo, respecto al total  $L_i$ .
- $Coste_i^{infr FO}$  (€/km) es un valor que representa el coste anual promedio de la infraestructura del tipo  $i$  para el sistema eléctrico, asignado a la FO. Se calcula según la Fórmula 3.

**Fórmula 3. Coste anual promedio de la infraestructura que se asigna a la fibra óptica**

$$Coste_i^{infr FO} = Coef_i \times Coste_i^{infr}$$

---

<sup>8</sup> Orden IET/2659/2015, de 11 de diciembre, *por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de inversión y de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado que se emplearán en el cálculo de la retribución de las empresas titulares de instalaciones de transporte de energía eléctrica.*

<sup>9</sup> Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, *por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de inversión, de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado y los valores unitarios de retribución de otras tareas reguladas que se emplearán en el cálculo de la retribución de las empresas distribuidoras de energía eléctrica, se establecen las definiciones de crecimiento vegetativo y aumento relevante de potencia y las compensaciones por uso y reserva de locales.*

Donde:

- $Coef_i$  es el coeficiente de ajuste (%), de cada tipo i. Representa el % de la infraestructura eléctrica que es utilizado por la fibra óptica. Se calcula en el apartado 5.2.
- $Coste_i^{infr}$  (€/km) es un valor que representa el coste promedio anual de la infraestructura tipo i para el sistema eléctrico.

Se utiliza un cálculo simplificado, a partir de los valores unitarios de inversión y de operación y mantenimiento, considerando una vida útil regulatoria de 40 años, y que todas las instalaciones están a mitad de su vida útil (tanto las nuevas, como las que estén cerca del final), y sin aplicar parámetros retributivos específicos por empresa ni por instalación. Es decir, se aplicaría la siguiente Fórmula 4:

**Fórmula 4. Cálculo del coste promedio anual de la infraestructura tipo i, para el sistema eléctrico**

$$Coste_i^{infr} = \left( \frac{VRI_i}{40} + TRF * \frac{VRI_i}{2} + VROM_i \right)$$

Este cálculo tiene la ventaja de que es sencillo, transparente y permite a las empresas conocer con exactitud el ajuste que se realizará, sin esperar al cálculo de la retribución.

Donde:

- TRF es la tasa de retribución financiera de las actividades de transporte y distribución eléctrica. Es la establecida en la Circular 2/2019<sup>10</sup>, de 12 de noviembre, o norma que la sustituya. Es un 5,58% para el período regulatorio actual.
- $VRI_i$  son los valores de inversión de cada instalación tipo i establecidos en la Orden IET/2659/2015, de 11 de diciembre, para el transporte eléctrico, y en la Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, para la distribución eléctrica, o normativa que los sustituya.

---

<sup>10</sup> Circular 2/2019, de 12 de noviembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se establece la metodología de cálculo de la tasa de retribución financiera de las actividades de transporte y distribución de energía eléctrica, y gasificación, transporte y distribución de gas natural.

- VROM<sub>i</sub> son los valores de operación y mantenimiento de cada instalación tipo *i* establecidos en la Circular 7/2019, de 5 de diciembre<sup>11</sup>, para el transporte eléctrico, y en la Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, para la distribución eléctrica.

### 5.1.2. Ajuste por el empleo de fibra óptica excedentaria (Aj<sub>FO</sub>)

El ajuste por el empleo de fibra óptica excedentaria (Aj<sub>FO</sub>) se basa en los costes que supone el cable de fibra óptica y su instalación y operación y mantenimiento.

El término Aj<sub>FO</sub> se calcula a partir de la Fórmula 5. En el apartado 5.3 se muestra la información disponible para el cálculo de los términos de dicha fórmula.

**Fórmula 5. Ajuste en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución eléctrica, por el empleo de fibra óptica excedentaria de su propiedad, en la realización de actividades distintas**

$$Aj_{FO} = \sum_{j=1}^n L_j \times Coste_j^{FO} \times c_j^{FO} \times K$$

Donde:

- Aj<sub>FO</sub> es el ajuste (€/año) a realizar en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica, por el empleo de fibra óptica excedentaria de su propiedad en la realización de actividades distintas.
- *j* es la segmentación de fibra óptica a efectos del cálculo del ajuste.  
Como se detalla en el apartado 5.3, se desagrega por la fibra óptica instalada en líneas aéreas o subterráneas; por la tipología de cable de fibra óptica ADSS u OPGW en líneas aéreas; y en función de si se trata de un tendido en una línea nueva, o en líneas existentes.
- *L<sub>j</sub>* es el número de km de fibra óptica de la tipología *j* propiedad de la empresa transportista o distribuidora. Se tomará el valor del año *a* para el cálculo del ajuste en la retribución del año *a+2*.

---

<sup>11</sup> Circular 7/2019, de 5 de diciembre, de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, por la que se aprueban las instalaciones tipo y los valores unitarios de referencia de operación y mantenimiento por elemento de inmovilizado que se emplearán en el cálculo de la retribución de las empresas titulares de instalaciones de transporte de energía eléctrica.

- $Coste_j^{FO}$  (€/km) es un valor que representa el coste promedio anual de la fibra óptica de tipología j, para el sistema eléctrico, que se desarrolla en el apartado 5.3.

Se obtiene a partir de un cálculo simplificado, en el que se toma una vida útil de 40<sup>12</sup> años para la fibra óptica, y que toda ella está a mitad de su vida útil (tanto la nueva, como la que está cerca del final). Es decir, se aplicaría la siguiente Fórmula 6:

**Fórmula 6. Cálculo del coste promedio anual de la fibra óptica de tipología j, para el sistema eléctrico**

$$Coste_j^{FO} = \left( \frac{C_{inv_j^{FO}}}{40} + TRF * \frac{C_{inv_j^{FO}}}{2} + C_{OyM_j^{FO}} \right)$$

Donde:

- $C_{inv_j^{FO}}$  (€/km) es el coste de inversión de un cable de fibra óptica de tipología j y su tendido.
- $C_{OyM_j^{FO}}$  (€/km) es el coste de operación y mantenimiento anual de fibra óptica de tipología j.
- $c_j^{FO}$  es el porcentaje (%) de  $L_j$  que está cedida a terceros. Se calculará para cada tramo, como el número de pares de fibra óptica cedidos a terceros, dividido entre el número de pares de fibra propiedad de la empresa en dicho tramo. Se obtendrá el promedio para cada tipología j, ponderando los valores de cada tramo en función de los kilómetros del mismo, respecto al total  $L_j$ .

Para un tramo t:

$$c_t^{FO} = \frac{n^{\circ} \text{ pares FO cedidos a terceros}_t}{n^{\circ} \text{ pares FO}_t}$$

---

<sup>12</sup> Según se establece en la Circular 6/2019 para “Sistemas inteligentes identificados con el CINI «Smart Grids»” serían 12 años, pero como en muchos casos el cable de FO va instalado dentro del cable de tierra, se ha considerado la misma vida útil que para las líneas aéreas.



Donde:

- $n^{\circ}$  pares  $FO_t$  es el número de pares de fibra óptica propiedad de la empresa en un tramo  $t$  de la tipología  $j$ .
- $n^{\circ}$  pares  $FO$  cedidos a terceros  $t$  es el número de pares de fibra óptica cedidos a terceros propiedad de la empresa en un tramo  $t$  de la tipología  $j$ .

Una vez obtenida la proporción anterior para cada tramo  $t$ , se ponderará por el número de km de cada tramo  $t$  para obtener la proporción para cada tipología  $j$ . Es decir:

$$c_j^{FO} = \frac{\sum_t (L_t \times c_t^{FO})}{\sum_t L_t}$$

- $K$  es una constante, que tomará el valor de 0,17. La constante  $K$  se deriva de la siguiente manera:

(1) Expresamos el cálculo de  $Aj_{FO}$  de una forma alternativa:

$$Aj_{FO} = \sum_{j=1}^n L_j \times Coste_j^{FO} \times E \times \frac{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ cedidos a terceros}}{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ excedentarios}}$$

Donde  $E$  es el % del  $Coste_j^{FO}$  que es atribuible a la fibra óptica excedentaria.

(2) Multiplicamos la expresión anterior por una fracción igual a 1,  $\frac{n^{\circ} \text{ pares } FO}{n^{\circ} \text{ pares } FO}$

$$Aj_{FO} = \sum_{j=1}^n L_j \times Coste_j^{FO} \times E \times \frac{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ cedidos a terceros}}{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ excedentarios}} \times \frac{n^{\circ} \text{ pares } FO}{n^{\circ} \text{ pares } FO} =$$

(3) Expresamos la fórmula incorporando el término  $c_j^{FO}$ , que es  $\frac{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ cedidos a terceros}}{n^{\circ} \text{ pares } FO}$

$$Aj_{FO} = \sum_{j=1}^n L_j \times Coste_j^{FO} \times c_j^{FO} \times \left( E \times \frac{n^{\circ} \text{ pares } FO}{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ excedentarios}} \right)$$

(4) Definimos  $K$ :

$$K = E \times \frac{n^{\circ} \text{ pares } FO}{n^{\circ} \text{ pares } FO \text{ excedentarios}} = 0,13 \times \frac{48}{36} = 0,17$$

Donde:

- $E$  es el % del  $Coste_j^{FO}$  que es atribuible a la fibra óptica excedentaria. Para que  $K$  pueda ser una constante, se ha obtenido como el porcentaje de incremento de coste de un cable de fibra óptica de 48 pares, que es el más habitual, respecto del coste de un cable de fibra óptica de 12 pares, que se considera suficiente a efectos de cubrir las necesidades del sistema eléctrico. Este incremento de coste se ha estimado en el 13%<sup>13</sup>.
- $n^{\circ}$  pares FO es el número de pares de fibra óptica propiedad de la empresa en un tramo. A efectos únicamente del cálculo de  $K$ , para que pueda ser una constante, se considerarán 48 fibras, dado que son las del cable de fibra óptica más habitual.
- $n^{\circ}$  pares FO excedentarios es el número de pares de fibra óptica excedentarios propiedad de la empresa en un tramo. A efectos únicamente del cálculo de  $K$ , para que pueda ser una constante, se considerarán 36 fibras, como la diferencia entre las 48 fibras que habitualmente se instalan y las 12 fibras que se consideran suficientes a efectos de cubrir las necesidades del sistema eléctrico.

(5) Finalmente:

$$Aj_{FO} = \sum_{j=1}^n L_j \times Coste_j^{FO} \times c_j^{FO} \times K$$

Donde  $K = 0,17$ .

### 5.1.3. Ajuste por la utilización de salas eléctricas ( $Aj_{salas}$ )

El término  $Aj_{salas}$  se calculará teniendo en cuenta la información aportada por las empresas al oficio de petición de información sobre los precios que cobran a las empresas de telecomunicaciones por ubicar sus equipos en sus salas. El detalle de su cálculo se desarrolla en el apartado 0.

Se aplicará la siguiente Fórmula 7:

---

<sup>13</sup> [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL].

**Fórmula 7. Ajuste en la retribución anual de las empresas de transporte y distribución de energía eléctrica por el empleo de las salas para ubicar en ellos equipos de telecomunicaciones relacionados con la FO excedentaria**

$$Aj_{salas} = S_S^{FO} \times P_S^{FO}$$

Donde:

- $S_S^{FO}$  es la suma (en m<sup>2</sup>) de la superficie en subestaciones y centros de transformación que ha sido cedida para ubicar equipos de telecomunicaciones relacionados con la fibra óptica excedentaria que se emplea en la realización de actividades distintas al transporte y la distribución. Se tomará el valor del año a para el cálculo del ajuste en la retribución del año a+2.
- $P_S^{FO}$  (€/m<sup>2</sup>/año) es la compensación al sistema eléctrico para contribuir a sufragar los costes de la subestación o centro de transformación que se utiliza para ubicar equipos de telecomunicaciones relacionados con la fibra óptica excedentaria que se emplea en la realización de actividades distintas al transporte y la distribución.

## 5.2. Coeficientes de ajuste (Coef<sub>i</sub>)

En este apartado se muestra el desarrollo del cálculo de los coeficientes de ajuste de cada tipo *i*, *Coef<sub>i</sub>*. Para cada tipo de línea aérea o subterránea *i*, se obtiene un coeficiente, que representa el porcentaje de la infraestructura (apoyos, canalizaciones, etc.) que es utilizado por la fibra óptica.

Para repartir los costes de la infraestructura entre los cables eléctricos y los cables de FO se pueden seguir distintos criterios (por masa de los cables, por número de conductores, por sección ocupada, etc.).

Se ha considerado razonable hacer el reparto en las líneas subterráneas por la sección ocupada por los tubos donde van instalados los cables, como se hace en el Acuerdo MARCO<sup>14</sup> que recoge, en el sector de las telecomunicaciones, las condiciones técnicas, económicas y de procedimiento mediante las que

---

<sup>14</sup> Oferta de referencia MARCO. Servicios mayoristas de acceso a las infraestructuras de obra civil de TELEFÓNICA para operadores de redes públicas de comunicaciones electrónicas. Junio 2023.

TELEFÓNICA debe facilitar al resto de operadores el acceso a sus infraestructuras de obra civil como canalizaciones, conductos, registros, arquetas y postes, así como permitirles el despliegue de sus propias redes de fibra óptica. Se ha optado por este enfoque dado que, en las canalizaciones subterráneas, el elemento crítico es el espacio ocupado.

En cambio, para líneas aéreas, resulta más adecuado utilizar la masa de los conductores como criterio para el reparto, ya que los apoyos se dimensionan en base a la masa de las líneas.

Se han utilizado datos (masas, secciones de tubos...) de las especificaciones técnicas de ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO, así como información aportada por REE<sup>15</sup>. También se han obtenido datos de catálogos de fabricantes y de normas UNE.

Este porcentaje de reparto se aplicará al coste promedio de la infraestructura para el sistema eléctrico. Pero no se aplicará en su totalidad, sino que se excluye el porcentaje del coste asociado al conductor eléctrico y a su tendido.

El coeficiente  $Coef_i$  se calcula para cada tipo de línea  $i$  según la siguiente Fórmula 8:

**Fórmula 8. Cálculo de coeficientes  $Coef_i$**

$$Coef_i = Rel * (100 - \%_{cond})$$

---

<sup>15</sup> En los oficios de petición de información enviados a las distribuidoras eléctricas, se hizo constar que se disponía de especificaciones técnicas de algunas empresas distribuidoras que estaban disponibles públicamente. Señalando que, no obstante, podían remitir a la CNMC sus especificaciones técnicas en la respuesta al oficio si lo consideraban oportuno para el desarrollo de la metodología. Así, se ha utilizado la información disponible públicamente y la remitida a la CNMC, siendo ésta la correspondiente a las distribuidoras ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO, y al transportista REE.

Donde:

- *Rel* es el parámetro que mide el porcentaje de infraestructura eléctrica que se le asignaría a la fibra óptica. Sería la relación de secciones del tubo de FO respecto a la sección total de tubos (de cables eléctricos y de cables de FO), en el caso de infraestructuras subterráneas, y de la masa del cable de FO respecto al total de masas (de las líneas aéreas y del cable de FO), en el caso de infraestructuras aéreas. Se indica en las siguientes tablas:
  - En el caso de líneas subterráneas: para distribución eléctrica, en la Tabla 3, y para transporte eléctrico, en la Tabla 8.
  - En el caso de líneas aéreas: para distribución eléctrica, en la Tabla 12 y, para transporte eléctrico, en la Tabla 17.
- $\%_{\text{cond}}$  es el porcentaje de inversión asociado al conductor eléctrico y a su tendido que, por su naturaleza, no puede imputarse a la FO. Se indica en las siguientes tablas:
  - En el caso de líneas subterráneas: para distribución eléctrica, en la Tabla 4 y, para transporte eléctrico, en la Tabla 9.
  - En el caso de líneas aéreas: para distribución eléctrica, en la Tabla 13 y la Tabla 14 y, para el transporte eléctrico, en la Tabla 18.

### 5.2.1. Líneas subterráneas

Según las distintas especificaciones técnicas analizadas, los cables eléctricos y los cables de telecomunicaciones se instalan habitualmente dentro de tubos, no directamente enterrados. Las compañías eléctricas no admiten, en general, que los cables de FO vayan por el mismo tubo que los cables eléctricos, sino que instalan un tubo separado para los cables de FO.

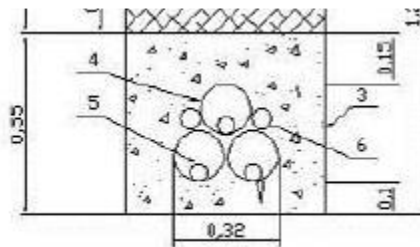
Según el nivel de tensión, la instalación de los conductores eléctricos es distinta. En el caso de MAT y AT se instala cada conductor eléctrico dentro de un tubo distinto, mientras que en MT y BT se instalan los 3 conductores eléctricos de fase (más el neutro si lo hubiera) dentro del mismo tubo. El cable de FO se instala en un tubo distinto:

- **AT y MAT:**
  - *Un conductor eléctrico por tubo. Es decir, en el caso de un circuito, al haber 3 conductores (uno por fase), se instalarían en 3 tubos (cada uno en un tubo distinto).*

- Un cable de FO en otro tubo.
- **MT y BT:**
  - Un circuito (3 conductores (+ neutro)) por tubo.
  - Un cable de FO en otro tubo.

En la Imagen 5 se muestra un ejemplo de instalación para alta tensión:

**Imagen 5. Detalle de las especificaciones de ENDESA para cable de AT**



Fuente: Especificaciones Técnicas Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.:  
KRZ001 Líneas Subterráneas de Alta Tensión.

Nota: El número 4 es el tubo donde va instalado el conductor eléctrico y el número 6 es el tubo donde va instalado el conductor de FO.

Para obtener el parámetro “Rel” en las líneas subterráneas, se asigna un porcentaje del coste a la FO, en función de la sección del tubo/tubos de FO respecto a la sección total de los tubos (suma de la sección de los tubos de los cables eléctricos y de la sección del tubo/tubos de FO) según la Fórmula 9.

**Fórmula 9. Cálculo del parámetro “Rel” para infraestructuras subterráneas**

$$Rel = \frac{\text{Sección tubos FO}}{\text{Sección tubos FO} + \text{Sección tubos cables eléctricos}}$$

### Distribución eléctrica:

En el punto 1.1 del ANEXO I se detallan los datos utilizados y los cálculos realizados para obtener el parámetro “Rel” de las líneas subterráneas de distribución eléctrica, que se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 3. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de distribución**

	Relación secciones “Rel” promedio		
	Simple circuito	Doble circuito	Triple circuito
<b>MAT</b>	2,7%	1,4%	0,9%
<b>AT</b>	5,0%	2,6%	1,7%
<b>MT</b>	8,0%	4,2%	2,8%
<b>BT</b>	14,2%	7,6%	

*Nota: La relación promedio (“Rel”) se obtiene dividiendo la sección del tubo o tubos de FO entre la sección total (sección de los tubos de los conductores eléctricos más la sección del tubo o tubos de FO). En el caso de doble circuito, la sección de los tubos de los cables eléctricos se multiplicaría por 2 y, en el caso de triple circuito, por 3, mientras que la sección de los tubos de FO no cambiaría.*

Según la Fórmula 8, el parámetro “Rel” se multiplica por “100% - %<sub>cond</sub>”.

El valor del parámetro “%<sub>cond</sub>” para el caso de líneas subterráneas de distribución se indica en la Tabla 4. Con este parámetro se detrae el coste que supone el conductor eléctrico y su tendido, ya que se considera que no es un coste que deba imputarse a la fibra óptica.

**Tabla 4. Porcentaje de costes asociados al conductor eléctrico y a su tendido respecto al total “%<sub>cond</sub>” para líneas subterráneas de distribución**

SUBTERRÁNEA	% <sub>cond</sub>		
	Simple	Doble	Triple
LAT 132 kV ≥ U > 66 kV	46%	60%	70%
LAT 66 kV ≥ U > 36 kV	46%	60%	67%
LMT 36 kV ≥ U ≥ 1 kV	25%	43%	51%
LBT < 1 kV	28%	52%	

*Fuente: “Propuesta de valores unitarios de referencia para los costes de inversión y de operación y mantenimiento para las instalaciones de distribución de energía eléctrica” (INF/DE/0027/14). El valor indicado es el porcentaje que representa la cantidad indicada en la Tabla 13 “Componente del valor de referencia de inversión asociado a líneas subterráneas de conductor y otros materiales” del documento INF/DE/0027/14 más la cantidad indicada en la Tabla 14 “Componente del valor de referencia de inversión asociado a líneas subterráneas de*

montaje del conductor” frente al total de costes indicados en la Tabla 18 “Valores unitarios de referencia de inversión propuestos para líneas subterráneas” de dicho documento<sup>16</sup>.

*Nota: Para los circuitos triples, dado que no había información en el documento INF/DE/0027/14 sobre ellos, se han estimado considerando que el incremento de circuito doble a circuito triple sería el coste de un conductor simple extra más su montaje.*

Una vez obtenidos los parámetros  $Rel$  y  $\%_{cond}$ , se aplica la Fórmula 8 para obtener los coeficientes “ $Coef_i$ ”. Los resultados de los “ $Coef_i$ ” obtenidos para cada tipo de línea subterránea de distribución se muestran en la Tabla 5.

**Tabla 5. Coeficientes  $Coef_i$  (%) para líneas subterráneas de distribución**

Tipo	Nivel tensión	Sección	Nº circuitos	Coeficiente $Coef_i$
TI-14UX	U > 123 kV	0 < S ≤ 630	Simple	1,47%
TI-14UY	U > 123 kV	630 < S ≤ 1200	Simple	1,47%
TI-14UZ	U > 123 kV	1200 < S	Simple	1,47%
TI-15UX	U > 123 kV	0 < S ≤ 630	Doble	0,55%
TI-15UY	U > 123 kV	630 < S ≤ 1200	Doble	0,55%
TI-15UZ	U > 123 kV	1200 < S	Doble	0,55%
TI-15AUX	U > 123 kV	0 < S ≤ 630	Triple	0,28%
TI-15AUY	U > 123 kV	630 < S ≤ 1200	Triple	0,28%
TI-15AUZ	U > 123 kV	1200 < S	Triple	0,28%
TI-14VX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S ≤ 630	Simple	2,73%
TI-14VY	123 kV = U > 72,5 kV	630 < S ≤ 1200	Simple	2,73%
TI-14VZ	123 kV = U > 72,5 kV	1200 < S	Simple	2,73%
TI-15VX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S ≤ 630	Doble	1,04%
TI-15VY	123 kV = U > 72,5 kV	630 < S ≤ 1200	Doble	1,04%
TI-15VZ	123 kV = U > 72,5 kV	1200 < S	Doble	1,04%
TI-15AVX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S ≤ 630	Triple	0,53%
TI-15AVY	123 kV = U > 72,5 kV	630 < S ≤ 1200	Triple	0,53%
TI-15AVZ	123 kV = U > 72,5 kV	1200 < S	Triple	0,53%
TI-16UX	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S ≤ 300	Simple	2,73%
TI-16UY	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S ≤ 500	Simple	2,73%

<sup>16</sup> Los costes totales incluyen las siguientes partidas: Obra civil subterránea; conductor y otros materiales; montaje conductor; reparación daños; permisos; ingeniería y supervisión. Se considera por lo tanto que se imputa a la fibra óptica una parte de todos estos costes salvo el de “conductor y otros materiales” y “montaje conductor”.



TI-16UZ	72,5 kV = U > 52 kV	500 < S	Simple	2,73%
TI-17UY	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 300	Doble	1,04%
TI-17UX	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S <= 500	Doble	1,04%
TI-17UZ	72,5 kV = U > 52 kV	500 < S	Doble	1,04%
TI-17AUX	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 300	Triple	0,57%
TI-17AUY	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S <= 500	Triple	0,57%
TI-17AUZ	72,5 kV = U > 52 kV	500 < S	Triple	0,57%
TI-16VX	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 300	Simple	2,73%
TI-16VY	52 kV = U > 36 kV	300 < S <= 500	Simple	2,73%
TI-16VZ	52 kV = U > 36 kV	500 < S	Simple	2,73%
TI-17VY	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 300	Doble	1,04%
TI-17VX	52 kV = U > 36 kV	300 < S <= 500	Doble	1,04%
TI-17VZ	52 kV = U > 36 kV	500 < S	Doble	1,04%
TI-17AVX	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 300	Triple	0,57%
TI-17AVY	52 kV = U > 36 kV	300 < S <= 500	Triple	0,57%
TI-17AVZ	52 kV = U > 36 kV	500 < S	Triple	0,57%
TI-18UX	36 kV = U > 24 kV	0 < S <= 200	Simple	5,96%
TI-18UY	36 kV = U > 24 kV	200 < S <= 300	Simple	5,96%
TI-18UZ	36 kV = U > 24 kV	300 < S	Simple	5,96%
TI-19UX	36 kV = U > 24 kV	0 < S <= 200	Doble	2,37%
TI-19UY	36 kV = U > 24 kV	200 < S <= 300	Doble	2,37%
TI-19UZ	36 kV = U > 24 kV	300 < S	Doble	2,37%
TI-19AUX	36 kV = U > 24 kV	0 < S <= 200	Triple	1,37%
TI-19AUY	36 kV = U > 24 kV	200 < S <= 300	Triple	1,37%
TI-19AUZ	36 kV = U > 24 kV	300 < S	Triple	1,37%
TI-18VX	24 kV = U > 17,5 kV	0 < S <= 200	Simple	5,96%
TI-18VY	24 kV = U > 17,5 kV	200 < S <= 300	Simple	5,96%
TI-18VZ	24 kV = U > 17,5 kV	300 < S	Simple	5,96%
TI-19VX	24 kV = U > 17,5 kV	0 < S <= 200	Doble	2,37%
TI-19VY	24 kV = U > 17,5 kV	200 < S <= 300	Doble	2,37%
TI-19VZ	24 kV = U > 17,5 kV	300 < S	Doble	2,37%
TI-19AVX	24 kV = U > 17,5 kV	0 < S <= 200	Triple	1,37%
TI-19AVY	24 kV = U > 17,5 kV	200 < S <= 300	Triple	1,37%
TI-19AVZ	24 kV = U > 17,5 kV	300 < S	Triple	1,37%
TI-18WX	17,5 kV = U > 12 kV	0 < S <= 200	Simple	5,96%
TI-18WY	17,5 kV = U > 12 kV	200 < S <= 300	Simple	5,96%
TI-18WZ	17,5 kV = U > 12 kV	300 < S	Simple	5,96%
TI-19WX	17,5 kV = U > 12 kV	0 < S <= 200	Doble	2,37%
TI-19WY	17,5 kV = U > 12 kV	200 < S <= 300	Doble	2,37%
TI-19WZ	17,5 kV = U > 12 kV	300 < S	Doble	2,37%

TI-19AWX	17,5 kV = U > 12 kV	0 < S <= 200	Triple	1,37%
TI-19AWY	17,5 kV = U > 12 kV	200 < S <= 300	Triple	1,37%
I-19AWZ	17,5 kV = U > 12 kV	300 < S	Triple	1,37%
TI-18BX	12 kV = U = 1 kV	0 < S <= 100	Simple	5,96%
TI-18BY	12 kV = U = 1 kV	100 < S <= 200	Simple	5,96%
TI-18BZ	12 kV = U = 1 kV	200 < S	Simple	5,96%
TI-19BX	12 kV = U = 1 kV	0 < S <= 100	Doble	2,37%
TI-19BY	12 kV = U = 1 kV	100 < S <= 200	Doble	2,37%
TI-19BZ	12 kV = U = 1 kV	200 < S	Doble	2,37%
TI-19ABX	12 kV = U = 1 kV	0 < S <= 100	Triple	1,37%
TI-19ABY	12 kV = U = 1 kV	100 < S <= 200	Triple	1,37%
TI-19ABZ	12 kV = U = 1 kV	200 < S	Triple	1,37%
TI-20X	U < 1 kV	0 < S < 150	Simple	10,21%
TI-20Y	U < 1 kV	S = 150	Simple	10,21%
TI-21X	U < 1 kV	0 < S < 150	Doble	3,64%
TI-21Y	U < 1 kV	S = 150	Doble	3,64%

Como contraste para estos valores, se pueden utilizar los valores de coeficientes de acceso que utiliza ENDESA en su documento *baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica*. La fórmula empleada por ENDESA es la mostrada en la Fórmula 10:

**Fórmula 10. Cálculo del coste de acceso anual según documento de ENDESA**

$$\text{Coste Acceso} \left( \frac{\text{€}}{\text{km}} \right) = 68,80 + \text{Coef. acceso} * ((\text{VRI}/40) + (\text{VRI} * \% \text{ Coste financiero}) + \text{VROM})$$

*Fuente: Baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica de ENDESA*

Y los coeficientes a incluir en la fórmula anterior son los siguientes:

**Tabla 6. Coeficientes utilizados por ENDESA en su documento “Baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica para líneas subterráneas”**

	Coef. de acceso (%)
Línea subterránea AT	6
Línea subterránea MT	8
Línea subterránea BT	8

*Fuente: Baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica de ENDESA*

Como se observa, los coeficientes del baremo de ENDESA son en general superiores a los calculados en esta metodología.

También como contraste, se puede comparar con los precios indicados por el acuerdo MARCO de TELEFÓNICA:

**Tabla 7. Precios indicados por el Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA (junio 2023) para uso compartido de canalizaciones**

Recurso ocupado	Precio (€ mes/km lineal)	Precio (€ año/km lineal)
<b>Elementos completos</b>		
Subconductor Ø40mm	46,50	558,00
Conductor Ø63mm	130,70	1.568,40
<b>Por sección (cm<sup>2</sup>) ocupada en conductos o subconductos (*)</b>		
En conductor Ø110mm o similar	3,70	44,4/cm <sup>2</sup>
En conductor Ø63mm o similar	10,24	122,88/cm <sup>2</sup>

Realizando el cálculo indicado en la Fórmula 3 con los valores VRI y VROM, se obtienen valores de ajuste en la Península que oscilan entre 1.401 €/km/año (línea subterránea simple, de tensión AT entre 72,5 y 123 kV, de sección superior a 1.200 mm<sup>2</sup> TI-14VZ) y los 180 €/km/año (línea subterránea triple de tensión MT entre 1 y 12 kV, de sección inferior a 100 mm<sup>2</sup>, TI-19ABX). Por lo cual, el valor superior obtenido con esta metodología sería inferior al indicado en el contrato MARCO para un conductor completo de 63 mm<sup>2</sup>.

También se ha efectuado un contraste con los valores que se desprenden de los contratos de las empresas distribuidoras con empresas de telecomunicaciones.

Una empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] remite a los valores del contrato MARCO en su contrato de arrendamiento de la FO excedentaria.

El contrato de la empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] indica un precio de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km/año para el uso de la canalización en B.T. para tender F.O. Este precio incluye el espacio en centros de transformación, mantenimiento, derechos de paso, etc.

Por su parte, la empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], indica en el contrato remitido a la CNMC, un valor de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN

**CONFIDENCIAL**] €/km/año por arrendamiento de canalizaciones en MT y BT en el año 2013, al que habría que sumar el IPC anual.

[**INICIO CONFIDENCIAL**] [**FIN CONFIDENCIAL**] indica en un contrato [**INICIO CONFIDENCIAL**] [**FIN CONFIDENCIAL**] un precio de [**INICIO CONFIDENCIAL**] [**FIN CONFIDENCIAL**] €/km/año por metro lineal de canalización BT, incluyendo el espacio en centros de transformación, mantenimiento, derechos de paso, etc.

Finalmente, [**INICIO CONFIDENCIAL**] [**FIN CONFIDENCIAL**] aportó un contrato [**INICIO CONFIDENCIAL**] [**FIN CONFIDENCIAL**]. Esto daría un precio, simplificado, de [**INICIO CONFIDENCIAL**] [**FIN CONFIDENCIAL**] €/km/año.

Atendiendo a los contrastes realizados, la metodología arroja resultados razonables.

#### Transporte eléctrico:

Según la información aportada por REE, cada conductor del circuito eléctrico se instala dentro de un tubo de 250 mm, mientras que para instalar la FO se utilizan 3 monotubos de 40 mm colocados dentro de un tubo de 160 mm. En cada canalización se instalan dos de estos tubos de 160 mm con 3 monotubos dentro, tanto para circuitos simples como para circuitos dobles.

Para realizar el cálculo de la relación de secciones (parámetro “Rel”), se considera la sección de la pareja de 3 monotubos de 40 mm para la FO y de los tubos de 250 mm para los conductores eléctricos. En el punto 1.2 del ANEXO I se detallan los datos utilizados para obtener el parámetro “Rel” de las líneas subterráneas de transporte eléctrico, que se muestra en la Tabla 8.

**Tabla 8. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de transporte**

Díámetro monotubo FO (mm)	Sección 2x3 monotubos FO (mm <sup>2</sup> ) – simple circuito	Sección 2x3 monotubos FO (mm <sup>2</sup> ) – doble circuito	Díámetro tubo cable eléctrico (mm)	Sección tubo cable eléctrico (mm <sup>2</sup> ) – simple circuito	Sección tubo cable eléctrico (mm <sup>2</sup> ) – doble circuito	Relación secciones – simple circuito	Relación secciones – doble circuito
40	7.540	7.540	250	147.262	294.524	4,9%	2,5%

*Fuente: Información aportada por REE*

*Nota: La relación promedio “Rel” se obtiene dividiendo la sección de los tubos de FO entre la sección total (sección de los tubos de los conductores eléctricos más la sección de los tubos de FO).*

Según la Fórmula 8, el parámetro “Rel” se multiplica por “100% - %<sub>cond</sub>”. El parámetro %<sub>cond</sub> indica el porcentaje del coste total de la instalación que se asocia al conductor y a su tendido.

En el oficio de petición de información con fecha de notificación telemática 19 de diciembre de 2022, se requirió a REE que aportase información, para cada tipo de instalación que albergase FO, del porcentaje medio de costes de inversión que representaría el conductor eléctrico y su tendido respecto al total, según la mejor información de la que dispusiera la sociedad para realizar una estimación razonable. En respuesta a este requerimiento, REE ha aportado información únicamente de dos de las tipologías de líneas más usuales, que ha indicado son las líneas aéreas de 400 kV Tríplex y de 220 kV. No ha aportado ninguna información para las líneas subterráneas.

Ante la ausencia de información para líneas subterráneas, se ha optado por aplicar los mismos valores indicados para distribución en la Tabla 4 para circuitos simples y dobles de MAT. Estos porcentajes se muestran en la Tabla 9.

**Tabla 9. Porcentaje de costes asociados al conductor eléctrico y a su tendido respecto al total “%<sub>cond</sub>” para líneas subterráneas de transporte**

Tipo línea subterránea	% conductor y tendido
Simple circuito	46%
Doble circuito	60%

*Fuente: Valores para distribución eléctrica.*

Una vez obtenidos los parámetros *Rel* y %<sub>cond</sub>, se aplica la Fórmula 8 para obtener los coeficientes “Coefi”. Los resultados se muestran en la Tabla 10.

**Tabla 10. Coeficientes *Coef<sub>i</sub>* (%) para líneas subterráneas de transporte**

Tipo línea subterránea	Coficiente <i>Coef<sub>i</sub></i>
Simple circuito	2,67%
Doble circuito	1,01%

REE ha indicado en su respuesta al oficio que no dispone de información sobre la tipología de líneas subterráneas sobre la que se ubican los tendidos de cables

de fibra óptica. Por este motivo, es necesario obtener un coeficiente promedio que se aplique indistintamente del tipo a todas las líneas eléctricas subterráneas de transporte que albergan FO.

Dicho coeficiente promedio se calcula ponderando los coeficientes de cada tipo de línea subterránea  $Coef_i$  por el número de kilómetros de cada tipo, obtenidos de SICORE, con datos de 2020. Como se muestra en la Tabla 11, se obtiene un coeficiente promedio de 2,58%, dividiendo la suma de la columna " $Coef_i$  (%) x N° km de línea" entre la suma de la columna "N° km de línea eléctrica subterránea totales (península e islas)".

**Tabla 11. Cálculo del coeficiente promedio y del coste promedio a aplicar a las líneas subterráneas de transporte que albergan FO (%)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Elaboración propia y datos aportados por la Circular 1/2015 (SICORE).*

Del mismo modo, el coste promedio, se calcula ponderando el coste promedio anual para el sistema eléctrico de cada tipo de línea subterránea de transporte,  $Coste_i^{inf}$ , obtenido según la Fórmula 8, por el número de kilómetros de cada tipo, obtenidos de SICORE, con datos de 2020.

La columna " $Coste_i^{inf}$  (€/km)" se obtiene aplicando la Fórmula 4. A partir de estos valores, se calcula el coste promedio, según se muestra en la Tabla 11. Dicho coste promedio se calcula dividiendo la suma de la columna " $Coste_i^{inf}$  x N° km de línea" entre la suma de la columna "N° km de línea eléctrica subterránea totales (península e islas)". El valor del coste promedio obtenido asciende a 91.424 €/km.

Finalmente, aplicando la Fórmula 3, se multiplica el coste promedio de 91.424 €/km, por el coeficiente promedio 2,58%, y se obtiene el valor promedio  $Coste_i^{infr FO}$  a aplicar a cualquier tramo de infraestructura de transporte subterránea, que es 2.358 €/km.

Este coste también aplicaría también, en su caso, a las infraestructuras singulares.

### 5.2.2. Líneas aéreas

Según las especificaciones técnicas de las compañías y según las respuestas aportadas al oficio de petición de información, las empresas distribuidoras

utilizarían, salvo excepciones, cable ADSS para instalar FO en las líneas aéreas de BT y MT, y cable OPGW para instalar FO en líneas aéreas de AT y MAT.

REE emplearía OPGW, al tener únicamente AT y MAT.

Para obtener el parámetro “Rel” en las líneas aéreas, se asigna un porcentaje del coste a la FO, en función de la masa que representa el cable de fibra óptica, respecto a la masa total de los conductores eléctricos de las líneas y del cable de fibra óptica, según la siguiente Fórmula 11.

**Fórmula 11. Cálculo del parámetro “Rel” para líneas aéreas**

$$Rel = \frac{m_{FO}}{m_{FO} + n^{\circ} \text{ cond} \times m_{\text{cond}}}$$

Donde:

- $m_{FO}$  es la masa del cable de FO (kg/km).
- $m_{\text{cond}}$  es la masa del conductor eléctrico (kg/km).
- $n^{\circ} \text{ cond}$  es el número de conductores eléctricos.

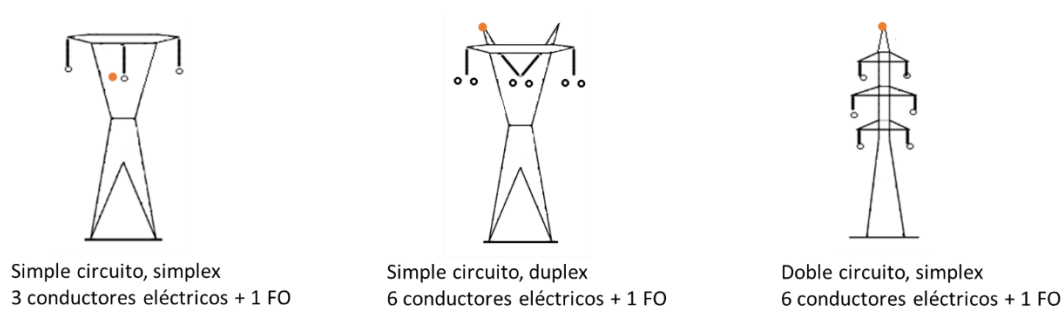
Para tensiones de MT, AT y MAT se considera un conductor por fase, mientras que para BT se consideran cables trifásicos<sup>17</sup>.

Respecto al número de conductores, se pueden ver unos ejemplos en la imagen siguiente:

---

<sup>17</sup> En el caso de BT, como el cable trifásico ya comprende los 3 conductores, su masa  $m_{\text{cond}}$  ya comprende la masa de los 3 conductores, por lo que el parámetro “ $n^{\circ} \text{ cond}$ ” será simplemente 1 para simple circuito y 2 para doble circuito.

**Imagen 6. Esquemas de distintos tipos de disposiciones de líneas aéreas. El cable de FO se muestra en naranja**



*Nota: En la primera figura se ha considerado que la FO sería un cable ADSS y en la segunda y tercera figura sería un cable OPGW.*

Con respecto a la masa del cable de FO y de los conductores eléctricos, se han extraído datos de normas UNE, de catálogos de fabricantes y de la información aportada por las empresas tanto para distribución como para transporte eléctrico.

#### Distribución eléctrica:

Los datos utilizados y los cálculos realizados para obtener el parámetro “Rel” de las líneas aéreas de distribución eléctrica, se detallan en el punto 2.1 del ANEXO I, y se muestran en la Tabla 12.



**Tabla 12. Relación promedio “Rel” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de distribución**

Nivel tensión	Sección	Nº circuitos	Nº conductores	Rel
MAT y AT	0 < S ≤ 180	Simple	Símplex	3,1%
	180 < S ≤ 300	Simple	Símplex	2,2%
	300 < S	Simple	Símplex	1,7%
	0 < S ≤ 180	Simple	Dúplex	1,6%
	180 < S ≤ 300	Simple	Dúplex	1,1%
	300 < S	Simple	Dúplex	0,8%
	0 < S ≤ 180	Doble	Símplex	1,6%
	180 < S ≤ 300	Doble	Símplex	1,1%
	300 < S	Doble	Símplex	0,8%
	0 < S ≤ 180	Doble	Dúplex	0,8%
	180 < S ≤ 300	Doble	Dúplex	0,6%
	300 < S	Doble	Dúplex	0,4%
	0 < S ≤ 180	Triple	Símplex	1,1%
	180 < S ≤ 300	Triple	Símplex	0,7%
	300 < S	Triple	Símplex	0,6%
MT	0 < S ≤ 56	Simple	Símplex	19,6%
	56 < S ≤ 110	Simple	Símplex	9,6%
	110 < S	Simple	Símplex	6,4%
	0 < S ≤ 56	Doble	Símplex	10,9%
	56 < S ≤ 110	Doble	Símplex	5,1%
	110 < S	Doble	Símplex	3,3%
	0 < S ≤ 56	Triple	Símplex	7,5%
	56 < S ≤ 110	Triple	Símplex	3,4%
	110 < S	Triple	Símplex	2,2%
BT	S < 75 postes	Simple	Símplex	16,0%
	S = 75 postes	Simple	Símplex	10,6%
	S < 75 postes	Doble	Símplex	8,7%
	S = 75 postes	Doble	Símplex	5,6%
	S < 75 fachada	Simple	Símplex	- (*)
	S = 75 fachada	Simple	Símplex	- (*)

(\*) Como la fachada no es una infraestructura de la compañía, se considera que no habría que hacer ajuste por el uso de apoyos, por lo que el porcentaje en el caso de circuitos sobre fachada es 0%.

El parámetro “Rel” se multiplicaría, según la Fórmula 8, por “100-%C<sub>cond</sub>”.

El valor del parámetro “%<sub>Cond</sub>” para las líneas aéreas de distribución se indica en la Tabla 13. Con este parámetro se detrae el coste que supone el conductor y su tendido, ya que se considera que no es un coste que deba imputarse a la fibra óptica.

**Tabla 13. Porcentaje de costes asociados al conductor y a su tendido respecto al total “%<sub>Cond</sub>” para líneas aéreas de distribución de tipología simple**

AÉREA SÍMPLEX	% <sub>Cond</sub>		
	Simple	Doble	Triple
LAT 132 kV ≥ U > 66 kV	11%	20%	27%
LAT 66 kV ≥ U > 36 kV	10%	18%	24%
LMT 36 kV ≥ U ≥ 1 kV	8%	14%	20%
LBT < 1 kV poste	29%	45%	
LBT < 1 kV fachada	77%		

*Fuente: “Propuesta de valores unitarios de referencia para los costes de inversión y de operación y mantenimiento para las instalaciones de distribución de energía eléctrica” (INF/DE/0027/14) para circuitos simples y dobles.*

*Nota:* El valor indicado es el porcentaje que representa la cantidad indicada en la Tabla 2 “Componente del valor de referencia de inversión asociado a líneas aéreas en costes de conductores y tendido del conductor” del documento INF/DE/0027/14 frente al total de costes indicados en la Tabla 11 “Valores unitarios de referencia de inversión propuestos para líneas aéreas” de dicho documento<sup>18</sup>.

*Nota:* Para los circuitos triples, dado que no había información en el documento INF/DE/0027/14, se ha estimado que el incremento de circuito doble a circuito triple sería el coste de un conductor simple y su tendido.

---

<sup>18</sup> Los costes totales incluyen las siguientes partidas: Apoyos, crucetas, cimentación y accesos; conductor y tendido del conductor; herrajes, cadenas, grapas, aisladores, puesta a tierra, pararrayos; elementos de maniobra y protección; tala y poda; reparación daños y otros; trámites y permisos; ingeniería y supervisión. Se considera por lo tanto que se imputa a la fibra óptica una parte de todos estos costes salvo el de “conductor y tendido del conductor”.

**Tabla 14. Porcentaje de costes asociados al conductor y a su tendido respecto al total “%<sub>cond</sub>” para líneas aéreas de distribución de tipología dúplex**

AÉREA DÚPLEX	% <sub>cond</sub>	
Tipo línea	Simple	Doble
LAT 132 kV ≥ U > 66 kV	20%	30%
LAT 66 kV ≥ U > 36 kV	22%	30%

*Fuente: “Propuesta de valores unitarios de referencia para los costes de inversión y de operación y mantenimiento para las instalaciones de distribución de energía eléctrica” (INF/DE/0027/14).*

*Nota:* El valor indicado es el porcentaje que representa la cantidad indicada en la Tabla 2 “Componente del valor de referencia de inversión asociado a líneas aéreas en costes de conductores y tendido del conductor” más la cantidad indicada en la Tabla 3 “Coste diferencial de aumento a dúplex de líneas simple o de doble circuito” del documento INF/DE/0027/14 frente al total de costes indicados en la Tabla 11 “Valores unitarios de referencia de inversión propuestos para líneas aéreas” de dicho documento.

Una vez obtenidos los parámetros *Rel* y %<sub>cond</sub>, se aplica la Fórmula 8 para obtener los coeficientes “*Coef<sub>i</sub>*”. Los resultados se muestran en la Tabla 15.

**Tabla 15. Coeficientes *Coef<sub>i</sub>* (%) para líneas aéreas de distribución de MAT, AT y MT**

Tipo	Nivel tensión	Sección	Nº circuitos	Nº conductores	Coeficiente <i>Coef<sub>i</sub></i>
TI-1UX	U > 123 kV	0 < S ≤ 180	Simple	Símplex	2,78%
TI-1UY	U > 123 kV	180 < S ≤ 300	Simple	Símplex	1,94%
TI-1UZ	U > 123 kV	300 < S	Simple	Símplex	1,50%
TI-2UX	U > 123 kV	0 < S ≤ 180	Simple	Dúplex	1,27%
TI-2UY	U > 123 kV	180 < S ≤ 300	Simple	Dúplex	0,89%
TI-2UZ	U > 123 kV	300 < S	Simple	Dúplex	0,68%
TI-3UX	U > 123 kV	0 < S ≤ 180	Doble	Símplex	1,27%
TI-3UY	U > 123 kV	180 < S ≤ 300	Doble	Símplex	0,88%
TI-3UZ	U > 123 kV	300 < S	Doble	Símplex	0,68%
TI-4UX	U > 123 kV	0 < S ≤ 180	Doble	Dúplex	0,56%
TI-4UY	U > 123 kV	180 < S ≤ 300	Doble	Dúplex	0,39%
TI-4UZ	U > 123 kV	300 < S	Doble	Dúplex	0,30%
TI-3AUX	U > 123 kV	0 < S ≤ 180	Triple	Símplex	0,77%
TI-3AUY	U > 123 kV	180 < S ≤ 300	Triple	Símplex	0,54%
TI-3AUZ	U > 123 kV	300 < S	Triple	Símplex	0,41%
TI-1VX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S ≤ 180	Simple	Símplex	2,78%
TI-1VY	123 kV = U > 72,5 kV	180 < S ≤ 300	Simple	Símplex	1,94%
TI-1VZ	123 kV = U > 72,5 kV	300 < S	Simple	Símplex	1,50%

TI-2VX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S <= 180	Simple	Dúplex	1,27%
TI-2VY	123 kV = U > 72,5 kV	180 < S <= 300	Simple	Dúplex	0,89%
TI-2VZ	123 kV = U > 72,5 kV	300 < S	Simple	Dúplex	0,68%
TI-3VX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S <= 180	Doble	Síplex	1,27%
TI-3VY	123 kV = U > 72,5 kV	180 < S <= 300	Doble	Síplex	0,88%
TI-3VZ	123 kV = U > 72,5 kV	300 < S	Doble	Síplex	0,68%
TI-4VX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S <= 180	Doble	Dúplex	0,56%
TI-4VY	123 kV = U > 72,5 kV	180 < S <= 300	Doble	Dúplex	0,39%
TI-4VZ	123 kV = U > 72,5 kV	300 < S	Doble	Dúplex	0,30%
TI-3AVX	123 kV = U > 72,5 kV	0 < S <= 180	Triple	Síplex	0,77%
TI-3AVY	123 kV = U > 72,5 kV	180 < S <= 300	Triple	Síplex	0,54%
TI-3AVZ	123 kV = U > 72,5 kV	300 < S	Triple	Síplex	0,41%
TI-5UX	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 180	Simple	Síplex	2,82%
TI-5UY	72,5 kV = U > 52 kV	180 < S <= 300	Simple	Síplex	1,97%
TI-5UZ	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S	Simple	Síplex	1,52%
TI-6UX	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 180	Simple	Dúplex	1,24%
TI-6UY	72,5 kV = U > 52 kV	180 < S <= 300	Simple	Dúplex	0,86%
TI-6UZ	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S	Simple	Dúplex	0,66%
TI-7UX	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 180	Doble	Síplex	1,31%
TI-7UY	72,5 kV = U > 52 kV	180 < S <= 300	Doble	Síplex	0,91%
TI-7UZ	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S	Doble	Síplex	0,70%
TI-8UX	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 180	Doble	Dúplex	0,56%
TI-8UY	72,5 kV = U > 52 kV	180 < S <= 300	Doble	Dúplex	0,39%
TI-8UZ	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S	Doble	Dúplex	0,30%
TI-7AUY	72,5 kV = U > 52 kV	0 < S <= 180	Triple	Síplex	0,80%
TI-7AUX	72,5 kV = U > 52 kV	180 < S <= 300	Triple	Síplex	0,56%
TI-7AUZ	72,5 kV = U > 52 kV	300 < S	Triple	Síplex	0,43%
TI-5VX	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 180	Simple	Síplex	2,82%
TI-5VY	52 kV = U > 36 kV	180 < S <= 300	Simple	Síplex	1,97%
TI-5VZ	52 kV = U > 36 kV	300 < S	Simple	Síplex	1,52%
TI-6VX	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 180	Simple	Dúplex	1,24%
TI-6VY	52 kV = U > 36 kV	180 < S <= 300	Simple	Dúplex	0,86%
TI-6VZ	52 kV = U > 36 kV	300 < S	Simple	Dúplex	0,66%
TI-7VX	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 180	Doble	Síplex	1,31%
TI-7VY	52 kV = U > 36 kV	180 < S <= 300	Doble	Síplex	0,91%
TI-7VZ	52 kV = U > 36 kV	300 < S	Doble	Síplex	0,70%
TI-8VX	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 180	Doble	Dúplex	0,56%
TI-8VY	52 kV = U > 36 kV	180 < S <= 300	Doble	Dúplex	0,39%
TI-8VZ	52 kV = U > 36 kV	300 < S	Doble	Dúplex	0,30%
TI-7AVY	52 kV = U > 36 kV	0 < S <= 180	Triple	Síplex	0,80%

TI-7AVX	52 kV = U > 36 kV	180 < S <= 300	Triple	Síplex	0,56%
TI-7AVZ	52 kV = U > 36 kV	300 < S	Triple	Síplex	0,43%
TI-9UX	36 kV = U > 24 kV	0 < S <= 56	Simple	Síplex	18,11%
TI-9UY	36 kV = U > 24 kV	56 < S <= 110	Simple	Síplex	8,89%
TI-9UZ	36 kV = U > 24 kV	110 < S	Simple	Síplex	5,90%
TI-10UX	36 kV = U > 24 kV	0 < S <= 56	Doble	Síplex	9,33%
TI-10UY	36 kV = U > 24 kV	56 < S <= 110	Doble	Síplex	4,34%
TI-10UZ	36 kV = U > 24 kV	110 < S	Doble	Síplex	2,83%
TI-10AUX	36 kV = U > 24 kV	0 < S <= 56	Triple	Síplex	6,02%
TI-10AUY	36 kV = U > 24 kV	56 < S <= 110	Triple	Síplex	2,74%
TI-10AUZ	36 kV = U > 24 kV	110 < S	Triple	Síplex	1,78%
TI-9VX	24 kV = U > 17,5 kV	0 < S <= 56	Simple	Síplex	18,11%
TI-9VY	24 kV = U > 17,5 kV	56 < S <= 110	Simple	Síplex	8,89%
TI-9VZ	24 kV = U > 17,5 kV	110 < S	Simple	Síplex	5,90%
TI-10VX	24 kV = U > 17,5 kV	0 < S <= 56	Doble	Síplex	9,33%
TI-10VY	24 kV = U > 17,5 kV	56 < S <= 110	Doble	Síplex	4,34%
TI-10VZ	24 kV = U > 17,5 kV	110 < S	Doble	Síplex	2,83%
TI-10AVX	24 kV = U > 17,5 kV	0 < S <= 56	Triple	Síplex	6,02%
TI-10AVY	24 kV = U > 17,5 kV	56 < S <= 110	Triple	Síplex	2,74%
TI-10AVZ	24 kV = U > 17,5 kV	110 < S	Triple	Síplex	1,78%
TI-9WX	17,5 kV = U > 12 kV	0 < S <= 56	Simple	Síplex	18,11%
TI-9WY	17,5 kV = U > 12 kV	56 < S <= 110	Simple	Síplex	8,89%
TI-9WZ	17,5 kV = U > 12 kV	110 < S	Simple	Síplex	5,90%
TI-10WX	17,5 kV = U > 12 kV	0 < S <= 56	Doble	Síplex	9,33%
TI-10WY	17,5 kV = U > 12 kV	56 < S <= 110	Doble	Síplex	4,34%
TI-10WZ	17,5 kV = U > 12 kV	110 < S	Doble	Síplex	2,83%
TI-10AWX	17,5 kV = U > 12 kV	0 < S <= 56	Triple	Síplex	6,02%
TI-10AWY	17,5 kV = U > 12 kV	56 < S <= 110	Triple	Síplex	2,74%
TI-10AWZ	17,5 kV = U > 12 kV	110 < S	Triple	Síplex	1,78%
TI-9BX	12 kV = U = 1 kV	0 < S <= 56	Simple	Síplex	18,11%
TI-9BY	12 kV = U = 1 kV	56 < S <= 110	Simple	Síplex	8,89%
TI-9BZ	12 kV = U = 1 kV	110 < S	Simple	Síplex	5,90%
TI-10BX	12 kV = U = 1 kV	0 < S <= 56	Doble	Síplex	9,33%
TI-10BY	12 kV = U = 1 kV	56 < S <= 110	Doble	Síplex	4,34%
TI-10BZ	12 kV = U = 1 kV	110 < S	Doble	Síplex	2,83%
TI-10ABX	12 kV = U = 1 kV	0 < S <= 56	Triple	Síplex	6,02%
TI-10ABY	12 kV = U = 1 kV	56 < S <= 110	Triple	Síplex	2,74%
TI-10ABZ	12 kV = U = 1 kV	110 < S	Triple	Síplex	1,78%

Los coeficientes que resultan de la aplicación directa de la metodología son muy elevados para las líneas aéreas de baja tensión, lo que podría suponer un desincentivo para el despliegue de FO en BT.

En la actualidad, hay únicamente una empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], que tiene desplegada masivamente red de fibra óptica a través de su red de BT, mediante un contrato con el operador de telecomunicaciones [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]. [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] ha realizado una elevada inversión en los últimos 5 años para poder desplegar sus propias redes de fibra óptica aprovechando las infraestructuras de distribución, desplegando redes de fibra óptica en la práctica totalidad de las redes de BT de algunas zonas con el objetivo de poder suministrar servicios de banda ancha en zonas rurales.

Se ha constatado que, de aplicarse los coeficientes que resultan de la aplicación directa de la metodología, el ajuste que se realizaría en la retribución anual de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] por la realización de la actividad de distribución, superaría la totalidad de los ingresos anuales que [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] recibe de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], según se desprende del contrato firmado entre ambas partes.

Esto indica que resulta necesario corregir a la baja los coeficientes de las líneas aéreas de BT, dado que lo contrario implicaría penalizar a las distribuidoras que han facilitado el despliegue de FO a través de la red de BT, y además desincentivaría el despliegue futuro de FO a través de las redes de BT de otras distribuidoras.

En este sentido, esta Comisión considera que la metodología no puede suponer un obstáculo ni desincentivar el despliegue de FO en la red de BT. Por ello, se ha optado por aplicar un ajuste, que consiste en un 20%<sup>19</sup> del coeficiente calculado inicialmente. Los resultados se muestran en la Tabla 16.

---

<sup>19</sup> [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL].

**Tabla 16. Coeficientes  $Coef_i$  (%) para líneas aéreas de distribución de BT**

Tipo	Nivel tensión	Sección	Nº circuitos	Nº conductores	Coeficiente $Coef_i$
TI-11X	U < 1 kV	S < 75	Simple	Símplex	2,28%
TI-11Y	U < 1 kV	S = 75	Simple	Símplex	1,50%
TI-13X	U < 1 kV	S < 75	Doble	Símplex	0,97%
TI-13Y	U < 1 kV	S = 75	Doble	Símplex	0,62%
TI-12X	U < 1 kV	S < 75	Simple	Símplex	0,00% (*)
TI-12Y	U < 1 kV	S = 75	Simple	Símplex	0,00% (*)

(\*) Como la fachada no es una infraestructura de la compañía, se considera que no habría que hacer ajuste por el uso de apoyos, por lo que el porcentaje en el caso de circuitos sobre fachada es 0%.

Haciendo los cálculos de los coeficientes aplicados a los valores de VRI y VROM (Fórmula 3) se obtiene por ejemplo, para una línea peninsular de circuito simple símplex, de tensión entre 52 y 72,5 kV y sección entre 180 y 300 mm<sup>2</sup>, que es el tipo de línea más frecuente en AT, un ajuste de 159 €/km/año. La línea de MT (circuito simple símplex, de tensión entre 17,5 y 24 kV y sección superior a 110 mm<sup>2</sup>) tendría un ajuste de 267 €/km/año. La línea más habitual en MAT (circuito simple símplex, de tensión superior a 123 kV y sección entre 180 y 300 mm<sup>2</sup>) tendría un ajuste de 219 €/km/año. Y la línea más habitual en BT (circuito simple sobre postes de sección inferior a 75 mm<sup>2</sup>) tendría un ajuste de 38 €/km/año.

Se ha efectuado un contraste de estos valores, para comprobar su razonabilidad.

El contrato de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] indica un precio de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km anuales para redes aéreas de MT y AT. Incluye espacio en centros de transformación, mantenimiento, derechos de paso, etc.

Según un contrato firmado [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], el precio sería de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km/año por infraestructuras aéreas para paso de cable de FO propiedad de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL].

El precio indicado en el contrato aportado por [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] indica un precio de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] € mensuales [INICIO CONFIDENCIAL] más impuestos por 5 km de infraestructura aérea de BT más la utilización de sus centros de transformación para ubicar infraestructura relacionada con la FO, que se incrementan en 100 € más al mes a partir de 2019, más el IPC [FIN CONFIDENCIAL]. Eso implicaría un precio de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL].

**CONFIDENCIAL] €/km anuales [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL].**

Por último, el precio indicado en el Contrato MARCO de TELEFÓNICA para postes de hormigón sería de 1,39 €/mes por poste, es decir, 16,68 €/año por poste de hormigón. Suponiendo un vano de 50 m (habitual para BT), se obtendría un precio de 334 €/km/año.

De un modo similar, **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]** indica en su contrato, del año 2019, un precio de **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €** mensuales por poste de hormigón, es decir, **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €** anuales. Suponiendo un vano de 100 m para MT, **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]**, se obtendría un precio de **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km/año**.

#### Transporte eléctrico:

Los resultados obtenidos del parámetro “*Rel*” para las líneas aéreas de transporte se muestran en la Tabla 17. El cálculo se detalla en el punto 2.2 del ANEXO I.

**Tabla 17. Relación promedio “*Rel*” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de transporte de 400 y 220 kV**

Nivel tensión	Nº circuitos	Nº conductores	<i>Rel</i>
U = 400 kV	Simple	Dúplex	0,71%
U = 400 kV	Doble	Dúplex	0,36%
U = 400 kV	Cuádruple	Dúplex	0,18%
U = 400 kV	Simple	Tríplex	0,48%
U = 400 kV	Doble	Tríplex	0,24%
U = 400 kV	Cuádruple	Tríplex	0,12%
U = 220 kV	Simple	Símples	1,41%
U = 220 kV	Doble	Símples	0,71%
U = 220 kV	Simple	Dúplex	0,71%
U = 220 kV	Doble	Dúplex	0,36%
U = 220 kV	Cuádruple	Dúplex	0,18%

Según la Fórmula 11, el parámetro “*Rel*” se multiplica por “(100-%<sub>cond</sub>)”. El parámetro %<sub>cond</sub>” indica el porcentaje del coste total de la instalación que se asocia al conductor y a su tendido. Se han tenido en cuenta los dos valores indicados por REE en su respuesta al oficio de petición de información y se han hecho estimaciones para el resto de tipos de circuitos.



**Tabla 18. Porcentaje de costes considerado asociado al conductor y a su tendido “%<sub>cond</sub>” para líneas aéreas de transporte**

Tipo línea aérea	% conductor y tendido	Estimación
<b>400 kV dúplex simple circuito</b>	27%	Se supone igual a 220 kV
<b>400 kV dúplex doble circuito</b>	42%	Se supone igual a 220 kV
<b>400 kV dúplex cuádruple circuito</b>	42%	Se supone igual a 220 kV
<b>400 kV tríplex simple circuito</b>	12%	Se supone el mismo incremento de 400 kV tríplex simple circuito a 400 kV tríplex doble circuito que en distribución MAT de simple a doble para circuitos dúplex
<b>400 kV tríplex doble circuito</b>	<b>18%</b>	Indicado por REE
<b>400 kV tríplex cuádruple circuito</b>	28%	Se supone el mismo incremento de 400 kV tríplex doble circuito a 400 kV tríplex cuádruple circuito que en distribución MAT de simple a doble para dúplex
<b>220 kV símplex simple circuito</b>	<b>15%</b>	Indicado por REE
<b>220 kV símplex doble circuito</b>	27%	Se supone el mismo incremento de 220 kV símplex simple circuito a 220 kV símplex doble circuito que para distribución MAT de simple a doble para circuitos símplex
<b>220 kV dúplex simple circuito</b>	27%	Se supone el mismo incremento de 220 kV símplex simple circuito a 220 kV dúplex simple circuito que para distribución MAT de símplex a dúplex para simple circuito
<b>220 kV dúplex doble circuito</b>	42%	Se supone el mismo incremento de 220 kV dúplex simple circuito a 220 kV dúplex doble circuito que para distribución MAT de simple a doble para circuitos dúplex
<b>220 kV dúplex cuádruple circuito</b>	42%	Se supone el mismo valor que en dúplex doble circuito

*Fuente: Información aportada por REE al oficio de petición de información (valores resaltados en gris) y estimaciones CNMC (valores en fondo blanco).*

Una vez obtenidos los parámetros  $Rel$  y  $\%_{cond}$ , se aplica la Fórmula 8 para obtener los coeficientes “ $Coef_i$ ”. Los resultados se muestran en la Tabla 19.

**Tabla 19. Coeficientes  $Coef_i$  (%) para líneas aéreas de transporte**

Nivel tensión	Nº circuitos	Nº conductores	Coeficiente
400 / 220 kV	Simple	Dúplex	0,52%
400 / 220 kV	Doble	Dúplex	0,21%
400 / 220 kV	Cuádruple	Dúplex	0,10%
400 kV	Simple	Tríplex	0,42%
400 kV	Doble	Tríplex	0,20%
400 kV	Cuádruple	Tríplex	0,09%
220 kV	Simple	Símples	1,20%
220 kV	Doble	Símples	0,52%
132 kV	Simple	Símples	1,50%
132 kV	Doble	Símples	0,68%
66 kV	Simple	Símples	1,52%
66 kV	Doble	Símples	0,70%

*Nota: Los valores para 132 kV y 66 kV (tensiones utilizadas en los territorios no peninsulares) se han considerado iguales a los de distribución para este tipo de líneas, ya que esas tensiones son de transporte en los territorios no peninsulares y de distribución en la Península. Se ha tomado el valor de distribución para secciones superiores a 300 mm<sup>2</sup>.*

### 5.3. Coste promedio anual de la fibra óptica para el sistema eléctrico ( $Coste_j^{FO}$ )

En este apartado se muestra la información disponible para el cálculo del término  $Aj_{FO}$ . En particular, las tipologías  $j$  en las que se segmenta la fibra óptica a efectos del cálculo del ajuste, y la información disponible para el cálculo del coste anual de la fibra óptica para el sistema eléctrico  $Coste_j^{FO}$ , cuyo cálculo se desarrolla también en este apartado, según la Fórmula 6.

Para ello, se han tenido en cuenta los costes de los cables de fibra óptica y su tendido, así como los costes de operación y mantenimiento, indicados por las empresas en sus respuestas al oficio de petición de información remitido por la CNMC.

Debe tenerse en cuenta que este ajuste solo se aplicará a la fibra óptica propiedad de la empresa transportista o distribuidora, y que, por tanto, ha sido sufragada con cargo al sistema eléctrico. Es decir, la fibra óptica que ha sido desplegada a cargo de una empresa de telecomunicaciones o de cualquier otra empresa, no se vería afectada por este ajuste.

Ante la similitud de la fibra óptica empleada entre transporte y distribución, se ha optado por utilizar los mismos valores para ambos.

### 5.3.1. Costes del cable de fibra óptica

A continuación, se muestra la información de costes de los cables de fibra óptica de 48 FO, que ha sido aportada por las empresas en su respuesta al oficio de petición de información de la CNMC. Por simplificación, se optó por solicitar únicamente información sobre el cable de 48 FO, dado que es el utilizado mayoritariamente. El coste del cable de 48 FO aéreo del tipo ADSS y OPGW y subterráneo (€/km) se muestra en la Tabla 20:

**Tabla 20. Recopilación de las respuestas sobre los precios del cable de 48 FO aportados por las distintas empresas de distribución y transporte eléctrico (€/km)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información.*

El promedio de estos costes se muestra en la Tabla 21. Se ha calculado una media simple de los valores aportados por las distintas empresas distribuidoras y transportista para los distintos niveles de tensión y una media ponderada por el número de kilómetros de FO de cada empresa. Se ha observado que el precio del cable es independiente del nivel de tensión de la línea, por lo que no se diferencia en la tabla por nivel de tensión.

**Tabla 21. Precios promedio del cable de 48 FO obtenidos de la información aportada por las empresas al oficio de petición de información (media simple y media ponderada por el número de km de FO de cada empresa)**

	Media Simple (€/km)	Media ponderada (€/km)
<b>Aérea OPGW</b>	3.772	2.814
<b>Aérea ADSS</b>	3.115	3.345
<b>Subterránea</b>	2.271	1.879

*Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información.*

### 5.3.2. Costes de tendido e instalación del cable de fibra óptica

En el oficio de petición de información remitido a las empresas, se solicitó información, para cables de 48 FO, del “coste de su instalación y tendido según tipología (ADSS, OPGW, subterráneo) y diferenciando también si se trata de una instalación en líneas nuevas o en líneas existentes y, en el caso del cable ADSS y subterráneo, diferenciando también por nivel de tensión (€/km)”. Las respuestas recibidas a esta pregunta se muestran en la Tabla 22:

**Tabla 22. Recopilación de las respuestas sobre los precios de instalación y tendido del cable de 48 FO aportados por las distintas empresas de distribución y transporte eléctrico (€/km)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información.*

El promedio de estos costes se muestra en la Tabla 23. Se ha calculado un promedio simple de los valores aportados para los distintos niveles de tensión por las empresas y un promedio ponderando por el número de kilómetros de FO de cada empresa. Se ha observado que el precio depende de que se tienda sobre una línea nueva o sobre una línea existente, pero, según la información recibida, no depende prácticamente del nivel de tensión de dicha línea, por lo que se ha optado por no diferenciar por nivel de tensión.

**Tabla 23. Precios promedio de la instalación y tendido del cable de 48 FO obtenidos de la información aportada por las empresas al oficio de petición de información (media simple y media ponderada por el número de km de FO de cada empresa)**

		Media Simple (€/km)	Media ponderada (€/km)
<b>Aérea OPGW</b>	Nueva	8.064 €	9.890 €
	Existente	16.912 €	12.776 €
<b>Aérea ADSS</b>	Nueva	11.271 €	11.378 €
	Existente	12.378 €	14.303 €
<b>Subterránea</b>	Nueva	5.245 €	6.767 €
	Existente	5.649 €	5.444 €

*Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información.*

### Contraste:

Los costes del cable más su instalación, para líneas nuevas, si bien se trata de unas infraestructuras diferentes, pueden compararse con los precios de alta del Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA<sup>20</sup>, para el despliegue de tendido de Fibra Óptica desde la central hasta la primera cámara de registro / arqueta, que incluyen una parte de tramo aéreo y otro subterráneo:

#### **Fórmula 12. Cálculo del precio de alta del Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA**

$$P_{Alta} = Coste\_Fijo + (P_{fibra} \times M_{etros})$$

**Tabla 24. Costes indicados por el Acuerdo MARCO de TELEFÓNICA (junio 2023), para el despliegue de tendido de Fibra Óptica desde la central hasta la primera cámara de registro / arqueta**

TENDIDO DE CABLE	Precio (Pfibra)	Unidades
FO 512	10.350	€/km
FO 256	9.730	€/km
FO 128	9.120	€/km
FO 64	8.520	€/km
Coste Fijo	193,32	€

Si tomamos el promedio de la media simple del coste de un cable de 48 FO aéreo ADSS (3.115 €/km) y de un cable de 48 FO subterráneo (2.271 €/km), resulta 2.693 €/km como coste promedio de un cable de 48 FO que tenga un tramo aéreo y otro subterráneo.

Tomando el promedio de la media simple del coste de instalación y tendido en línea nueva de un cable de 48 FO aéreo ADSS (11.271 €/km) y de un cable de 48 FO subterráneo (5.245 €/km), resulta 8.258 €/km como coste promedio de instalación y tendido de un cable de 48 FO que tenga un tramo aéreo y otro subterráneo.

Sumando el coste del cable (2.693 €/km) al coste de la instalación y tendido (8.258 €/km), resultaría un coste de 10.951 €/km, que sería algo superior, aunque

---

<sup>20</sup> Acuerdo MARCO de 2023.

resulta comparable, al del Acuerdo MARCO, para un cable de 64 FO (8.520 €/km).

Por otra parte, REE ha indicado en respuesta al oficio de petición de información de la CNMC, unos costes de tendido e instalación del cable de 48 FO OPGW en líneas aéreas nuevas de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km y en líneas aéreas existentes de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km<sup>21</sup>.

Como contraste, se pueden comparar estos datos con los extraídos del documento “Plan de tendidos de FO con horizonte 2020” (PTFO 2017-2020)” de REE para líneas existentes (Tabla 25):

**Tabla 25. Costes de FO aérea indicados en documentación de REE aplicables para tendidos de FO en líneas existentes**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

Se observa que el valor indicado es similar al del “tendido aéreo en descargo”.

Por otro lado, si se suma el coste del cable de 48 FO OPGW aportado por REE en respuesta al oficio de petición de información [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] y el coste de instalación y tendido en líneas existentes [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], resulta un total de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/km de coste de inversión.

Se ha procedido a realizar un contraste de este valor, obteniendo los costes de inversión en fibra óptica tendida en líneas existentes, disponibles a través de la información regulatoria de costes del transporte en SICORE, para los años 2017-2020, según lo imputado en la partida “Fibra Óptica”<sup>22</sup> dentro de “Despachos”. A efectos de obtener un valor unitario por km, se han dividido los costes de

---

<sup>21</sup> Por simplicidad, no se solicitó el precio desglosado para instalación en tensión y en descargo.

<sup>22</sup> En la Circular 1/2015, en el Anexo I “Formularios”, el Bloque F1-E5 recoge los activos “Despachos”, y el Bloque F7-L3 la localización de costes en OFC de inversión, que incluye los “Materiales y Equipos”. Dentro del Anexo II “Tablas”, la Tabla 24 “Materiales y equipos de transporte de electricidad” los desglosa en distintos componentes, siendo uno de ellos ME-E-T-04 “Fibra Óptica”.

inversión anuales obtenidos de SICORE, entre el número de km de tendidos de FO planificados, en cada uno de los años 2017-2020, en el documento “*Plan de tendidos de FO con horizonte 2020*” (PTFO 2017-2020). Los resultados obtenidos (Tabla 26) muestran un coste promedio del cable de FO y su tendido en 2020 de 15.600 €/km, muy similar al que ha reportado REE en respuesta al oficio de petición de información.

**Tabla 26. Costes de inversión en FO promedio (€/km) calculados con información de SICORE y de documentación de REE. Cable de FO y tendido en líneas existentes**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Costes de FO extraídos de SICORE; km obtenidos del "Plan de tendidos de FO con horizonte 2020" (PTFO 2017-2020) de REE.*

### 5.3.3. Costes de operación y mantenimiento del cable de fibra óptica

En el oficio de petición de información, se solicitó a las empresas información sobre los costes de operación y mantenimiento anuales. La información aportada se muestra en la Tabla 27:

**Tabla 27. Recopilación de las respuestas sobre los costes de operación y mantenimiento anuales del cable de FO (€/km/año) aportados por las distintas empresas**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información.*

Se ha calculado el promedio de los costes de O&M. Los resultados se muestran en la Tabla 28. Salvo [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], el resto de las distribuidoras han indicado precios de O&M similares para cables FO tendidos sobre líneas nuevas y sobre líneas existentes, por lo que se ha optado por no hacer ninguna distinción. Tampoco se observan diferencias significativas en los costes de O&M en función del nivel de tensión de la línea eléctrica en la que está instalada la FO, por lo que se ha optado igualmente por no realizar ninguna distinción.

**Tabla 28. Costes promedio de la operación y el mantenimiento (O&M) del cable de FO obtenidos de la información aportada por las empresas al oficio de petición de información (media simple y media ponderada por el número de km de FO de cada empresa)**

	Media simple (€/km)	Media ponderada (€/km)
<b>O&amp;M</b>	311 €	55 €

*Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información.*

#### Contraste:

Como contraste, se pueden comparar los costes de O&M indicados por las empresas en la respuesta al oficio, con los precios por la realización de la operación y mantenimiento de la fibra óptica contenidos en los contratos que tienen firmados las empresas de transporte y distribución con operadores de telecomunicaciones. **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]**.

Por otra parte, el Acuerdo MARCO, aparte del precio de alta, indica un precio recurrente, que anualmente sería el 1,5% del coste de alta. Este coste englobaría, entre otros conceptos, el mantenimiento del cable. Considerando que el coste de alta para FO 64 era de 8.520 €/km, el 1,5% ascendería a 127,8 €/km/año.

Atendiendo al contraste realizado, la media simple de los datos aportados por las empresas resulta un valor más razonable que la media ponderada de los mismos.

#### **5.3.4. Costes de reacondicionamiento de infraestructuras para la instalación de fibra óptica**

En el oficio se solicitó información sobre los reacondicionamientos de infraestructuras que se efectúan cuando se instala FO. Se requirió aportar una explicación de los reacondicionamientos llevados a cabo, del porcentaje de infraestructuras que necesitaría dicho reacondicionamiento, así como de sus costes. En concreto, se solicitó lo siguiente:

*“Se ha observado que en ocasiones es necesario reacondicionar el apoyo o canalización donde se instala la fibra óptica. Por este motivo se solicita:*

- *Porcentaje (%) de apoyos de líneas aéreas y de canalizaciones que hay que reacondicionar normalmente debido a la instalación de FO en ellos. Desglosar según tipología y nivel de tensión.*



- *¿Cuál sería el coste de dicho reacondicionamiento para instalar la FO? Indicar este coste preferiblemente en unidades €/km. Si se indica de otro modo (porcentaje del coste inicial de la infraestructura, coste por apoyo; etc.) explicarlo con detalle.*
- *Explicar en un documento adjunto en qué consisten estos reacondicionamientos”.*

Las respuestas recibidas a esta pregunta han sido muy dispares. Se resumen a continuación.

### Subterráneo:

Las empresas mencionan las siguientes actuaciones:

- Una empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] indica que no se reacondicionan tubos, porque, en el caso de que haya que meter FO por una canalización existente, se mete por el tubo del conductor eléctrico, por lo que no habría que reacondicionar nada.
- Otra empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] indica que el problema son las discontinuidades. Una vez localizada la discontinuidad, se ha de descubrir la infraestructura mediante una excavación localizada que permita visitar el prisma y subsanar el ducto obstruido. También indica que, si no existen registros visitables que posibiliten la instalación del cable de FO, entonces se ha de reacondicionar la infraestructura para dotarla de los registros necesarios.
- Otras empresas [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] mencionan también las obstrucciones de las canalizaciones. Además, indican que, cuando no existe ningún conducto vacío, debe procederse a la subconductación.
- Otra empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] indica un listado de las actuaciones que hay que realizar en los reacondicionamientos: ejecución de zanja, reparación y suministro de arquetas y tapas de arquetas, rotura y colocación de baldosas, rotura de la pared de la arqueta, entronque de tubos, catas, excavaciones, hormigonado, limpieza, revisiones de tubos con paso de guías...

### Aéreo:

Las empresas mencionan que las opciones de reacondicionamiento son, bien el refuerzo del apoyo, bien su sustitución. Algunas también incluyen dentro de las actuaciones el “retensado” de cables.

- Entre los refuerzos se mencionan **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]**: refuerzos en los apoyos que lo requirieran, hormigonado del terreno, tomas de tierra, cadenas de amarre y elementos aislantes”.
- Otra empresa **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]** diferencia los reacondicionamientos entre “reacondicionamiento por esfuerzos mecánicos”, “reacondicionamiento por distancia insuficiente entre elementos de red” (que es posible que se solucione con un “retensado” de conductores), los “reacondicionamientos por distancia insuficiente entre el cable de FO y elementos del entorno” y los “reacondicionamientos por tipología de los apoyos inadecuada para la instalación de cable de FO”. Indican que habitualmente algunas de estas operaciones requieren la interrupción del servicio eléctrico el tiempo necesario para adaptar los apoyos.
- Otra empresa **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]** enumera un conjunto de actuaciones necesarias para los reacondicionamientos: nuevos amarres, amortiguadores, tensados con o sin tensión, excavaciones, armado e izado o montaje de apoyos nuevos, pasos de fases a desmontar a los apoyos nuevos, suministro de grupo electrógeno y montaje de interconexión, ejecución y reposición de descargo...
- Otra empresa **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]** señala que el reacondicionamiento de los apoyos se hace en aquellos que sean apoyos metálicos (ya sean de celosía o de presillas). Esta empresa explica con detalle y esquemas estos reacondicionamientos de apoyos metálicos. Por otro lado, indica que *“no se hace reacondicionamiento de apoyos de madera, ni de apoyos de hormigón, ni de chapa metálica ni de fibra de vidrio dado que no es posible evaluar la situación del apoyo en su interior ni las comprobaciones que se pudieran hacer en alguno de ellos podrían ser extrapolables al resto de los apoyos del mismo tipo de la línea. En estos casos, los apoyos son sustituidos por otros nuevos para garantizar la seguridad”*.

Para los apoyos metálicos, ya sean de celosía o de presillas, señalan que los tipos de reacondicionamientos pueden consistir en:

1. La adición/modificación de barras y cartelas en los puntos o tramos que sean necesarios a lo largo de la estructura metálica.

2. Refuerzo de la cimentación del apoyo incrementando la resistencia de la misma ampliando el volumen de ésta en las dimensiones necesarias.

Esta empresa también señala lo siguiente:

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

- Otra empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] coincide en que los refuerzos de las torres consisten, bien en “refuerzos de la estructura metálica (torre) por fallos estructurales” (añadiendo nuevas barras a la torre o reforzando las existentes), bien en “refuerzo de las cimentaciones” (recrecido de la cimentación mediante hormigón armado o refuerzo de los anclajes mediante pernos).

Con respecto al porcentaje de infraestructuras que habría que reacondicionar, las respuestas recibidas son también muy variadas. Se muestran en la Tabla 29:

**Tabla 29. Porcentajes de infraestructura que necesita reacondicionamiento según lo indicado por las empresas (%)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

Por su parte, la Tabla 30 muestra los costes que suponen estos reacondicionamientos según lo indicado por las empresas, que también son muy dispares, en función de las actuaciones que ha considerado cada una de ellas:

**Tabla 30. Costes de reacondicionamiento indicados por las empresas (€/km)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

Por otro lado, también se ha indicado [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] que los costes de reacondicionamiento no se cargan al sistema, sino que, en el caso de que sea un operador de telecomunicaciones el que solicita acceso a la infraestructura para instalar su FO, este coste deberá ser costeado por dicho operador.

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

La CNMC está de acuerdo con esta interpretación. En la medida en que los costes de reacondicionamiento en los que se incurra por la fibra óptica que solicite instalar un operador de telecomunicaciones o una empresa del grupo que realice la explotación comercial de la fibra óptica excedentaria no pueden cargarse al sistema, tampoco se considerarán en el cálculo del ajuste.

Los costes de reacondicionamiento en los que se incurra para instalar fibra óptica necesaria para la actividad de transporte o distribución, se retribuyen en su caso de conformidad con la metodología de retribución de estas actividades, que depende, entre otros, del año de puesta en servicio de la línea en la que se instala la fibra óptica. A efectos del cálculo del ajuste, no se consideran estos costes de reacondicionamiento, debido a que esta metodología ya contempla un ajuste por el uso de la infraestructura.

### **5.3.5. Cálculo del coste promedio anual de la fibra óptica para el sistema eléctrico ( $Coste_j^{FO}$ )**

Se aplica la Fórmula 6 para obtener el coste promedio anual de la fibra óptica para el sistema eléctrico  $Coste_j^{FO}$ , a partir del coste de inversión  $C_{inv_j^{FO}}$ , que se obtiene como la suma de los costes del cable de FO y los costes de su instalación y tendido, y a partir del término  $C_{OyM_j^{FO}}$ , que se obtiene a partir de los costes de O&M de la fibra óptica. No se tendrán en cuenta los costes de reacondicionamiento de las infraestructuras.

Los costes de inversión han de ser anualizados, para lo cual se considera una vida útil de 40 años, y una vida residual de 20, tal y como se desprende de la Fórmula 6. Los valores de los costes que se consideran son los promedios obtenidos de la información aportada por las empresas, de la Tabla 21, Tabla 23 y Tabla 28. Los resultados se muestran en la Tabla 31 (media simple de los datos indicados por las empresas) y en la Tabla 32 (media de los costes indicados por cada empresa ponderada por el número de kilómetros de FO de cada empresa).

**Tabla 31. Cálculo del coste promedio anual de la FO para el sistema eléctrico  $Coste_j^{FO}$  (€/km). Media simple de los datos aportados por cada empresa**

j	Tipo línea	Tipo cable FO	Trazado en línea	Coste cable FO (€/km)	Coste instalación (€/km)	Coste inversión $C_{inv_j}^{FO}$ (€/km)	Coste anual inversión (€/km)	Coste anual O&M $C_{OyM_j}^{FO}$ (€/km)	Coste anual total $Coste_j^{FO}$ (€/km)
1	Aérea	OPGW	Nueva	3.772 €	8.064 €	11.837 €	626 €	311 €	937 €
2	Aérea	OPGW	Existente	3.772 €	16.912 €	20.684 €	1.094 €	311 €	1.405 €
3	Aérea	ADSS	Nueva	3.115 €	11.271 €	14.386 €	761 €	311 €	1.072 €
4	Aérea	ADSS	Existente	3.115 €	12.378 €	15.493 €	820 €	311 €	1.131 €
5	Subterránea		Nueva	2.271 €	5.245 €	7.516 €	398 €	311 €	709 €
6	Subterránea		Existente	2.271 €	5.649 €	7.920 €	419 €	311 €	730 €

Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información y cálculos de la CNMC.

**Tabla 32. Cálculo del coste promedio anual de la FO para el sistema eléctrico  $Coste_j^{FO}$  (€/km). Media ponderada por número de km de FO de cada empresa**

j	Tipo línea	Tipo cable FO	Trazado en línea	Coste cable FO (€/km)	Coste instalación (€/km)	Coste inversión $C_{inv_j}^{FO}$ (€/km)	Coste anual inversión (€/km)	Coste anual O&M $C_{OyM_j}^{FO}$ (€/km)	Coste anual total $Coste_j^{FO}$ (€/km)
1	Aérea	OPGW	Nueva	2.814 €	9.890 €	12.704 €	672 €	55 €	727 €
2	Aérea	OPGW	Existente	2.814 €	12.776 €	15.590 €	825 €	55 €	879 €
3	Aérea	ADSS	Nueva	3.345 €	11.378 €	14.723 €	779 €	55 €	833 €
4	Aérea	ADSS	Existente	3.345 €	14.303 €	17.648 €	934 €	55 €	988 €
5	Subterránea		Nueva	1.879 €	6.767 €	8.646 €	457 €	55 €	512 €
6	Subterránea		Existente	1.879 €	5.444 €	7.323 €	387 €	55 €	442 €

Fuente: Información aportada por las empresas al oficio de petición de información y cálculos de la CNMC.

Por último, la última columna de la Tabla 33 y de la Tabla 34 muestra el valor obtenido para el ajuste, multiplicando  $Coste_j^{FO} \times K$ . Con estos valores se calcularía el ajuste  $A_{jFO}$ , según la Fórmula 5:

**Tabla 33.  $Coste_j^{FO}$  y  $Coste_j^{FO} \times K$  (€/km) considerado para el ajuste aplicado a la FO excedentaria cedida. Media simple**

Tipología j	Tipo de línea	Trazado en línea	$Coste_j^{FO}$ Coste total anual (€/km)	$Coste_j^{FO} \times K$ 17% coste anual (€/km)
1	Aérea OPGW	Nueva	937	159
2		Existente	1.405	239
3	Aérea ADSS	Nueva	1.072	182
4		Existente	1.131	192
5	Subterránea	Nueva	709	120
6		Existente	730	124

**Tabla 34.  $Coste_j^{FO} \times K$  (€/km anuales) considerados para el ajuste aplicado a la FO excedentaria cedida. Media ponderada por nº de km**

Tipología j	Tipo de línea	Trazado en línea	$Coste_j^{FO}$ Coste total anual (€/km)	$Coste_j^{FO} \times K$ 17% coste anual (€/km)
1	Aérea OPGW	Nueva	727	124
2		Existente	879	149
3	Aérea ADSS	Nueva	833	142
4		Existente	988	168
5	Subterránea	Nueva	512	87
6		Existente	442	75

### Contrastes:

Como contraste, se ha procedido a comparar los valores de  $Coste_j^{FO} \times K$ , con los ingresos por la comercialización de fibra óptica excedentaria de las empresas.

A partir de las respuestas al oficio de petición de información RDC/DE/011/20 enviado a las distintas empresas distribuidoras para la elaboración de la

resolución que estableció el ajuste provisional del ejercicio 2020<sup>23</sup>, se obtienen los siguientes ingresos anuales por la comercialización de fibra óptica (sin considerar las infraestructuras):

**Tabla 35. Ingresos anuales obtenidos de las respuestas de las distribuidoras al oficio RDC/DE/011/20 (€/km/año)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

*Fuente: Cálculo realizado por la CNMC con la información aportada en respuesta al oficio de petición de información RDC/DE/011/20 enviado a las distintas empresas distribuidoras para el cálculo del ajuste provisional del ejercicio 2020.*

Como contraste para transporte, se han obtenido los ingresos estimados de REINTEL por la comercialización de la fibra óptica excedentaria de REE:

**Tabla 36. Ingresos anuales estimados REINTEL (€/km/año)**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

Como se puede observar, los ingresos anuales por la comercialización de la fibra óptica excedentaria son muy superiores al valor de  $Coste_j^{FO} \times K$ .

Considerando los datos disponibles y todos los contrastes que se han realizado, se considera que la media simple es más adecuada para calcular el ajuste, por lo que se ha optado por ella en esta metodología.

---

<sup>23</sup> “Resolución por la que se establece el ajuste retributivo correspondiente al ejercicio 2020 a las empresas distribuidoras de energía eléctrica por el empleo de activos y recursos regulados en la realización de actividades diferentes a la distribución de electricidad” (RDC/DE/011/20).

## 5.4. Ajuste por el empleo de subestaciones y centros de transformación para la ubicación de equipos asociados a la fibra óptica ( $Aj_{salas}$ )

En este apartado se detallan los cálculos efectuados para calcular el ajuste  $Aj_{salas}$  a aplicar a las empresas transportista y distribuidoras por el empleo de las salas (centros de transformación y subestaciones) para ubicar en ellos equipos de telecomunicaciones relacionados con la FO excedentaria que se emplea en la realización de actividades distintas al transporte y la distribución.

La información aportada por las empresas en respuesta al oficio de petición de información de la CNMC ha sido la mostrada en la Tabla 37. En la primera y segunda columna se muestra el precio individual por el uso de espacio en centros de transformación y subestaciones (independientemente de la superficie ocupada). En la tercera columna se muestra el precio por  $m^2$  en CT y subestaciones.

**Tabla 37. Precios (€/año y €/m<sup>2</sup>/año) indicados por las empresas para el alquiler de salas para la instalación de equipos relacionados con la FO**

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

Una empresa [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], indicó lo siguiente en su respuesta:

[INICIO CONFIDENCIAL]

[FIN CONFIDENCIAL]

Se ha optado por tomar el valor del 50% del precio promedio por unidad de superficie para el ajuste  $Aj_{salas}$ . Por lo tanto, el parámetro  $P_S^{FO}$  de la Fórmula 7 para calcular el ajuste será el indicado en la Tabla 38:

**Tabla 38. Compensación anual al sistema eléctrico para contribuir a sufragar los costes de CT y subestaciones cuyo espacio se utiliza para ubicar equipos de telecomunicaciones relacionados con la FO excedentaria que se emplea en la realización de actividades distintas**

$P_S^{FO}$
(€/m <sup>2</sup> /año)
167



### Contrastes:

Como contraste, ENDESA indica lo siguiente en su *baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica* (Tabla 39):

**Tabla 39. Precios anuales por subestación y por centro de transformación. Baremo económico para el acceso de los operadores de redes de comunicaciones electrónicas a la red de distribución eléctrica de ENDESA**

	Importe anual (€)
Centros de transformación	484,8
Subestaciones	6.308,8

Estos valores, si se considera una superficie cedida estimada de 1,2 m<sup>2</sup> por centro de transformación (CT) y de 20 m<sup>2</sup> por subestación, darían unos valores de 404 €/m<sup>2</sup> por centro de transformación y de 315 €/m<sup>2</sup> por subestación.

En el contrato que [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] remitió a la CNMC en 2020, se indica un precio de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] € anuales por centro de transformación. Si se estima una superficie de 1,2 m<sup>2</sup> por centro de transformación, se obtiene un valor de [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL] €/m<sup>2</sup> anuales.

También se pueden utilizar como contraste los precios por el alquiler de espacio en edificios de TELEFÓNICA<sup>24</sup>, que varían entre 320 - 883 €/m<sup>2</sup> según la zona y el tamaño de la sala, aplicando la Fórmula 13 y la Tabla 40 y Tabla 41.

#### **Fórmula 13. Cálculo del precio por salas de TELEFÓNICA**

$$\text{Precio (m}^2\text{/año)} = 24,83 \times K_h \times \text{factor de zona} \times 12$$

**Tabla 40. Factores de zonas utilizados por TELEFÓNICA**

Zona geográfica	Zona 1	Zona 2	Zona 3	Zona 4
Factor de zona	1,22	1,07	0,93	0,78

<sup>24</sup> Oferta de Acceso al Bucle de Abonado. <https://www.cnmc.es/ambitos-de-actuacion/telecomunicaciones/concrecion-desarrollo-obligaciones#ofertas-mayoristas-vigentes>. Página 338 y 339.

**Tabla 41. Factores Kh utilizados por TELEFÓNICA**

Rango Su (m <sup>2</sup> )	Kh
0-15	2,43
15-20	2,02
20-25	1,59
25-30	1,56
30-35	1,54
35-40	1,52
40-45	1,51
45-50	1,49
50-55	1,47
55-60	1,44
60-65	1,41
65-70	1,4
70-75	1,38

## 6. IMPACTO ECONÓMICO DE LA PROPUESTA DE METODOLOGÍA

A continuación, se muestra el impacto económico que tendría la propuesta de metodología, utilizando los datos aportados por las empresas distribuidoras (Tabla 42) y transportista (Tabla 43) para 2021 en respuesta a la petición de información remitida por la CNMC. El ajuste total sería de 7,4 millones € en la retribución de la actividad de distribución eléctrica y de 8,1 millones € en la retribución de la actividad de transporte. Lo cual se señala a efectos de transparentar adecuadamente el impacto económico de la metodología propuesta, y sin perjuicio del ajuste que finalmente suponga la aplicación de la misma en las resoluciones de aplicación correspondientes de cada año.

**Tabla 42. Impacto económico de la metodología propuesta con los datos aportados por las empresas distribuidoras para año 2021**

	Código	km infraestructura con FO instalada (cedida o no)	% promedio cedido	Ajuste infraestructura Aj <sub>infr</sub> (€)	km FO propiedad de la distribuidora (cedida o no)	% promedio cedido	Ajuste FO Aj <sub>fo</sub> (€)	Superficie cedida (m <sup>2</sup> )	Ajuste por CT y subestaciones Aj <sub>salas</sub> (€)	Ajuste Retributivo (€)
<b>i-DE Redes Inteligentes</b>	R1-001	10.134,02	74%	<b>1.966.616</b>	3.923,41	35%	<b>226.898</b>	1.101	<b>183.573</b>	<b>2.377.087</b>
<b>UFD Distribución Electricidad</b>	R1-002	3.194,21	88%	<b>760.155</b>	3.299,60	0%	-	5.114	<b>852.829</b>	<b>1.612.984</b>
<b>Viesgo Distribución Eléctrica</b>	R1-005	14.139,00	93%	<b>819.316</b>	1.405,00	25%	<b>77.472</b>	104	<b>17.343</b>	<b>914.131</b>
<b>Hidrocantábrico Distribución Eléctrica</b>	R1-008	2.246,79	45%	<b>333.923</b>	1.511,56	31%	<b>88.383</b>	534	<b>89.118</b>	<b>511.424</b>
<b>Electricidad de Puerto Real</b>	R1-034	45,19	2%	<b>256</b>	44,11	0%	-	-	-	<b>256</b>
<b>Vall de Sóller Energía</b>	R1-056	67,28	44%	<b>11.616</b>	55,21	29%	<b>2.769</b>	4	<b>614</b>	<b>14.998</b>
<b>Eléctrica Belmezana</b>	R1-095	10,00	45%	<b>191</b>	5,50	0%	-	-	-	<b>191</b>
<b>Electra de Autol</b>	R1-045	15,89	13%	<b>764</b>	13,89	0%	-	-	-	<b>764</b>
<b>Electra Conilense</b>	R1-174	16,67	10%	<b>833</b>	16,67	10%	<b>208</b>	1	<b>183</b>	<b>1.224</b>
<b>Eléctrica Nuestra Señora de los Santos</b>	R1-201	5,25	100%	<b>1.503</b>	5,25	96%	<b>730</b>	-	-	<b>2.233</b>
<b>E-Distribución de Redes Digitales</b>	R1-299	5.393,33	67%	<b>833.606</b>	5.390,98	72%	<b>809.990</b>	1.736	<b>289.502</b>	<b>1.933.097</b>
<b>Eléctricas Pitarch Distribución</b>	R1-049	148,95	7%	<b>3.569</b>	148,95	7%	<b>2.069</b>	12	<b>2.001</b>	<b>7.639</b>
<b>Eléctrica del Oeste Distribución</b>	R1-035	187,37	11%	<b>9.321</b>	187,37	11%	<b>3.813</b>	38	<b>6.337</b>	<b>19.472</b>
<b>TOTAL</b>		<b>35.604</b>		<b>4.741.669</b>	<b>16.007</b>		<b>1.212.332</b>	<b>8.644</b>	<b>1.441.501</b>	<b>7.395.501</b>

*Nota: Para la superficie cedida, en el caso de que las empresas no hayan indicado ningún valor, se considera una superficie de 1,2 m<sup>2</sup> por centro de transformación (CT) cedido y de 20 m<sup>2</sup> por subestación cedida.*

*Nota: Para una empresa que no disponía de la división del tendido de la fibra óptica entre líneas existentes y nuevas, [INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL], se ha aplicado el porcentaje de líneas existentes y líneas nuevas promedio del resto de las distribuidoras.*

**Tabla 43. Impacto económico de la metodología propuesta con los datos aportados por REE para año 2021**

REE	km infraestructura con FO instalada (cedida o no)	% promedio cedido	Ajuste Infraestructura Aj <sub>infr</sub> (€)	km FO propiedad de REE (cedida o no)	% promedio cedido	Ajuste FO Aj <sub>FO</sub> (€)	Superficie cedida (m <sup>2</sup> )	Ajuste subestaciones Aj <sub>salas</sub> (€)	Ajuste Retributivo (€)
	24.609	61,70%	<b>3.569.770 €</b>	35.407	75%	<b>3.933.540 €</b>	<b>3.604</b>	<b>601.868 €</b>	<b>8.105.178 €</b>

## **ANEXO I. CÁLCULO DEL PARÁMETRO “REL”**

En el presente anexo se muestran los datos utilizados y los cálculos realizados para obtener el parámetro “Rel” empleado para calcular los coeficientes utilizados para obtener el ajuste por la utilización de infraestructuras en líneas subterráneas y aéreas, tanto para distribución como para transporte eléctrico.

### **1. CÁLCULO DEL PARÁMETRO “Rel” EN LÍNEAS SUBTERRÁNEAS**

Como se ha indicado en el apartado 5.2.1, se calcula en función de la sección del tubo/tubos de FO respecto a la sección total de los tubos (suma de la sección de los tubos de los cables eléctricos y de la sección del tubo/tubos de FO), según la Fórmula 9.

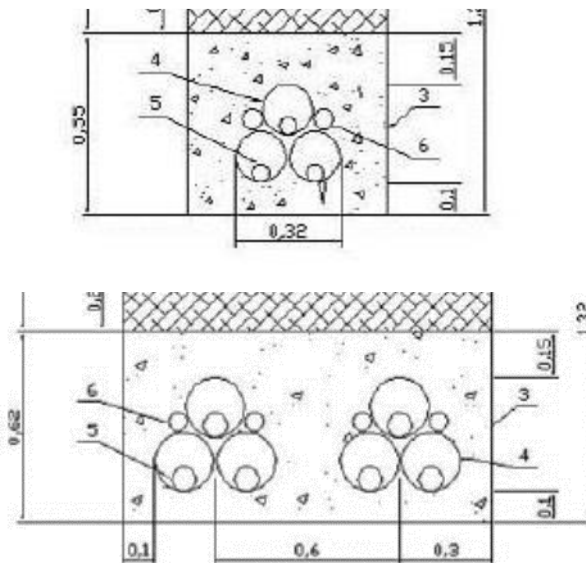
#### **1.1 Distribución eléctrica**

Para el cálculo, se han analizado los datos de secciones de tubos de FO y eléctricos encontrados en las especificaciones técnicas de E-DISTRIBUCIÓN REDES DIGITALES (ENDESA), I-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES (IBERDROLA), E-REDES (HIDROCANTÁBRICO) y VIESGO DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA (VIESGO).

#### Cálculo de la sección de los tubos de fibra óptica:

ENDESA, según sus especificaciones, instala 2 tubos de 63 mm de diámetro para FO por circuito para AT y MAT, aunque de momento, según la información aportada por ENDESA, solamente utilizaría uno de ellos.

**Imagen 7. Detalle de las especificaciones de ENDESA para líneas subterráneas de AT**



*Fuente: Especificaciones Técnicas Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.:  
KRZ001 Líneas Subterráneas de Alta Tensión.*

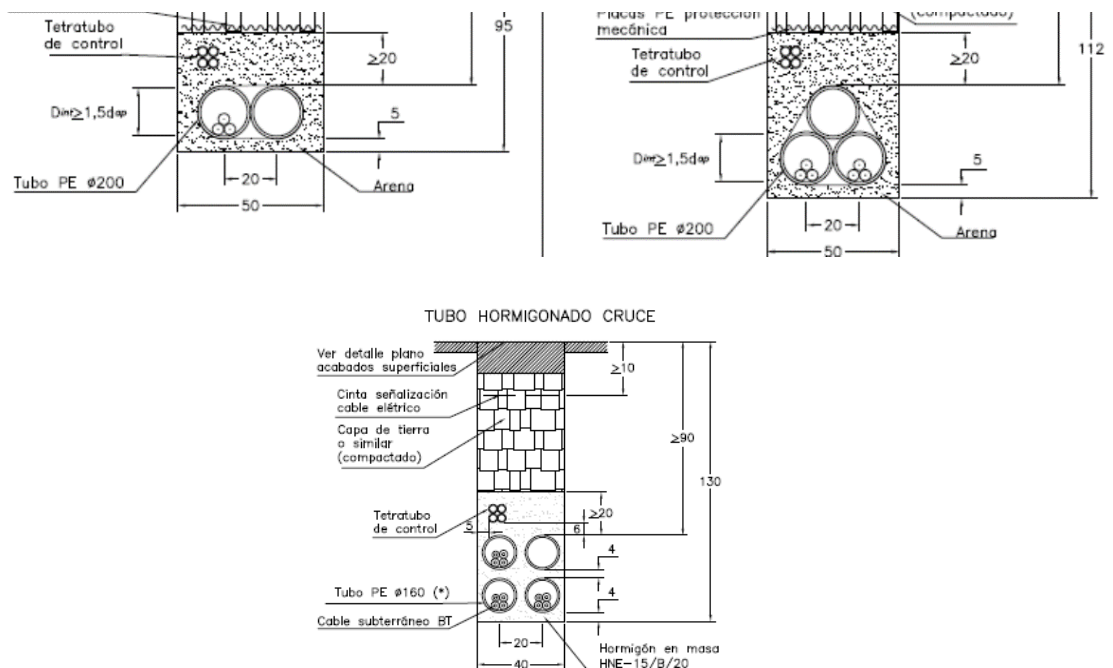
*Nota: El número 4 es el tubo donde va instalado el conductor eléctrico y el número 6 es el tubo donde va instalado el cable de FO.*

ENDESA instalaría un tetratubo (sin especificar tamaño en sus especificaciones) para FO en MT y BT<sup>25</sup>:

---

<sup>25</sup> Para MT y BT, las especificaciones de ENDESA indican un tetratubo, pero no se proporcionan sus dimensiones. En su respuesta al oficio de petición de información, ENDESA ha aclarado que **[INICIO CONFIDENCIAL] [FIN CONFIDENCIAL]**.

**Imagen 8. Detalle de las especificaciones de ENDESA para cables de MT**

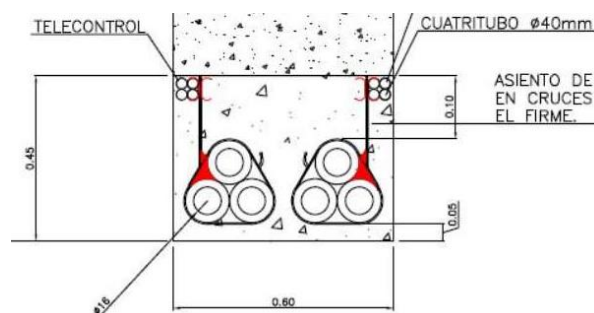


*Fuente: Especificaciones Técnicas Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.: NRZ001. Especificaciones Particulares para instalaciones de E-DISTRIBUCIÓN en Alta Tensión de  $U_n \leq 36$  kV. NRZ002. Especificaciones Particulares para instalaciones DE E-DISTRIBUCIÓN en Baja Tensión de  $U_n \leq 1000$  V.*

Para BT, ENDESA ha indicado que no tienen instalados cables de FO por el momento. No obstante, las especificaciones también muestran un tetratubo similar al de MT.

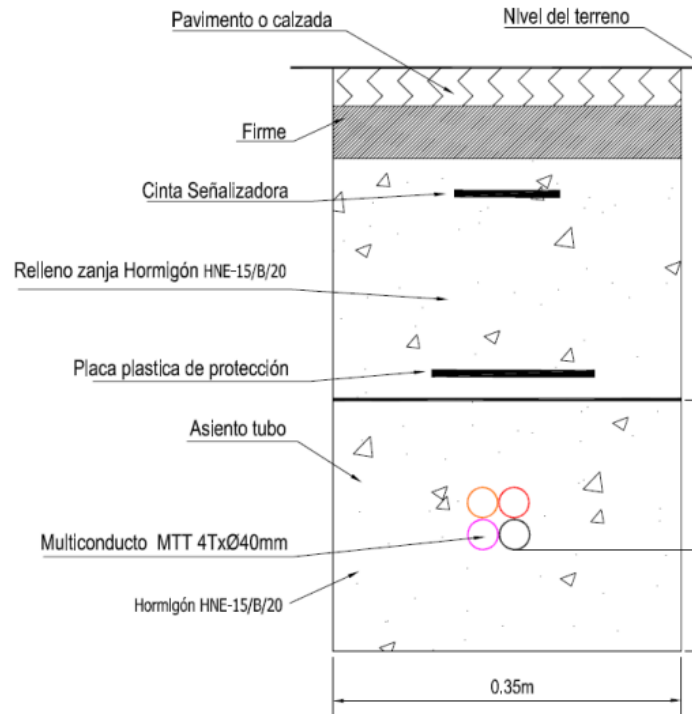
IBERDROLA indica que la FO se instala en tetratubos de 40 mm de diámetro tanto para BT como para AT.

**Imagen 9. Detalle de las especificaciones de IBERDROLA para cable de AT y MAT**



*Fuente: Guías de IBERDROLA MT 2.33.14: Guía de Instalación de los cables ópticos subterráneos.*

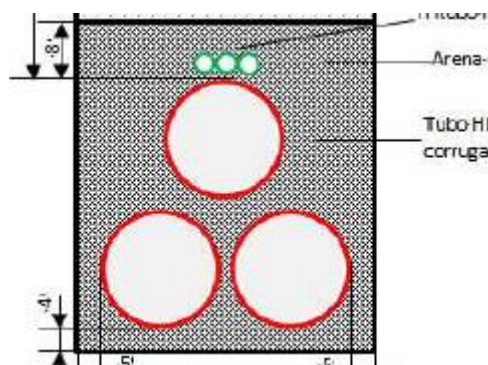
**Imagen 10. Detalle de las especificaciones de IBERDROLA en canalización específica para cable de comunicaciones**



*Fuente: Guías de IBERDROLA MT 2.33.14: Guía de Instalación de los cables ópticos subterráneos.*

Aunque para BT también se menciona en sus especificaciones la posibilidad de instalar un tritubo de 40 mm, al igual que para MT:

**Imagen 11. Detalle de las especificaciones de IBERDROLA para cable de BT y MT**

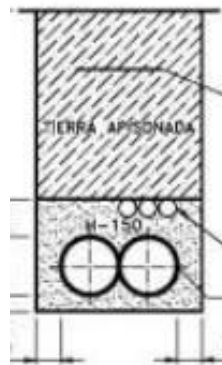


*Fuente: MT 2.51.43: Especificación particular. Red subterránea de baja tensión. Acometidas. Y MT. 2.31.01. Proyecto tipo de líneas subterráneas de AT hasta 30 kV.*



Las especificaciones de HIDROCANTÁBRICO indican que la FO se instala en tritubos de 50 mm de diámetro para BT y MT. La empresa no ha aportado especificaciones de canalizaciones subterráneas de AT.

**Imagen 12. Detalle de las especificaciones de HIDROCANTÁBRICO**

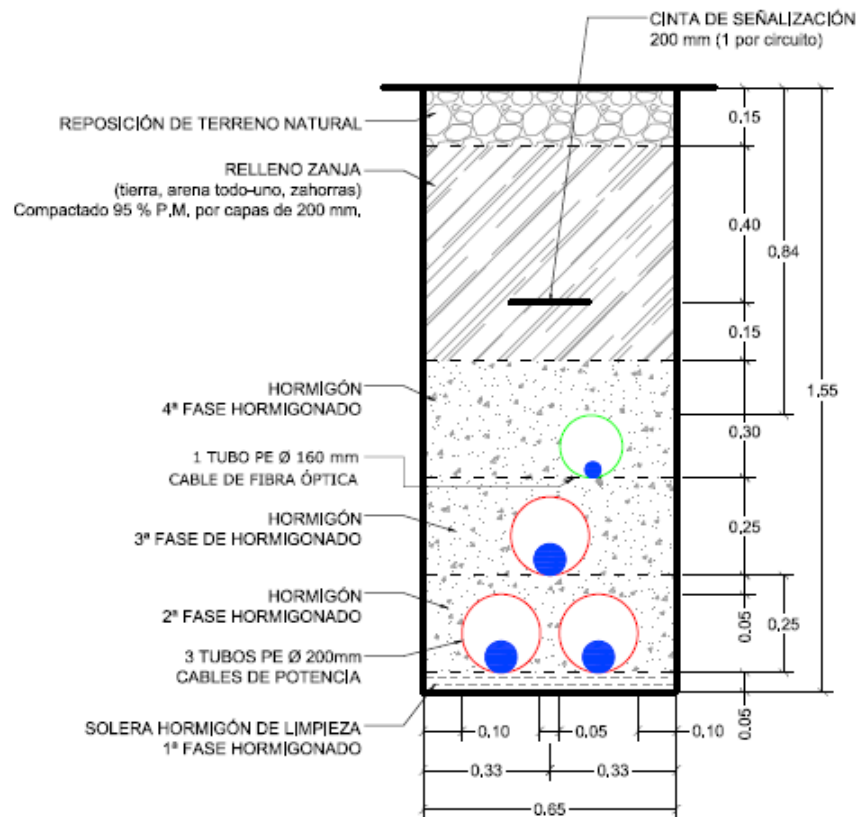


*Fuente: Especificación técnica E-REDES. Canalizaciones subterráneas de Baja y Media Tensión ET/5012.*

Las especificaciones técnicas de VIESGO para líneas subterráneas de AT se alejan de las del resto de empresas, dado que utilizan un tubo de gran diámetro, 160 mm, para la FO, independientemente del número de circuitos.

El tamaño del tubo de FO es casi del tamaño del tubo de los conductores eléctricos (200 mm) en las especificaciones de VIESGO.

**Imagen 13. Detalle de las especificaciones de VIESGO de cables subterráneos de AT**



*Fuente: Especificaciones Proyecto tipo de líneas de alta tensión subterráneas (>36 kV) - PT-LSAT.01.*

Las especificaciones técnicas de VIESGO para líneas subterráneas de MT<sup>26</sup> y de BT<sup>27</sup> también mencionan, si bien no lo incluyen en los esquemas, un tubo de 63 mm, ya que indican que “el tubo de PE-HD de 63 mm de diámetro exterior podrá utilizarse únicamente como tubo auxiliar de la canalización en previsión de instalación de sistemas de comunicaciones”.

Los diámetros y las secciones de los tubos de FO empleadas por ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO, se muestran en la Tabla 44, Tabla 45, Tabla 46 y Tabla 47, respectivamente.

<sup>26</sup> Especificación técnica de VIESGO “Proyecto tipo líneas de alta tensión subterráneas (hasta 36 kV) - PT-LMTS.01”.

<sup>27</sup> Especificación técnica de VIESGO: “Norma técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de baja tensión - NT-ASDS.01”.

**Tabla 44. Secciones de los tubos de FO de ENDESA**

Nivel de tensión	Diámetro tubo FO (mm) ENDESA	Sección tubo FO (mm <sup>2</sup> ) ENDESA
<b>MAT</b>	63	3.117
<b>AT</b>	63	3.117
<b>MT</b>	n.d.	
<b>BT</b>	n.d.	

*Fuente: Especificaciones Técnicas Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.: KRZ001 Líneas Subterráneas de Alta Tensión. NRZ001. Especificaciones Particulares para instalaciones de E-DISTRIBUCIÓN en Alta Tensión de  $Un \leq 36$  kV. NRZ002. Especificaciones Particulares para instalaciones de E-DISTRIBUCIÓN en Baja Tensión de  $Un \leq 1000$  V.*

*Nota: ENDESA, según sus Especificaciones, instala 2 tubos de 63 mm de diámetro para FO por circuito para AT y MAT, aunque de momento solo utilizarían uno de ellos, según la información aportada por la empresa. Para MT y BT, las especificaciones muestran un tetratubo para las comunicaciones, pero no se indica su tamaño.*

**Tabla 45. Secciones de los tubos de FO de IBERDROLA**

Nivel de tensión	Diámetro tubo FO (mm) IBERDROLA	Sección tubos FO (mm <sup>2</sup> ) IBERDROLA (cuatritubo para MAT, AT y tritubo para MT, BT)
<b>MAT</b>	40	5.027
<b>AT</b>	40	5.027
<b>MT</b>	40	3.770
<b>BT</b>	40	3.770

*Fuente: Guías de IBERDROLA MT 2.33.14: Guía de Instalación de los cables ópticos subterráneos. MT 2.31.01: Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV. MT 2.51.43: Especificación particular. Red subterránea de baja tensión. Acometidas.*

*Nota: IBERDROLA, según sus especificaciones, instala un tetratubo de 40 mm de diámetro en instalaciones de MAT, AT y BT por circuito, aunque también se indica un tritubo de 40 mm de diámetro en instalaciones de MT y BT (parece que independientemente del número de circuitos). Para el caso de BT, como existe una especificación que indica un tetratubo y otra que indica un tritubo, se ha optado por considerar un tritubo. Para el caso de AT se ha considerado, al igual que para ENDESA, que se utilizaría únicamente uno de los haces de tetratubos para la FO en circuitos dobles y triples.*

**Tabla 46. Secciones de los tubos de FO de HIDROCANTÁBRICO**

Nivel de tensión	Diámetro tubo FO (mm) HIDROCANT.	Sección tubos FO (mm <sup>2</sup> ) HIDROCANTÁBRICO (tritubo)
<b>MAT</b>	n.d.	
<b>AT</b>	n.d.	
<b>MT</b>	50	5.890
<b>BT</b>	50	5.890

*Fuente: Especificación técnica E-REDES. Canalizaciones subterráneas de Baja y Media Tensión ET/5012.*

*Nota: HIDROCANTÁBRICO, según sus Especificaciones, instala un tritubo de 50 mm de diámetro, independientemente del número de circuitos.*

**Tabla 47. Secciones de los tubos de FO de VIESGO**

Nivel de tensión	Diámetro tubo FO (mm) VIESGO	Sección tubo FO (mm <sup>2</sup> ) VIESGO
<b>MAT</b>	160	20.106
<b>AT</b>	160	20.106
<b>MT</b>	63	3.117
<b>BT</b>	63	3.117

*Fuente: Especificaciones de VIESGO: Proyecto tipo de líneas de alta tensión subterráneas (>36 kV) - PT-LSAT.01; “Proyecto tipo líneas de alta tensión subterráneas (hasta 36 kV) - PT-LMTS.01” y “Norma técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de baja tensión - NT-ASDS.01”.*

*Nota: VIESGO, según sus especificaciones, instala un tubo de 160 mm de diámetro para MAT y AT y un tubo de 63 mm de diámetro para MT y BT.*

Ante la diversidad de datos, se opta por hacer un promedio de las secciones indicadas por las distintas distribuidoras pero sin considerar la sección de las especificaciones técnicas de VIESGO para MAT y AT, en la medida en que la sección del tubo de FO de dichas especificaciones es 5 veces superior al promedio del resto de empresas para AT, lo que podría estar indicando un diámetro de tubo sobredimensionado, que podría distorsionar, si se utilizase, los resultados de esta metodología.

La sección promedio de los tubos de FO en las líneas subterráneas de distribución sería la indicada en la Tabla 48.

**Tabla 48. Sección promedio de los tubos de FO considerada para los cálculos**

Nivel de tensión	Promedio secciones tubos FO (mm <sup>2</sup> )
<b>MAT</b>	4.072
<b>AT</b>	4.072
<b>MT</b>	4.259
<b>BT</b>	4.259

*Nota: Se ha calculado el promedio de las secciones de tubos de FO de las especificaciones técnicas de ENDESA, IBERDROLA e HIDROCANTÁBRICO, según la Tabla 44, Tabla 45, Tabla 46 y Tabla 47.*

#### Cálculo de la sección de los tubos eléctricos:

Para los tubos que albergan los cables eléctricos, en las especificaciones hay más homogeneidad tanto para los tipos de cable utilizados como para los tamaños de tubos, aunque también varían entre las compañías. Según las especificaciones de ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO, los cables eléctricos utilizados son en la mayor parte de los casos cables unipolares de aluminio. Dichos cables se instalan en tubos cuyo diámetro suele ser de 160 o 200 mm (si bien en algunas ocasiones se utilizarían tubos de 250 mm o de 315 mm<sup>28</sup>). Ante la variedad de valores, se han tomado los valores mínimo y máximo encontrados para cada nivel de tensión.

La Tabla 49 muestra, por lo tanto, las secciones de los tubos donde van instalados los conductores eléctricos máxima y mínima que se han encontrado en las especificaciones técnicas de las compañías ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO. Se calcula el promedio de las secciones.

---

<sup>28</sup> IBERDROLA

**Tabla 49. Secciones de los tubos de los conductores eléctricos máximas y mínimas encontradas en las especificaciones de ENDESA, IBERDROLA, HIDROCANTÁBRICO y VIESGO**

Nivel de tensión	Diám. tubo (mm) mínimo	Sección tubo (mm <sup>2</sup> ) mínimo	Diám. tubo (mm) máximo	Sección tubo (mm <sup>2</sup> ) máximo	Sección tubo cable eléctrico (mm <sup>2</sup> ) promedio
<b>MAT</b>	(250x3)	147.262	(250x3)	147.262	147.262
<b>AT</b>	(160x3)	60.319	(200x3)	94.248	77.283
<b>MT</b>	160	20.106	315	77.931	49.019
<b>BT</b>	160	20.106	200	31.416	25.761

Fuentes:

*Especificaciones Técnicas Particulares Endesa Distribución Eléctrica, S.L.U.: KRZ001 Líneas Subterráneas de Alta Tensión. NRZ001. Especificaciones Particulares para instalaciones de E-Distribución en Alta Tensión de  $U_n \leq 36$  kV. NRZ002. Especificaciones Particulares para instalaciones de E-Distribución en Baja Tensión de  $U_n \leq 1000$  V.*

*Guías de IBERDROLA MT 2.33.14: Guía de Instalación de los cables ópticos subterráneos. MT 2.31.01: Proyecto tipo de línea subterránea de AT hasta 30 kV. MT 2.51.01: Proyecto tipo de línea subterránea de baja tensión. MT 2.51.43: Especificación particular. Red subterránea de baja tensión. Acometidas.*

*Especificación técnica E-REDES. Canalizaciones subterráneas de Baja y Media Tensión ET/5012.*

*Especificaciones de VIESGO: Proyecto tipo de líneas de alta tensión subterráneas (>36 kV) PT-LSAT.01. Proyecto tipo líneas de alta tensión subterráneas (hasta 36 kV). PT-LMTS.01. Norma Técnica de acometidas subterráneas y elementos de red de distribución subterránea de Baja Tensión. NT-ADSD.01.*

*Nota: Como se ha indicado anteriormente, en el caso de MAT y AT se instala cada conductor eléctrico en un tubo diferente, por lo que habría 3 tubos de conductor eléctrico por circuito, mientras que para MT y BT se instalan los 3 conductores del circuito en un único tubo.*

*Para BT, ENDESA, IBERDROLA e HIDROCANTÁBRICO indican tubos de 160 mm de diámetro. VIESGO menciona tubos de 160 y 200 mm. Para MT HIDROCANTÁBRICO indica 160 mm; VIESGO menciona diámetros de 160 y 200 mm; ENDESA 200 mm; e IBERDROLA indica 160, 200 y 315 mm. Para AT, tanto IBERDROLA como ENDESA indican 160 y 200 mm de diámetro, y VIESGO 200 mm. Para MAT, IBERDROLA indica 250 mm.*

### Obtención del parámetro “Rel”:

Finalmente, con los valores de la Tabla 48 y de la Tabla 49, se calcula la relación “Rel”. Este parámetro es el resultado de dividir la sección del tubo o tubos donde va instalada la fibra óptica entre la sección total (sección del tubo o tubos de FO

más la sección de los tubos de los cables eléctricos), como se indicó en Fórmula 9. Los resultados se muestran en la Tabla 50.

**Tabla 50. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de distribución**

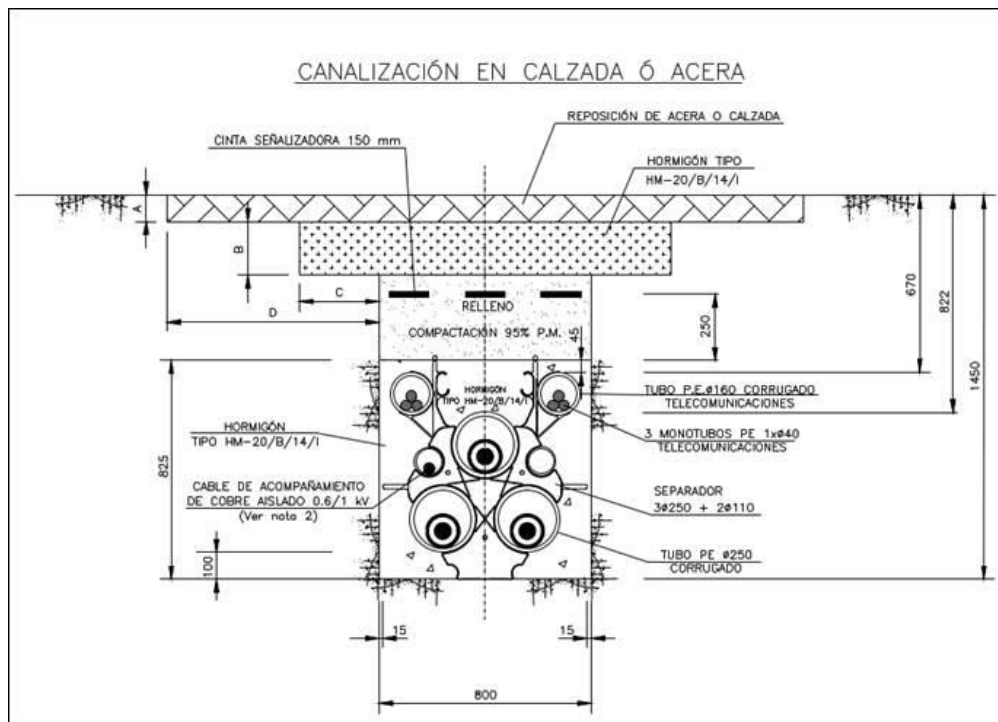
Nivel de tensión	Relación secciones “Rel” - promedio		
	Simple circuito	Doble circuito	Triple circuito
<b>MAT</b>	2,7%	1,4%	0,9%
<b>AT</b>	5,0%	2,6%	1,7%
<b>MT</b>	8,0%	4,2%	2,8%
<b>BT</b>	14,2 %	7,6%	

*Nota: La relación promedio (“Rel”) se obtiene dividiendo la sección del tubo o tubos de FO entre la sección total (sección de los tubos de los conductores eléctricos más la sección del tubo o tubos de FO). Es decir, los valores se obtienen introduciendo en la Fórmula 9 los valores de la Tabla 48 y de la Tabla 49. En el caso de doble circuito, la sección de los tubos de los cables eléctricos se multiplicaría por 2 y, en el caso de triple circuito, por 3, mientras que la sección de los tubos de FO no cambiaría.*

## 1.2 Transporte eléctrico

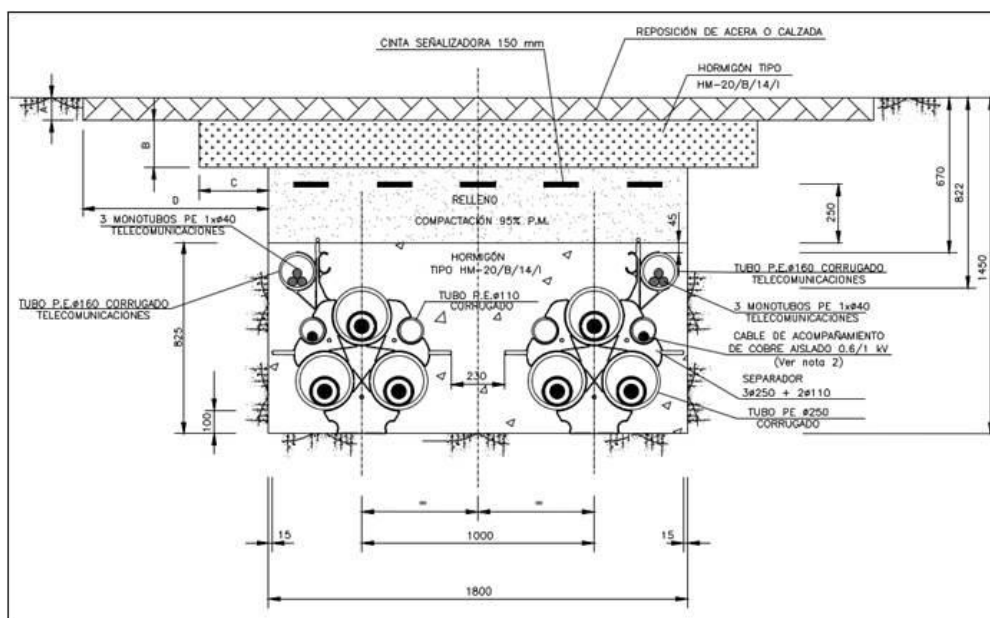
Según la información aportada por REE, los cables de FO se instalan en conductos como se muestra en la Imagen 14 y en la Imagen 15:

**Imagen 14. Esquemas de instalación de FO en canalizaciones subterráneas de simple circuito de REE**



Fuente: Información aportada por REE en respuesta al oficio de petición de información RDC/DE/003/22.

**Imagen 15. Esquemas de instalación de FO en canalizaciones subterráneas de doble circuito de REE**



Fuente: Información aportada por REE en respuesta al oficio de petición de información RDC/DE/003/22.

Como puede observarse en las imágenes anteriores, cada conductor del circuito eléctrico se instala dentro de un tubo de 250 mm. Para instalar la FO se utilizan 3 monotubos de 40 mm colocados dentro de un tubo de 160 mm. En cada canalización se instalan dos de estos tubos de 160 mm con 3 monotubos dentro, tanto para circuitos simples como para circuitos dobles.

Para realizar el cálculo de la relación de secciones (parámetro “Rel”), se considera la sección de la pareja de 3 monotubos de 40 mm para la FO y de los tubos de 250 mm para los conductores eléctricos. Utilizando la Fórmula 9 se obtienen los valores mostrados en la Tabla 51.

**Tabla 51. Relación promedio (“Rel”) obtenida para los distintos tipos de líneas subterráneas de transporte**

	Diámetro tubo FO (3 monotubos x 2) (mm)	Sección tubo FO (mm <sup>2</sup> ) - simple circuito	Sección tubo FO (mm <sup>2</sup> ) - doble circuito	Diámetro tubo cable eléctrico (mm)	Sección tubo cable eléctrico (mm <sup>2</sup> ) - simple circuito	Sección tubo cable eléctrico (mm <sup>2</sup> ) - doble circuito	Relación secciones - simple circuito	Relación secciones - doble circuito
<b>Coefficientes</b>	40	7.540	7.540	250	147.262	294.524	4,9%	2,5%

Fuente: Información aportada por REE en respuesta al oficio de petición de información RDC/DE/003/22.



*Nota: La relación promedio “Rel” se obtiene dividiendo la sección del tubo o tubos de FO entre la sección total (sección de los tubos de los conductores eléctricos más la sección del tubo o tubos de FO).*

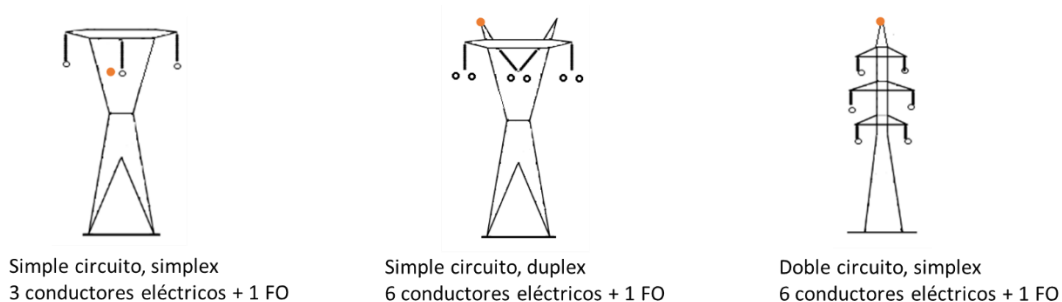
## 2. CÁLCULO DEL PARÁMETRO “Rel” EN LÍNEAS AÉREAS

Como se ha indicado en el apartado 5.2.2, para el cálculo del parámetro “Rel” en las líneas aéreas se considerará el porcentaje de peso que representa el cable de fibra óptica, respecto al peso total de los conductores eléctricos de las líneas y del cable de fibra óptica, según la Fórmula 11.

Para ello, es necesario tener en cuenta, tanto el peso de los conductores eléctricos y cables de FO, como el número de conductores eléctricos “nº cond” en cada tipo de línea.

Respecto al número de conductores, se pueden ver unos ejemplos en la Imagen 16:

**Imagen 16. Esquemas de distintos tipos de disposiciones de líneas aéreas. El cable de FO se muestra en naranja**



Nota: En la primera figura se ha considerado que la FO sería un cable ADSS y en la segunda y tercera figura sería un cable OPGW.

Con respecto al peso de los cables de FO y de los conductores eléctricos, se han extraído datos de catálogos de fabricantes, de normas UNE y de la información aportada por las empresas tanto para distribución como para transporte eléctrico.

### 2.1 Distribución eléctrica

#### Obtención del número de conductores:

La siguiente Tabla 52 indica el número de conductores considerados para cada tipo de circuito de distribución. Una línea de simple circuito tiene 3 conductores eléctricos más 1 cable de FO. Una línea de doble circuito tiene  $2 \times 3 = 6$  conductores más 1 cable de FO. Una línea de triple circuito tiene  $3 \times 3 = 9$

conductores más 1 cable de FO. Para AT y MAT, pueden ser también “simplex”, “dúplex” y “tríplex”. Si es simplex tiene un conductor por fase, si es dúplex, 2 conductores por fase y si es tríplex, 3 conductores por fase. En ese caso, por ejemplo, un doble circuito dúplex tendría  $2 \times 3 + 2 \times 3 = 12$  conductores eléctricos más 1 cable de FO.

Las líneas aéreas de distribución pueden ir equipadas con 1 o 2 cables de tierra, que no se han considerado en este cálculo, por simplicidad, salvo en el caso de que se trate de un cable de FO tipo OPGW, caso en el que el cable de FO va instalado dentro del cable de tierra.

**Tabla 52. Número de conductores “nº cond” por cada tipo de circuito**

	Simple circuito		Doble circuito		Triple circuito	
	Síplex	Dúplex	Síplex	Dúplex	Síplex	Dúplex
<b>Nº conductores eléctricos</b>	3	6	6	12	9	18
<b>Nº cables FO</b>	1	1	1	1	1	1

*Nota: Para MAT, AT y MT se considera un conductor por fase. Sin embargo, en el caso de BT, se consideran cables trifásicos, por lo que, como el cable trifásico ya comprende los 3 conductores, en ese caso el parámetro “nº cond” será simplemente 1 para simple circuito y 2 para doble circuito.*

### Obtención de la masa de los cables de fibra óptica:

En cuanto al peso del cable de FO ( $m_{FO}$ ), se han buscado datos de fabricantes de cables de FO. La Tabla 53 muestra los valores para un cable de FO del tipo OPGW y la Tabla 54 para un cable del tipo ADSS. Se toman valores para un cable de 48 FO que, atendiendo a la información disponible, sería el que más se instala habitualmente.

**Tabla 53. Pesos de cables OPGW según distintos fabricantes (kg/km)**

Nº de fibras	AFL	Prysmian	ZTT	Valor considerado
<b>48</b>	467	467	438	457

*Fuentes: Catálogos de AFL (central core OPGW, 43 kA<sup>2</sup>s), Prysmian (cladcore OPGW, 43 kA<sup>2</sup>s) y ZTT (tipo central tube OPGW, single layer, 17,5 kA<sup>2</sup>s).*

*Nota: Dada la diversidad de tipologías de cables OPGW, se han considerado los de menor corriente de cortocircuito (ya que las especificaciones de ENDESA e IBERDROLA indican unos valores de corriente de cortocircuito inferiores a los de los catálogos).*

**Tabla 54. Pesos de cables ADSS según distintos fabricantes (kg/km)**

Nº de fibras	AFL	Prysmian	Promedio
48	124	153	139

Fuentes: Catálogos de AFL (tipo NESC light loading) y Prysmian (tipo long spam ADSS NESC medium).

Nota: Los pesos de cables están relacionados con el vano. Se han considerado cables ADSS indicados para un vano de hasta 180 m. Para vanos superiores (unos 250 m), esta masa aumentaría en unos 5 o 6 kg.

La siguiente Tabla 55 muestra la masa que se considera para el cable de FO en AT y MAT. Según la información aportada por las empresas distribuidoras al oficio de petición de información, en AT y MAT se instalaría preferentemente cable OPGW, así que se ha considerado este tipo de cable para estas tensiones. No obstante, para el cable OPGW (que es, como se ha explicado anteriormente, un cable de tierra con un conductor de FO en el interior), al ser un cable que reemplazaría al cable de tierra sin FO que siempre se instala, no se considera a efectos del cálculo del parámetro “Rel” la masa total de este cable OPGW, sino que  $m_{FO}$  sería únicamente la diferencia entre la masa de un cable OPGW y la masa de un cable de tierra sin FO, que asciende a 65 kg/km.

**Tabla 55. Pesos del cable OPGW de 48 FO, del cable de tierra convencional (sin FO) y diferencia entre ellos (kg/km)**

Cable OPGW 48 FO (kg/km)	Cable tierra sin FO (kg/km)	Diferencia de pesos (kg/km)
457	392	65

Nota: La masa del cable OPGW 48 FO (457 kg/km) viene de la Tabla 53. La masa del cable de tierra convencional (es decir, sin FO en el interior) se considera que es la del cable 49 ST1A AC 5 (392 kg/km) y viene de las normas UNE-EN 50182 y UNE-EN 50189. Por lo tanto, la diferencia entre las masas de ambos cables es 65 kg/km.

En el caso de MT y BT se considera que se instala siempre cable ADSS, que parece lo más habitual, por lo que su masa  $m_{FO}$  a efectos del cálculo del parámetro “Rel” sería de 139 kg/km.

### Obtención de la masa de los conductores eléctricos:

La masa del conductor eléctrico de AT se obtiene de la norma UNE-EN 50182<sup>29</sup>. Se consideran cables AL1/ST1A (Aluminio con alma de acero galvanizado) que serían los más habituales. En la Tabla 56 se indican los conductores eléctricos de AT, sus masas, y las secciones para las que resultaría de aplicación (de acuerdo a los rangos de sección definidos en los tipos i de líneas aéreas de la Orden IET/2660/2015).

**Tabla 56. Masas de los conductores eléctricos  $m_{cond}$  más habitualmente utilizados en AT**

<b>Conductores AT</b>	<b>Masa conductor <math>m_{cond}</math> (kg/km)</b>	<b>Secciones S de los tipos de líneas aéreas i para las que se considera</b>
147-AL1 / 34-ST1A LA 180	675,8	$S \leq 180 \text{ mm}^2$
242-AL1 / 39-ST1A LA 280	976,2	$180 < S \leq 300 \text{ mm}^2$
337-AL1 / 44-ST1A LA 380	1.274,6	$S > 300 \text{ mm}^2$

*Fuente: Norma UNE-EN 50182, Tabla F.30.*

*Nota: Puesto que los tipos de líneas aéreas definidas en la Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, para AT y MAT diferencian entre 3 categorías de secciones (inferiores o iguales a 180 mm<sup>2</sup>, entre 180 y 300 mm<sup>2</sup> y superiores a 300 mm<sup>2</sup>), se ha considerado el conductor 147-AL1 / 34-ST1A LA 180 para secciones inferiores o iguales a 180 mm<sup>2</sup>, el conductor 242-AL1 / 39-ST1A LA 280 para secciones entre 180 y 300 mm<sup>2</sup> y el 337-AL1 / 44-ST1A LA 380 para secciones superiores a 300 mm<sup>2</sup>, tal y como se indica en la última columna de la tabla.*

La masa de los conductores eléctricos de MT se obtiene de la norma UNE-EN 50182<sup>30</sup>. Se consideran cables AL1/ST1A (aluminio con alma de acero galvanizado) que serían los más habituales. La

<sup>29</sup> Es la norma que referencian IBERDROLA, ENDESA y VIESGO en sus especificaciones.

<sup>30</sup> Es la norma que referencian IBERDROLA, ENDESA y VIESGO en sus especificaciones.

Tabla 57 muestra los conductores eléctricos de MT, sus masas, y las secciones para las que resultaría de aplicación (de acuerdo a los rangos de sección definidos en los tipos de líneas aéreas i de la Orden IET/2660/2015).

**Tabla 57. Masas de los conductores eléctricos  $m_{\text{cond}}$  de MT**

Conductores MT (ST1A)	masa conductor $m_{\text{cond}}$ (kg/km)	Secciones S de los tipos de líneas aéreas i para las que se considera
47 AL 1/8-ST1A LA 56	188,8	$S \leq 56 \text{ mm}^2$
94-AL 1/22-ST1A LA 110	432,5	$56 < S \leq 110 \text{ mm}^2$
147-AL 1/34-ST1A LA 180	675,8	$S > 110 \text{ mm}^2$

Fuente: La masa se obtiene de la norma UNE-EN 50182, Tabla F.30.

Nota: Los tipos de conductores eléctricos se han extraído de las especificaciones técnicas de ENDESA, IBERDROLA y VIESGO, siendo los que se muestran en la tabla comunes a las 3 especificaciones.

Nota: Puesto que los tipos de línea definidas en la Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, para MT diferencian entre 3 categorías de secciones (inferiores o iguales a  $56 \text{ mm}^2$ , entre  $56$  y  $110 \text{ mm}^2$  y superiores a  $110 \text{ mm}^2$ ), se ha considerado el conductor 47 AL 1/8-ST1A LA 56 para secciones inferiores o iguales a  $56 \text{ mm}^2$ , el conductor 94-AL 1/22-ST1A LA 110 para secciones entre  $56$  y  $110 \text{ mm}^2$  y el 147-AL 1/34-ST1A LA 180 para secciones superiores a  $110 \text{ mm}^2$ , tal y como se indica en la última columna de la tabla.

La masa de los cables de BT se ha obtenido de un fabricante. La Tabla 58 muestra los conductores eléctricos de BT, sus masas, y las secciones para las que resultaría de aplicación (de acuerdo a los rangos de sección definidos en los tipos de líneas aéreas de la Orden IET/2660/2015).

**Tabla 58. Masas de los cables eléctricos  $m_{\text{cond}}$  de BT**

Cables BT trifásico	masa cable eléctrico $m_{\text{cond}}$ (kg/km)	Secciones S de los tipos de líneas aéreas i para las que se considera
3x50 Al/54,6 Alm	725	$S < 75 \text{ mm}^2$
3x95 Al/54,6 Alm	1170	$S \geq 75 \text{ mm}^2$

Fuente: La masa se ha obtenido del catálogo de un fabricante (Prysmian, cable tipo AEROPREX RZ 0,6/1 kV). Se han considerado cables con neutro fiador, es decir, para redes tensadas (sobre postes).

Nota: Como la Orden IET/2660/2015, de 11 de diciembre, diferencia entre sección inferior a  $75 \text{ mm}^2$  y sección mayor o igual a  $75 \text{ mm}^2$ , se han considerado, por simplicidad, los valores del conductor 3x50 Al/54,6 Alm para el tipo de cable menor de  $75 \text{ mm}^2$  y el de 3x95 Al/54,6 Alm para el tipo de cable de sección mayor o igual a  $75 \text{ mm}^2$ , tal y como se indica en la última columna de la tabla.

*Nota: Son cables trifásicos. La tipología de cables se ha extraído de las especificaciones técnicas de ENDESA, IBERDROLA y VIESGO. Los cables seleccionados son cables comunes a las 3 especificaciones.*

Como resultado de las tablas anteriores, la siguiente Tabla 59 muestra las masas de los conductores eléctricos de líneas aéreas de distribución  $m_{cond}$ , que se van a considerar para calcular el parámetro “Rel”.

**Tabla 59. Resumen de las masas consideradas para los conductores eléctricos  $m_{cond}$  (kg/km)**

Nivel de tensión	Sección de los Conductores	Masa conductor eléctrico $m_{cond}$ (kg/km)
AT y MAT	$S \leq 180 \text{ mm}^2$	675,8
	$180 < S \leq 300 \text{ mm}^2$	976,2
	$S > 300 \text{ mm}^2$	1.274,6
MT	$S \leq 56 \text{ mm}^2$	188,8
	$56 < S \leq 110 \text{ mm}^2$	432,5
	$S > 110 \text{ mm}^2$	675,8
BT	$S < 75 \text{ mm}^2$	725 (3 fases + neutro)
	$S \geq 75 \text{ mm}^2$	1170 (3 fases + neutro)

*Nota: La masa indicada es por conductor, salvo en el caso de baja tensión, donde es el peso de un cable trifásico con neutro incluido.*

*Fuentes: Norma UNE-EN 50182, Tabla F.30, y catálogo del fabricante Prysmian para los cables de BT.*

### Cálculo del parámetro “Rel”:

Finalmente, se calcula el parámetro “Rel” utilizando el número de conductores “nº cond” y la masa de los cables de FO  $m_{FO}$  y de los conductores eléctricos  $m_{cond}$ . Para ello, se divide la masa del cable de FO entre la masa de todos los conductores eléctricos más la masa del cable de FO (Fórmula 11).

Los resultados obtenidos del parámetro “Rel” para las líneas aéreas de distribución se muestran en la Tabla 60.

**Tabla 60. Relación promedio “Rel” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de distribución**

Nivel tensión	Sección	Nº circuitos	Nº conductores	Rel
MAT y AT	$0 < S \leq 180$	Simple	Síplex	3,1%
	$180 < S \leq 300$	Simple	Síplex	2,2%

	300 < S	Simple	Símplex	1,7%
	0 < S <= 180	Simple	Dúplex	1,6%
	180 < S <= 300	Simple	Dúplex	1,1%
	300 < S	Simple	Dúplex	0,8%
	0 < S <= 180	Doble	Símplex	1,6%
	180 < S <= 300	Doble	Símplex	1,1%
	300 < S	Doble	Símplex	0,8%
	0 < S <= 180	Doble	Dúplex	0,8%
	180 < S <= 300	Doble	Dúplex	0,6%
	300 < S	Doble	Dúplex	0,4%
	0 < S <= 180	Triple	Símplex	1,1%
	180 < S <= 300	Triple	Símplex	0,7%
	300 < S	Triple	Símplex	0,6%
	<b>MT</b>	0 < S <= 56	Simple	Símplex
56 < S <= 110		Simple	Símplex	9,6%
110 < S		Simple	Símplex	6,4%
0 < S <= 56		Doble	Símplex	10,9%
56 < S <= 110		Doble	Símplex	5,1%
110 < S		Doble	Símplex	3,3%
0 < S <= 56		Triple	Símplex	7,5%
56 < S <= 110		Triple	Símplex	3,4%
110 < S		Triple	Símplex	2,2%
<b>BT</b>	S < 75 postes	Simple	Símplex	16,0%
	S = 75 postes	Simple	Símplex	10,6%
	S < 75 postes	Doble	Símplex	8,7%
	S = 75 postes	Doble	Símplex	5,6%
	S < 75 fachada	Simple	Símplex	- (*)
	S = 75 fachada	Simple	Símplex	- (*)

(\*) Como la fachada no es una infraestructura de la compañía, se considera que no habría que hacer ajuste por el uso de apoyos, por lo que el porcentaje en el caso de circuitos sobre fachada es 0%.

## 2.2 Transporte eléctrico

### Obtención del número de conductores:

La siguiente Tabla 61 indica el número de conductores considerados para cada tipo de circuito.

Las líneas aéreas pueden ir equipadas con 1 o 2 conductores de tierra. En el caso de que fueran 2 conductores de tierra, uno de ellos tendría en su interior la FO (cable OPGW) y el otro no. Pero este segundo conductor de tierra sin fibra



óptica no se ha considerado en el cálculo de la relación de masas, por simplicidad.

Tampoco se ha considerado, por simplicidad, el caso en el que hay 2 cables de FO instalados en el circuito.

**Tabla 61. Número de conductores por cada tipo de circuito “nº cond”**

	Simple circuito			Doble circuito			Cuádruple circuito	
	Símplex	Dúplex	Tríplex	Símplex	Dúplex	Tríplex	Dúplex	Tríplex
<b>Nº conductores eléctricos</b>	3	6	9	6	12	18	24	36
<b>Nº conductores FO</b>	1	1	1	1	1	1	1	1

Obtención de la masa del cable de fibra óptica:

Según ha indicado REE, utilizarían siempre cables de FO del tipo OPGW. Como valor de la diferencia de la masa del cable de tierra con FO (OPGW) y de tierra sin FO se toma el mismo valor considerado en distribución para un cable de 48 FO en la Tabla 55, es decir,  $m_{FO}$  sería igual a 65 kg/km.

Obtención de la masa del conductor eléctrico:

La masa del conductor eléctrico para transporte  $m_{cond}$  se obtiene, al igual que para distribución, de la norma UNE-EN 50182<sup>31</sup>. Se considera cable tipo Condor, de aluminio con alma de acero galvanizado (Tabla 62).

**Tabla 62. Masas del cable tipo Condor**

Cables AT	Masa conductor $m_{cond}$ (kg/km)
402-AL1 / 52-ST1A LA 455 CONDOR	1.520,5

*Fuente: Norma UNE-EN 50182, Tabla F.30.*

<sup>31</sup> Es la norma que referencian tanto IBERDROLA como ENDESA en sus especificaciones.

### Cálculo del parámetro “Rel”:

Finalmente, se calcula el parámetro “*Rel*” según la Fórmula 11, con las masas de la Tabla 55 y de la Tabla 62 y con el número de conductores indicado en la Tabla 61.

Los resultados obtenidos del parámetro “*Rel*” para las líneas aéreas de transporte se muestran en la Tabla 63.

**Tabla 63. Relación promedio “*Rel*” obtenida para los distintos tipos de líneas aéreas de transporte**

Nivel tensión	Nº circuitos	Nº conductores	<i>Rel</i>
U = 400 kV	Simple	Dúplex	0,71%
U = 400 kV	Doble	Dúplex	0,36%
U = 400 kV	Cuádruple	Dúplex	0,18%
U = 400 kV	Simple	Tríplex	0,48%
U = 400 kV	Doble	Tríplex	0,24%
U = 400 kV	Cuádruple	Tríplex	0,12%
U = 220 kV	Simple	Símplex	1,41%
U = 220 kV	Doble	Símplex	0,71%
U = 220 kV	Simple	Dúplex	0,71%
U = 220 kV	Doble	Dúplex	0,36%
U = 220 kV	Cuádruple	Dúplex	0,18%