



Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales

# Importancia de la Tecnología de Fibra Óptica en España.

Autor: José Manuel Moreno Martínez  
5° E-3 B

Tutor: Juan Felipe Jung Lusiardo

Madrid, 2023

## ÍNDICE DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>LISTADO DE ABREVIATURAS.....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>  | <b>9</b>  |
| <b>EXECUTIVE SUMMARY.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>INTRODUCCIÓN.....</b>  | <b>13</b> |
| <b>CAPITULO I. REVISIÓN DE LA LITERATURA.....</b>   | <b>16</b> |
| 1.1. ¿Qué es la banda ancha? .....  | 16        |
| 1.2. ¿Qué tecnologías se usan?.....   | 16        |
| 1.2.1. Acceso por cable.....  | 17        |
| 1.2.2. Redes fijas inalámbricas.....  | 18        |
| 1.2.3. Acceso móvil .....   | 19        |
| 1.3. Regulación de los servicios de acceso a internet de banda ancha .....  | 20        |
| 1.3.1. Regulación a nivel minorista .....   | 20        |
| 1.3.2. Regulación a nivel mayorista.....  | 21        |
| 1.4. ¿Qué ventajas y desventajas genera la fibra óptica?.....   | 21        |
| 1.5. Impacto de la banda ancha / fibra en la economía.....  | 22        |
| 1.6. Estudios sobre el tema para el caso de España.....   | 24        |
| 1.6.1. La fibra óptica, breve historia de su nacimiento.....  | 24        |
| 1.6.2. La fibra óptica en España .....  | 26        |
| 1.7. Estudios que hayan analizado el tema para otros países .....   | 28        |
| 1.8. Los vacíos en la literatura.....   | 33        |
| 1.9. Hipótesis.....   | 34        |
| <b>CAPÍTULO II. ANÁLISIS DESCRIPTIVO / EXPLORATORIO .....</b>   | <b>36</b> |
| 2.1. El caso español: ¿Cómo se han logrado los grandes avances en los despliegues de fibra? .....                   | 36        |
| 2.2. Comparativo de figuras nacionales con otros países del entorno.....  | 39        |
| 2.3. Análisis detallado a nivel nacional y por provincia: identificaciones de regiones más y menos conectadas ..... | 40        |
| 2.4. Evolución a lo largo del tiempo.....   | 42        |
| 2.5. Políticas del Gobierno para favorecer el despliegue de la fibra óptica.....                                    | 48        |

|  |    |
|--|----|
| <b>CAPÍTULO III. IMPACTO ECONÓMICO</b> .....   | 53 |
| 3.1. La Fibra Óptica en la Economía.....   | 53 |
| 3.2. España, líder europeo en despliegue de fibra.....   | 53 |
| 3.3. España amortigua la escasez de fibra óptica que amenaza con golpear la digitalización en Europa .....               | 54 |
| 3.4. Tendencias de la industria de fibra óptica.....   | 55 |
| 3.5. Costes de la inversión en fibra óptica .....  | 56 |
| 3.6. El Producto Interno Bruto y la fibra óptica.....  | 56 |
| 3.7. Productividad y fibra óptica .....  | 59 |
| 3.8. Un nuevo paradigma en el despliegue de fibra .....  | 59 |
| <b>CAPÍTULO IV. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS QUE AYUDEN A PAÍSES EN DESARROLLO A ACELERAR DESPLIEGUES DE FIBRA</b> ..... | 61 |
| 4.1. Estudio de caso / tendencias futuras países no desarrollados.....   | 63 |
| <b>CONCLUSIONES</b> .....  | 65 |
| <b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....  | 67 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Ventajas y desventajas de la fibra óptica .....                                | 22 |
| Tabla 2. Cobertura de fibra óptica en las regiones de España .....                      | 40 |
| Tabla 3. Evolución de FTTH vs xDSL.....   | 44 |
| Tabla 4. Papel del estado en el desarrollo del sistema de banda ancha.....              | 61 |
| Tabla 5. América Latina: índice promedio del despliegue de fibra óptica por grupo de 63 |    |

## ÍNDICE DE IMÁGENES

|  |    |
|--|----|
| Imagen 1. Tipo de conexiones de fibra óptica .....           | 38 |
| Imagen 2. Mapa de las zonas blancas y grises en España ..... | 49 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|  |    |
|--|----|
| Gráfico 1. Comparativo de España con los países de la UE.....  | 39 |
| Gráfico 2. Evolución de FTTH vs xDSL.....  | 44 |
| Gráfico 3. Penetración de accesos xDSL, HFC y FTTH por tipo de municipio.....  | 45 |
| Gráfico 4. Evolución del porcentaje de accesos sobre el total de banda ancha por tipo de municipio .....                           | 46 |
| Gráfico 5. Porcentaje de accesos activos NGA de FTTH y DOCSIS 3.x sobre accesos totales de banda ancha por tipo de municipio ..... | 47 |
| Gráfico 6. España, fibra óptica hasta el hogar (2019-2022) .....   | 55 |
| Gráfico 7. Niveles de inversión en fibra óptica sobre el PIB en España (2019-2022)....   | 57 |
| Gráfico 8. Niveles del PIB per cápita en España (2019-2022) .....  | 58 |
| Gráfico 9. PIB per cápita y penetración de fibra óptica .....  | 59 |

## **LISTADO DE ABREVIATURAS**

**ADSL:** Línea asimétrica de abonado digital.

**CMT:** Comisión del Mercado de las Telecomunicaciones.

**CNMC:** Comisión Nacional de la Competencia en el Mercado.

**DOCSIS:** Data Over Cable Service Interface Specification, en español: Especificación de Interfaz para Servicios de Datos por Cable.

**xDSL:** Digital Subscriber Line. Línea de abonado digital.

**ETB:** Empresa de Telecomunicaciones de Bogotá.

**FBA:** Asociación de Banda Ancha de Fibra.

**FTTA:** Fiber-to-the-antenna: Lleva la fibra hasta las antenas de telefonía para proporcionar alta velocidad.

**FTTB:** Fiber-to-the-building: La fibra llega al edificio y se distribuye a través de cobre o cable de red hasta llegar a casa.

**FTTC:** Fiber-to-the-cabinet: La fibra llega más cerca del edificio, a un máximo de 300 metros.

**FTTH:** Fiber-to-the-home: La fibra llega y entra en casa.

**FTTN:** Fiber-to-the-node: La fibra llega hasta un nodo y de ahí enlaza con la casa con otro tipo de cable como cobre o coaxial (HFC).

**GBPS:** Gigabits per second ó gigabits por segundo.

**GSM:** Sistema Global de Comunicaciones Móviles.

**HFC:** Hybrid Fiber Coaxial o Híbrido de Fibra-Coaxial.

**HSPA:** High-Speed Packet Access. Acceso de paquetes de alta velocidad.

**IP:** Protocolo de Internet.

**ISP:** Internet Service Providers (en español, proveedor de servicios de Internet).

**LED:** Diodo emisor de luz.

**LTE:** Long Term Evolution. Tecnología inalámbrica de banda ancha.

**Mb/s:** Megabit por segundo.

**MHz:** Mega Hertz.

**NGA:** Acceso de próxima generación (en inglés, Next-generation Access).

**OCDE:** Digital Economy Outlook de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.

**ONTSI:** Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad.

**PEBA-NGA:** Ministerio de Economía y Transformación Digital-Programa Nacional de Expansión de Banda Ancha de Próxima Generación .

**PIB:** Producto Interno Bruto.

**PON:** Red óptica pasiva.

**REFEFO:** Red Federal Fiber Network.

**UE:** Unión Europea.

**UFINET:** Transportador para empresas de telecomunicaciones.

**UMTS:** Universal Mobile Telephone Systems. Sistema universal de telecomunicaciones móviles.

**VDSL o VHDSL:** Very high-bit-rate Digital Subscriber **Line**, o Línea de abonado digital de muy alta tasa de transferencia.

**WFH:** Oficina en casa.

**WIFI:** Sistema de conexión inalámbrica, dentro de un área determinada, entre dispositivos electrónicos, y frecuentemente para acceso a internet.

**WiMAX:** Worldwide Interoperability for Microwave Access, que en español significa algo así como interoperabilidad global para acceso por microondas.



## **RESUMEN EJECUTIVO**

Sabemos que el acceso a la banda ancha es fundamental y que nuestros estilos de vida están cambiando en la era digital. Incluso antes de la pandemia, se decía que cada día más personas trabajan desde casa, más escuelas enseñan en línea y cada día compramos más cosas en línea.

Necesitamos ver el acceso de banda ancha no solo como un derecho universal, sino como la infraestructura que impulsará nuestra economía. En las últimas décadas, los cables de fibra óptica han cobrado gran importancia en todo el mundo con la llegada de nuevas tecnologías debido a su potencial para cambiar el entorno económico. Con los grandes cambios que trajo la era de la divulgación, la extensión de la red de fibra óptica ha sido tan importante para los países como la edificación de una carretera o una vía férrea, con la distinción que la autopista digital nos lleva a velocidad máxima, clara e inequívocamente, a un solo lugar: a la expansión económica y colectiva.

España se ha convertido en un referente en la expansión de las redes de fibra óptica en Europa. Las operadoras han luchado en los últimos años para asegurar la introducción de cables de fibra óptica en la mayoría de los hogares, situándose a la cabeza de las economías europeas en cuanto a cobertura de banda ancha.

La expansión de la fibra óptica en España es uno de los pilares del desarrollo económico del país y es la clave del futuro. La fibra óptica es una tecnología más económica, duradera y de mejor rendimiento que el cobre, y una vez que llega al "escritorio" se convierte en una autopista para el flujo de información, el activo más valioso de nuestro tiempo. Las inversiones en redes de tecnología de fibra óptica son las más importantes para los operadores, independientemente de los servicios finales que brinden a los consumidores a través de ellas.

El despliegue de redes de fibra óptica es una cuestión clave en el desarrollo digital de los territorios, con el objetivo, en particular, de proporcionar un acceso generalizado a todos, tanto a los individuos como a las empresas, sin embargo, el despliegue de esta tecnología sigue siendo muy desigual entre los países miembros de la organización económica.

Corea del Sur y Japón son actualmente los mejor equipados, ya que la fibra óptica representa más del 80% de las conexiones fijas a internet en estos dos países asiáticos. El despliegue de esta red está también muy avanzado en España: la proporción de fibra en las conexiones de banda ancha ha pasado a ser del 66,7% en 2019 al 79% en 2021. En el extremo opuesto, Alemania (con un 7,1%) y Grecia (0,4%) se encuentran entre los países europeos más rezagados en el desarrollo de esta tecnología.

De los países latinoamericanos para los que la OCDE proporciona datos, Chile ocupa el primer lugar en el uso de la tecnología, con el 56,7% de la población del país conectada a internet fijo a través de fibra óptica para 2021. México (33,9%) y Colombia (22,1%). Estos dos países estuvieron por debajo del promedio de los 38 países de la OCDE (34,9%). Para reducir estas disparidades, existen varias políticas que pueden ayudar a los países a acelerar el despliegue de fibra. Algunos de ellos son:

1. Incentivos fiscales: Los gobiernos pueden ofrecer incentivos fiscales para que las empresas inviertan en infraestructura de fibra óptica.
2. Asignación de espectro: Los gobiernos pueden asignar espectro adicional para redes de fibra óptica y 5G.
3. Regulación: Los gobiernos pueden establecer regulaciones que faciliten el despliegue de fibra óptica, como la eliminación de barreras burocráticas y la simplificación del proceso de permisos.
4. Financiamiento: Los gobiernos pueden proporcionar financiamiento para proyectos de infraestructura de fibra óptica.
5. Colaboración público-privada: Los gobiernos pueden colaborar con empresas privadas para financiar y construir infraestructura de fibra óptica.

**Palabras clave:** Banda ancha, fibra óptica, tecnología, despliegue, conectividad.

## **EXECUTIVE SUMMARY**

We know that access to broadband is essential and that our lifestyles are changing in the digital age. Even before the pandemic, it was said that more people are working from home every day, more schools are teaching online, and we are buying more things online every day.

We need to see broadband access not just as a universal right, but as the infrastructure that will drive our economy. In recent decades, fiber optic cables have gained great importance around the world with the advent of new technologies due to their potential to change the economic environment. With the great changes brought by the era of disclosure, the extension of the fiber optic network has been as important for countries as the construction of a highway or a railway, with the distinction that the digital highway takes us at maximum speed, clearly and unequivocally, to a single place: to economic and collective expansion.

Spain has become a benchmark in the expansion of fiber optic networks in Europe. The operators have struggled in recent years to ensure the introduction of fiber optic cables in the majority of homes, leading the European economies in terms of broadband coverage.

The expansion of fiber optics in Spain is one of the pillars of the country's economic development and is the key to the future. Fiber optics is a cheaper, more durable and better performing technology than copper, and once it reaches the "desktop" it becomes a highway for the flow of information, the most valuable asset of our time. Investments in fiber optic technology networks are the most important for operators, regardless of the final services they provide to consumers through them.

The deployment of fiber optic networks is a key issue in the digital development of territories, with the aim, in particular, of providing widespread access to all, both individuals and companies, however, the deployment of this Technology continues to be very unequal among the member countries of the economic organization.

South Korea and Japan are currently the best equipped, as fiber optics account for more than 80% of fixed internet connections in these two Asian countries. The deployment of

this network is also very advanced in Spain: the proportion of fiber in broadband connections has gone from 66.7% in 2019 to 79% in 2021. At the opposite extreme, Germany (with 7, 1%) and Greece (0.4%) are among the European countries furthest behind in the development of this technology.

Of the Latin American countries for which the OECD provides data, Chile ranks first in the use of technology, with 56.7% of the country's population connected to fixed internet via fiber optics by 2021. Mexico (33.9%) and Colombia (22.1%). These two countries were below the average for the 38 OECD countries (34.9%). To reduce these disparities, there are several policies that can help countries accelerate fiber deployment. Some of them are:

1. Tax incentives: Governments can offer tax incentives for companies to invest in fiber optic infrastructure.
2. Spectrum allocation: Governments can allocate additional spectrum for fiber optic and 5G networks.
3. Regulation: Governments can establish regulations that facilitate the deployment of fiber optics, such as removing bureaucratic barriers and simplifying the permitting process.
4. Financing: Governments can provide financing for fiber optic infrastructure projects.
5. Public-private collaboration: Governments can collaborate with private companies to finance and build fiber optic infrastructure.

**Keywords:** Broadband, fiber optics, technology, deployment, connectivity.

## INTRODUCCIÓN

La necesidad de aumentar la capacidad de los servicios de comunicación en todo el mundo ha llevado a las empresas tecnológicas y grandes empresas industriales a invertir en ancho de banda y comenzar a buscar medios de difusión más rápidos. La fibra óptica nació para solucionar esta situación (Anderson y Rainie, 2010). La experiencia de los últimos años ha demostrado que la fibra óptica tiene excelentes cualidades que pueden ser aplicadas en diversas instalaciones. La fibra óptica es más confiable en términos de calidad, ancho de banda y durabilidad en comparación con otros tipos de tecnología. También se beneficia contra los cambios climáticos drásticos que normalmente afectan a otros tipos de conectividad, como las microondas y los satélites<sup>1</sup>.

Estas cualidades mejoran la estabilidad del sistema y mejoran el índice de rendimiento. Con base en lo anterior, los sistemas de comunicación óptica deben ser lo más transparentes posible, es decir, transmitir y recibir información de manera eficiente, y los preparativos como el tendido y la conexión de cables son importantes (Calvo 2020).

Las telecomunicaciones actuales se derivan de 150<sup>2</sup> años de desarrollo en la transmisión de información, y los humanos han inventado varias formas de comunicación, desde símbolos hasta el intercambio de información a largas distancias utilizando dispositivos tecnológicos avanzados. Desde la invención del telégrafo ha habido grandes avances en telecomunicaciones como el teléfono, radio, televisión, satélite, módem, redes alámbricas e inalámbricas (microondas) hasta la llegada de las fibras ópticas que permitieron a las personas realizar tareas de una manera más eficiente (Anderson, 2010, y Wolff, 2010). Esta eficiencia motiva a las empresas de nuevas tecnologías, y exigen mayores desafíos a quienes las desarrollan día a día. En este sentido, en los últimos años, la transmisión de información mediante fibras ópticas ha pasado de ser una propuesta teórica a una realidad comercial en expansión. Se están desarrollando tecnologías de comunicación óptica para redes de acceso urbanas e interurbanas, ya sea en redes o troncales que conectan centros de telecomunicaciones a puntos funcionales como funciones de concentración de

---

<sup>1</sup> Ronda Comunicación. Revista digital del Somontano y comarcas del Alto Aragón. 28 diciembre 2020.

<sup>2</sup> Aselcom. Evolución de las telecomunicaciones. <https://aselcom.com/blog/actualidad/evolucion-de-las-telecomunicaciones>

circuitos, conmutación de video, etc.; o en los propios enlaces de abonado, lo que significa que estos puntos de conmutación/concentración (que a menudo pueden instalarse en centrales telefónicas existentes) están conectados a la propiedad del usuario. Por otro lado, la fibra óptica también se utiliza en aplicaciones comerciales, incluidas las redes de conexión de larga distancia, las redes de área metropolitana y los cables submarinos, debido a su flexibilidad arquitectónica (The Economist, 2010).

Actualmente, la fibra óptica se ha posicionado como una alternativa a las redes de cobre, ya que brinda un mejor desempeño en términos de velocidad de transmisión. También proporciona una mejor seguridad y una tasa de fallas más baja que el cobre. Al principio, la fibra óptica tenía algunas desventajas. Uno de ellos es su alto costo. Esta tarifa está asociada con su implementación infraestructura y utilizar componentes especiales. En todo el mundo, se dice que el desarrollo de la fibra óptica impulsa las economías nacionales medidas por el PIB. Mejorar la conectividad del país y es útil en sectores que son los principales pilares de la economía, como la salud o la educación (Statista, 2022).

En solo diez años, el paisaje de fibra óptica en España, se ha extendido por todo el país, sufriendo una transformación asombrosa. Una pequeña revolución tecnológica ha situado a España en una posición de liderazgo internacional en cuanto a cobertura disponible. España ha pasado de ser un rezagado europeo en ADSL a líder mundial en despliegue de fibra, superando la media de la UE, y por encima de países como Alemania, Reino Unido, Francia o Italia (Europapress, 2020).

Uno de los objetivos sustanciales de esta indagación es relacionar los temas de investigación con los diferentes campos estudiados durante la instrucción educativa, permitiendo aplicar conceptos e instrumentos de una multiplicidad temática.

El método utilizado en el perfeccionamiento del presente documento consistió en una búsqueda continua de información. Se considera una exploración de archivo documental.

La investigación se centró en las referencias teóricas sobre los diversos modelos aplicados en la averiguación real de la fibra óptica en la economía española. Se revisaron varios compendios y textos sobre la perseverancia del ámbito de las variadas fuentes utilizadas.

La mayor parte de la averiguación se logró a través de investigaciones intensivas en línea, fuentes secundarias y oficiales. Información principalmente del CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia) y del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.

El orden del trabajo, está conformado por la presente introducción y cuatro capítulos. El primer capítulo se centra en una revisión de la literatura sobre la banda ancha y sus tecnologías, su impacto en la economía española, las ventajas y desventajas del cable de fibra óptica, y se realizan estudios de casos para España y de otros países, los vacíos literarios, así como la contribución e hipótesis de esta investigación.

El segundo capítulo se focaliza en la concreción de un análisis descriptivo-exploratorio en la evolución de los despliegues de fibra en España, el comparativo respecto al despliegue nacional con otros países del entorno, el análisis detallado a escala local y provincial, identificando las áreas más y menos conectadas y la evolución de la fibra óptica a lo largo del tiempo. El tercer capítulo presenta el impacto económico de la fibra óptica.

Luego, el cuarto capítulo se alinea con las sugerencias de políticas para ayudar a los países en desarrollo a acelerar el despliegue de fibra al examinar las direcciones futuras para estos. Para concluir, el trabajo finaliza con el colorario del sector, seguido de un apartado concerniente a las reseñas bibliográficas utilizadas en su ejecución.

## **CAPITULO I. REVISIÓN DE LA LITERATURA**

### **1.1. ¿Qué es la banda ancha?**

Un servicio de banda ancha es un servicio que utiliza múltiples dispositivos terminales (ordenadores, teléfonos móviles, televisores, etc.) para proporcionar de forma continua comunicaciones de datos de gran capacidad (Álvarez, 2010).

Los servicios de banda ancha brindan acceso a Internet y, a menudo, se combinan con otros servicios de comunicación, como el servicio de telefonía fija y/o móvil y el servicio de televisión.

Esta cobertura global es proporcionada por una variedad de plataformas tecnológicamente neutrales, que incluyen soluciones de redes fijas, redes móviles físicas o sistemas inalámbricos y soluciones de redes móviles. España cuenta actualmente con una de las mayores redes de banda ancha fija y móvil del mundo.

Con el objetivo de lograr una cobertura absoluta en un futuro próximo, el gobierno español ha introducido una serie de medidas para apoyar la expansión de la banda ancha, la más importante de las cuales es el Plan de Infraestructuras Tecnológicas Digitales Globales para Acelerar la Convergencia - Banda Ancha (BANDA LARGA ÚNICA) Próxima Generación Banda Ancha Nacional. Programa de Expansión (PEBA -NGA), que tiene como objetivo subsidiar el despliegue de redes de banda ancha, que se implementa a través de sucesivas conferencias telefónicas anuales<sup>3</sup>.

### **1.2. ¿Qué tecnologías se usan?**

Las tecnologías que permiten la prestación de servicios de banda ancha incluyen redes de línea de abonado digital sobre pares de cobre (ADSL y VDSL), cable que utiliza soluciones híbridas de fibra y coaxial (HFC), fibra hasta la puerta (FTTH), redes inalámbricas WiMAX y redes de telefonía móvil 3.5G (UMTS). Con HSPA, 4G (LTE)

---

<sup>3</sup> Gobierno de España. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Digitalización e Inteligencia Artificial. Banda Ancha.



y la ultrarrápida red móvil 5G de última generación. Según el tipo de acceso, las tecnologías de acceso de banda ancha se pueden dividir en tres categorías:

### *1.2.1. Acceso por cable*

Son métodos de acceso que necesitan estar conectados al extremo del usuario a través de un cable para que la posición del usuario sea relativamente estable.

Esto se aplica a la mayoría de los servicios de banda ancha para el hogar. Estos resultados pueden basarse en las siguientes técnicas:

- **xDSL**

Es una familia de tecnologías comúnmente denominada "ADSL" que proporciona acceso a Internet de banda ancha a través de redes telefónicas tradicionales (es decir, a través de cables de par de cobre). Si bien estas redes son muy comunes, tienen limitaciones en cuanto a velocidad máxima y distancia de transmisión, por lo que poco a poco están siendo reemplazadas por redes de fibra óptica, que tienen mejores características de transmisión de datos a alta velocidad en largas distancias<sup>4</sup>.

- **HFC**

Estas tecnologías se basan en cables coaxiales para proporcionar acceso a Internet. En España, estas redes no solo están formadas por cables coaxiales, sino que también utilizan fibra óptica como backbone, por lo que se denominan redes híbridas de fibra y cable (HFC)<sup>5</sup>.

- **FTTH**

Las siglas FTTH corresponden a las palabras Fiber To The Home, que en español viene a ser "fibra hasta el hogar". Estas tecnologías se basan únicamente en cables de fibra óptica para proporcionar acceso a Internet. Es la red más rápida porque la

---

<sup>4</sup> xDSL: qué es - Diccionario de Economía - elEconomista.es. <https://www.economista.es/diccionario-de-economia/xds>.

<sup>5</sup> ¿Qué es una Red HFC? <https://www.linkedin.com/pulse/qué-es-una-red-hfc-patricio-pinto-tamayo>.

fibra tiene una alta capacidad de transmisión de datos y está reemplazando gradualmente el acceso tradicional basado en cobre<sup>6</sup>.

### *1.2.2. Redes fijas inalámbricas*

Son accesos que no requieren una conexión por cable hasta el extremo del usuario, ya que la comunicación se realiza de forma inalámbrica a través de ondas electromagnéticas, pero requieren que el usuario se encuentre dentro del alcance del punto de acceso.

Este tipo de acceso a menudo reemplaza o complementa el acceso por cable al reemplazar la conexión por cable que finalmente conecta el extremo del usuario a la red con una conexión inalámbrica, como es el caso de las redes locales Wi-Fi. Si bien estos accesos brindan cierta movilidad al usuario, no son todos porque están restringidos a un área específica dependiendo de la cobertura del punto de acceso inalámbrico.

Es importante tener en cuenta que, si bien todas las tecnologías de acceso inalámbrico brindan velocidad, la velocidad real de su acceso a Internet dependerá de la velocidad que haya negociado. Tales técnicas incluyen:

- **Wi-Fi**

La tecnología Wi-Fi permite que los dispositivos se comuniquen de forma inalámbrica mediante ondas electromagnéticas. Con su facilidad de instalación y operación, se ha convertido en una de las tecnologías inalámbricas más populares y ampliamente utilizadas en las redes domésticas, reemplazando las conexiones por cable desde el extremo del usuario hasta la red doméstica. Un enrutador o módem proporciona acceso a Internet<sup>7</sup>.

- **WiMax**

Es una tecnología similar a Wi-Fi que permite la comunicación inalámbrica entre dispositivos mediante ondas electromagnéticas. WiMax ofrece un rendimiento

---

<sup>6</sup> ¿Qué es FTTH y para qué sirve? - Definición – GEEKNETIC. <https://www.geeknetic.es/FTTH/que-es-y-para-que-sirve>.

<sup>7</sup> Wifi - Concepto, para qué sirve, tipos y cómo funciona. <https://concepto.de/wifi>.

similar al Wi-Fi, pero con una mayor amplitud y mayor calidad de servicio con un alcance teórico de hasta 50 kilómetros para acceso inalámbrico desde una ubicación fija y hasta 15 kilómetros para acceso móvil aproximado<sup>8</sup>.

### *1.2.3. Acceso móvil*

Son a los que se puede acceder de forma inalámbrica, es decir, no se necesitan cables, lo que permite al usuario una movilidad casi total.

Esta movilidad se logra organizando un enrejado de múltiples puntos de acceso inalámbrico (generalmente al aire libre) para que los usuarios tengan un área de cobertura mucho más grande que un solo punto de aproximación inalámbrica.

Esto se aplica a los servicios de banda ancha prestados por medio de teléfonos móviles.

Este tipo de procedimiento incluye:

- UMTS (Sistema Global de Telecomunicaciones Móviles) se conoce como la tecnología de información móvil de tercera generación (3G), sucediendo a la tecnología GSM (Sistema Global para Móviles) o tecnología 2G<sup>9</sup>.
- LTE (4G). LTE (Long Term Evolution) es el siguiente paso en la tecnología UMTS (3G) y es un ejemplo de la cuarta generación de teléfonos móviles (4G), trayendo mejoras significativas en la gestión de conexiones y transmisión de datos<sup>10</sup>.
- La tecnología 5G no es solo un nuevo modelo de comunicación inalámbrica, sino también un factor tecnológico clave en la transformación digital de la sociedad y la economía de los países más avanzados del siglo XXI. Gracias a 5G, el Internet

---

<sup>8</sup> WiMAX - Qué es, definición y concepto - Muy Tecnológicos. <https://muytecnologicos.com/diccionario-tecnologico/wimax>.

<sup>9</sup> ¿Qué es UMTS? | MÁSMÓVIL. <https://blog.masmovil.es/glosario/definicion-umts>.

<sup>10</sup> Qué es LTE: Cómo funciona y por qué es importante. <https://es.digi.com/blog/post/what-is-lte>.

de las Cosas, el "big data", la robótica, la realidad virtual o la ultra alta resolución convivirán como soluciones clave para la transformación digital<sup>11</sup>.

Como hemos visto existen distintos medios de transmisión que pueden utilizarse para diseñar una red de acceso, concluyendo que la fibra óptica, con su ancho de banda prácticamente ilimitado, es el medio de transporte preferido a la hora de implementar la red de acceso, capaz de superar las limitaciones de ancho de banda, distancia de transmisión e interferencia entre canales, que no pueden satisfacer otros sistemas de transmisión ampliamente extendidos.

De esta necesidad surge la implantación de fibra óptica en la red de acceso, que es la parte de la red de comunicaciones que mayor impacto tiene sobre el usuario final.

Es por ello que realizar un estudio de FTTH (fibra óptica hasta el hogar) en España, resulta relevante, considerando que España es el mercado europeo en el que este despliegue se encuentra más avanzado. Siendo masivo y ya consolidado en España, ha provocado una migración casi total de los usuarios hacia esta tecnología de nueva generación.

### **1.3. Regulación de los servicios de acceso a internet de banda ancha**

La principal legislación que regula la prestación de estos servicios es: La Ley General de Telecomunicaciones, y El Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios<sup>12</sup>.

#### *1.3.1. Regulación a nivel minorista*

A nivel nacional, la prestación de servicios de acceso a Internet de banda ancha a usuarios finales (es decir, a nivel minorista) no está regulada y, por lo tanto, está asegurada por un

---

<sup>11</sup> Qué es la red 5G, qué ventajas ofrece, cómo funciona (y todo lo. <https://es.digitaltrends.com/celular/que-es-la-red-5g>.

<sup>12</sup> La principal legislación que regula la prestación de estos servicios es: La Ley General de Telecomunicaciones, y El Reglamento sobre las condiciones para la prestación de servicios de comunicaciones electrónicas, el servicio universal y la protección de los usuarios.

sistema de libre competencia entre operadores que determinan libremente sus propios precios y áreas de cobertura.

### *1.3.2. Regulación a nivel mayorista*

A nivel mayorista, la CNMC define las condiciones en las que los operadores pueden utilizar una red de operadores o una red de operadores designados con influencia en el mercado para desenvolverse y poder prestar sus múltiples servicios

## **1.4. ¿Qué ventajas y desventajas genera la fibra óptica?**

La fibra óptica es un medio físico para transmitir información, comúnmente encontrado en sistemas de datos y telecomunicaciones, que se fundamenta en fibras delgadas de vidrio o plástico por medio de las cuales se transmiten pulsos de láser o luz LED, que engloba los datos transmitidos.

Al enviar estos pulsos de luz, la información se puede enviar y recibir a través de cables a velocidades tremendas, inmunes a la interferencia electromagnética y a velocidades similares a las de las radios. Esto convierte al cable de fibra óptica en el medio de transmisión por cable más avanzado del mercado<sup>13</sup>.

---

<sup>13</sup> FIBRA ÓPTICA | Qué es, características, usos, ventajas. <https://como-funciona.co/fibra-optica>.

**Tabla 1.** Ventajas y desventajas de la fibra óptica

| Ventajas   | Desventajas   |
|--|---|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fácil de instalar.</li> <li>2. Rápida transferencia de datos.</li> <li>3. Central de conexión directa a empresas.</li> <li>4. Los cables de fibra óptica son muy finos y flexibles, más ligeros y ocupan menos espacio que los cables coaxiales y los cables de par trenzado.</li> <li>5. Acceso ilimitado y continuo sin congestión.</li> <li>6. La fibra óptica permite el acceso online a 2 millones de bps, algo impensable en los sistemas tradicionales donde la mayoría de los usuarios se conectan a 10 Mbps, 100 Mbps o 1000 Mbps. - Vídeo y audio en directo.</li> <li>7. Las materias primas de producción son abundantes en la naturaleza. Compatibilidad con tecnologías digitales.</li> <li>8. Alta seguridad. La intrusión en la fibra se detecta fácilmente debido a la reducida energía lumínica recibida, y además no emite nada, lo que resulta especialmente interesante para aplicaciones que requieren un alto grado de confidencialidad.</li> <li>9. Resistente al calor, al frío ya la corrosión.</li> <li>10. Se pueden combinar múltiples cables de fibra óptica en un solo cable que puede transportar un gran tráfico sin interferencias.</li> <li>11. Insensible a las interferencias electromagnéticas, como sucede cuando una línea telefónica pierde parte de su señal.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Las suscripciones solo están disponibles para personas que viven en áreas urbanas donde las redes de fibra óptica están instaladas.</li> <li>2. Las conexiones de fibra óptica son caras, y las empresas cobran no por el tiempo de uso, sino por la cantidad de información, medida en bytes, que se transmite a una computadora o cualquier otro dispositivo conectado a Internet.</li> <li>3. Altos costes de instalación y de despliegue. Costes relativamente altos en comparación con otros tipos de cables.</li> <li>4. Fragilidad de las fibras.</li> <li>5. Para evitar una pérdida de señal excesiva, los cables deben ajustarse con mucha precisión al conectarlos.</li> <li>6. Dificultad en la reparación de cables de fibra óptica dañados.</li> <li>7. Profesionalización de los responsables de convergencia y conectividad.</li> </ol> |

**Fuente:** Elaboración propia, con base a la información contenida en: Comunidad FS. Centro de Conocimiento. Las ventajas y desventajas de la fibra óptica.

### 1.5. Impacto de la banda ancha / fibra en la economía

La penetración de la banda ancha, aunque es un fenómeno reciente, ha atraído el interés de investigadores que quieren determinar su impacto económico y social.

No se puede negar que el desarrollo de la tecnología de la información ha tenido un efecto beneficioso en todos los aspectos de la sociedad<sup>14</sup>. Obviamente, todos estos beneficios se pueden ver reflejados en el producto interno bruto (PIB), comúnmente utilizado como medida de prosperidad de un país.

Los servicios de banda ancha, ya sean fijos o móviles, estimulan directa o indirectamente el crecimiento económico y el empleo en un país<sup>15</sup>. El impacto económico puede ser directo, indirecto e inducido. La creación de puestos de trabajo y la mejora de la actividad económica es un impacto directo. La banda ancha también contribuye indirectamente a aumentar la productividad nacional e inductivamente crea nuevas actividades comerciales y promueve el espíritu empresarial.

El resultado de esta cadena es la contribución de la banda ancha al crecimiento del PIB nacional. Además, la banda ancha tiene impactos sociales, principalmente en educación, salud y desarrollo rural.

Cuando observa las aplicaciones de la fibra óptica, puede ver algunas de las formas en que afecta la economía, principalmente a través de telecomunicaciones confiables.

- **Comunicación remota.** La gente a menudo piensa erróneamente que el cable de fibra óptica tiene una mayor capacidad que otros tipos de cable (como el cobre y el coaxial). Si bien el cable de fibra óptica tiene más potencia o ancho de banda, su efecto real es su capacidad en largas distancias. Las tiradas extralargas de fibra pueden transmitir señales con poca atenuación. Por lo tanto, las fibras ópticas brindan un medio muy confiable para transmitir datos a largas distancias de una manera que los cables o incluso los satélites no pueden. Estas fibras beneficiosas tienen un mayor impacto económico.
- **Medios y publicidad.** El rápido acrecentamiento de Internet ha estado acompañado por la utilización de fibras ópticas. La irrupción de plataformas

---

<sup>14</sup> Entremedios. Universidad de Zaragoza. Desarrollo tecnológico, ventajas y desventajas. 3 febrero, 2020.

<sup>15</sup> América Economía 1986 – 2023. Análisis & Opinión. Gianni Hanawa es director de Datos e Internet Cluster Sur en Level 3.

OTT<sup>16</sup> (tipo Netflix) que son por internet, tienen la ventaja de que la fibra óptica permite conexiones más rápidas que otras tecnologías, lo que es importante para ver videos sobre internet que son intensivos en ancho de banda. Algo que era imposible realizar con la TV abierta de antes.

- **Trabajo remoto.** El teletrabajo demanda uso intensivo de videoconferencias, para lo cual el ancho de banda permite que personas que están en distintas localizaciones puedan llevar a cabo un encuentro o reunión personal o laboral, siendo las conexiones por fibra sumamente útiles para soportar ese tráfico de datos.

## 1.6. Estudios sobre el tema para el caso de España

### 1.6.1. La fibra óptica, breve historia de su nacimiento

La tecnología verdaderamente práctica que conocemos como fibra óptica se desarrolló en la década de 1970. Pero solo ahora estamos comenzando a usarlo ampliamente. Este tipo de cable se remonta a mediados del siglo XIX y es justo decir que los cables aún no se habían inventado. Pero la tecnología detrás de ellos se exploró por primera vez gracias a un trío de científicos e inventores. John Tyndall, Alexander Graham Bell y William Wheeler fueron los primeros en tener la idea de utilizar la velocidad de la luz para transmitir información. El gobierno de EE.UU., ha sido pionero en el uso de cables de fibra óptica en grandes organizaciones. En 1975, establecieron un enlace entre las redes informáticas de la sede de NORAD en Colorado.

Hoy en día, la fibra óptica es el servicio de internet más utilizado en el mundo porque es el servicio de internet más rápido del mercado, pero no mucha gente conoce su historia. Hay muchas historias detrás de este increíble soporte de datos. Se originó en Egipto y su investigación condujo a muchas de las tecnologías que usamos hoy. La fibra óptica es uno de los mayores descubrimientos del siglo XX, pero su investigación comenzó en el siglo XVII.

---

<sup>16</sup> Las plataformas y aplicaciones over-the-top, o plataformas OTT, son aplicaciones que ofrecen contenido de video a través de internet en lugar de televisión por cable o satélite (la forma tradicional). Permiten transmitir instantáneamente videos en dispositivos móviles (Smartphones y tablets), web y televisores que utilizan dispositivos como Chromecast, AppleTV y Amazon Fire TV, así como SmartTVs.



La historia de la fibra óptica comienza con los antiguos imperios griego y egipcio. Todo comenzó con algo que hoy parece tan elemental que las personas anteriores comenzaron a comunicarse con espejos reflectantes. Esta forma de comunicación ha impulsado muchas investigaciones y ha llevado a la creación de fibras ópticas. Estos estudios dieron lugar a muchos inventos que precedieron a las fibras ópticas, como la telegrafía óptica. Mucha investigación también tuvo lugar en el siglo XIX, gracias al descubrimiento de la primera fibra óptica.

John Tyndall descubrió en 1870 que la luz podía propagarse a través de un material sin perder la curvatura de la línea de transmisión debido a los reflejos internos del material. En 1952, el científico Narinder Singh Kapani utilizó la investigación de John Tyndall para desarrollar la fibra óptica, pero, por supuesto, esto fue solo el comienzo y aún no se había desarrollado nada como lo conocemos hoy. Mucho más tarde, cuando se inventó el láser en la década de 1960, comenzó la revolución de las comunicaciones. Comenzó a estudiar fibra de vidrio.

El estudio llevó a los investigadores a comenzar a observar diferentes tipos de comunicación. En la década de 1970 se realizaron muchos experimentos y estudios con este tipo de fibra óptica.

Estos estudios han llevado a mejoras en la fibra óptica. En 1980, dos científicos crearon los llamados amplificadores ópticos, que ayudaron a hacer más eficientes las comunicaciones a larga distancia. Ese año se comenzó a crear estructuras de telecomunicaciones que poco a poco conectaron el mundo.

Muchas inversiones e investigaciones han hecho de la fibra óptica lo que es hoy, pero como vimos anteriormente, el físico indio Narinder Singh Kapani fue el primero en descubrir que el vidrio transmite luz y se le atribuye este gran invento. Kapany es el hombre que le dio el nombre de fibra óptica e hizo posible el Internet y las comunicaciones que conocemos hoy.

El término fibra óptica hoy en día nos resulta algo familiar y cotidiano, un medio de transmisión que está presente en muchos hogares gracias al FTTH y que desde hace

bastantes años forma parte de las grandes redes de comunicación. La fibra óptica es uno de los grandes descubrimientos de la segunda mitad del siglo XX, aunque, eso sí, gran parte de los fundamentos de la misma proceden de estudios algo más antiguos (concretamente de los siglos XVIII, XIX y principios del siglo XX).

Hoy en día la fibra óptica es el servicio de internet más usado en el mundo debido a que es el servicio de internet más rápido del mercado, pero no muchos conocen su historia. Existen muchas historias detrás de este increíble medio de transmisión de datos. Es uno de los medios más importantes que existe es por ello que debemos conocer cuál es la historia de la fibra óptica.

La fibra óptica tiene 150 años desde que comenzó a investigarse y fue hace tan solo un poco más de 30 años que se instaló el primer cable que conecta a Estados Unidos con Gran Bretaña y Francia.

Desde entonces se ha convertido en el servicio de internet preferido por los usuarios debido a todas las ventajas que ofrece. La fibra ofrece muchos beneficios como lo es la velocidad de transmisión de información. También es la favorita gracias a que su instalación es mucho más sencilla en comparación con otros servicios de internet. Su material de instalación es mucho más ligero, resistente a los cambios de temperatura, requiere de poco espacio y es resistente a la corrosión.

### *1.6.2. La fibra óptica en España*

La Comisión Europea realizó un estudio sobre el consumo de fibra óptica en España y encontró que España es el segundo país del continente en ofrecer el mejor servicio de internet a través de hotspots públicos y también recibió la quinta mejor conexión, es decir, tiene mayor estabilidad en la navegación, que a su vez dispone de transmisión de datos a alta velocidad<sup>17</sup>. Frente a países como Italia, Francia o Alemania, la fibra española se

---

<sup>17</sup> La Comisión Europea alaba el crecimiento de redes de fibra óptica en. [www.zonamovilidad.es/comision-europea-redes-fibra-optica-espana.html](http://www.zonamovilidad.es/comision-europea-redes-fibra-optica-espana.html)

sitúa en una posición superior. Un estudio sobre la competitividad de la infraestructura de red óptica en España, elaborado para la CMT por la consultora Isdefe<sup>18</sup>.

En el estudio se consideraron varios escenarios:

- Despliegue a nivel nacional. En otras palabras, los operadores que no son de nicho planean desplegarse a nivel nacional.
- Los operadores de fibra tienen un bajo porcentaje de clientes que se suscriben a servicios premium (servicios de valor agregado respaldados solo por fibra)

El estudio determina que los operadores de cable no se incluyeron en la indagación de factibilidad, aunque son una opción de competencia obvia para el servicio y otras redes alternativas. Ello infiere que, de la resulta obtenida, el cable también estaría aprovechable en muchas de las geografías donde se desplegará.

La investigación también asume que la expansión de la red es gradual, es decir, el operador no realiza inicialmente todo el financiamiento, sino que gradualmente construye cobertura domiciliaria a medida que aumentan las solicitudes de servicios FTTH. Esto significa una inversión regular en la red mientras se conectan nuevos clientes, eliminando el período de inactividad de la red y los costes improductivos para los operadores. Todo esto también significa que el operador que extiende su red primero pasará menos tiempo lamentando su inversión y ganando participación.

La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) a mediados de 2020, realizó un estudio, donde determinó que casi 60 millones de puntos de acceso en España están conectados a cables de fibra óptica de última generación, es decir, puntos de acceso que ofrecen una velocidad de conexión de al menos 30 Mbps. La mayoría de estos puntos de acceso (unos 50 millones) corresponden a la propia fibra, conocida como FTTH. El resto corresponde al denominado HFC, un híbrido de fibra óptica y cable coaxial, determinando que, si España en esos momentos presentaba un panorama privilegiado, el

---

<sup>18</sup> CNMC, Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia. Banda ancha, CMT. Informe final sobre los resultados del modelo de despliegue de redes FTTH/GPON en España. 21 de mayo de 2009.

futuro próximo puede traerá cifras que afianzarán aún más a España en su actual posición privilegiada.

La investigación concluye en exponer la razón por la que la fibra ha tenido tanto éxito en España no solo es que su amplio alcance ha permitido que llegue a la mayoría de nuestros hogares, sino que también tenemos tecnología de primer nivel a la máxima velocidad. Esto significa que el enfoque que puede tomar un país al momento de implementar una red nacional de cable de fibra óptica es diferente. Desde un principio, el país ha optado por implementar el mejor modelo a escala.

Businesscoot realizó un estudio del mercado de la fibra óptica en España, en el cual presenta el análisis de la fibra óptica en el que puntualiza que es una tecnología que permite, entre otras cosas, el acceso a Internet.

Su uso permite la circulación de velocidades de datos mucho más altas que las tecnologías de la competencia (ADSL o satélite), tanto en la recepción como en la transmisión.

### **1.7. Estudios que hayan analizado el tema para otros países**

El despliegue de redes de fibra óptica es un reto importante del crecimiento digital en algunas regiones, en particular con el objetivo de brindar un acceso generalizado a la banda ultra ancha para todos, incluidos individuos y empresas.

Según estudios de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE)<sup>19</sup>, encaminados a promover la colaboración internacional, con la finalidad de minimizar las diferencias de estructuras operacionales y legales en el tratamiento de los aspectos relevantes para el crecimiento económico y el desarrollo social de los mismos entre los países latinoamericanos y el alcance de estos en cuanto a la penetración de la fibra óptica, de los que la OCDE proporciona datos, Chile lidera el uso de tecnología, con un 56,7% de la población del país con acceso estable a Internet a través de fibra óptica.

---

<sup>19</sup> Acerca de la OCDE – OECD. <https://www.oecd.org/acerca>.

Para 2022, México (33,9%) y Colombia (22,1%) tienen un puntaje por debajo del promedio de los 38 países de la OCDE (34,9%)<sup>20</sup>.

En todos los países de la OCDE, el número total de conexiones a Internet fijas de alta velocidad en junio de 2021 fue de 462,5 millones, en comparación con los 443 millones del año anterior. Los países con más conexiones de banda ancha por cada 100 habitantes en junio de 2021 son Suiza (47,4%), Francia (45,9%) y Noruega (44,9%). España ocupa el segundo lugar con una tasa de conexión del 34,1%, ligeramente por encima de la media de la OCDE (33,8). El número de conexiones móviles de alta velocidad en la OCDE es de 1.670 millones, una media de 122 por cada 100 habitantes (EFE, 2022).

Esto ha impulsado la demanda de conexiones de fibra de alta velocidad. En conjunto, la fibra representa ahora el 36% de las suscripciones de banda ancha fija en los 38 países miembros de la OCDE, frente al 22% de hace cinco años. Corea, Japón y España tienen las tasas de penetración de fibra más altas de la OCDE, con un 87%, 84% y 81%, respectivamente. En total, hay siete países con una cuota de fibra, sobre el total de suscripciones de banda ancha fija, del 70% o superior.

Según un estudio de Research & Markets, se espera que el mercado del cable de fibra óptica crezca a una tasa de crecimiento anual compuesta del 8,5 % hasta 2025. Esto significa que más operadores están buscando formas de integrar soluciones, especialmente esta tecnología.

La división LATAM de FBA<sup>21</sup> realizó un estudio Learning Latin Panorama del mercado FTTH/B de EE.UU., producido por IDATE Digiworld, que evalúa el estado de uso de fibra óptica en América Latina. El volumen de dicha tecnología que pasa por los hogares alcanzó los 81,7 millones, un 48% más para 2021; mientras que el número de suscriptores alcanza los 28,2 millones, un 34,5% más que en 2020. El estudio identificó más de 100 esquemas FTTH en la región, algunos de los cuales son únicos. Un ejemplo es la participación en el mercado de las llamadas “altnets” (proveedores de servicios

---

<sup>20</sup> Panorama tecnológico de Chile en 2022: <https://www.latercera.com/laboratoriodecontenidos/noticia/el-panorama>.

<sup>21</sup> FBA. Asociación de Banda Ancha de Fibra.

alternativos o simplemente proveedores de servicios de Internet), principalmente en Brasil, México y Colombia. Hoy, conforman el 71,8% de los hogares de la región con conexiones de fibra. Se desplegó otro 26,8% de las redes de fibra óptica de operadores tradicionales. Además, el estudio encontró que países como Brasil, México y Argentina han incrementado sus esfuerzos para cubrir áreas menos densamente pobladas con conectividad de fibra completa, y los proveedores locales y los municipios se están desempeñando bien en muchas de estas áreas. Dentro del rendimiento de los principales países de la región, encontramos:

**Argentina:** (REFEFO) La Red Federal de Fibra Óptica fue creada en 2010 como parte del programa "Argentina Conectada" implementado por el gobierno de Cristina Fernández de Kirchner, lanzado por Decreto 1552/2010<sup>22</sup>. Pretende ser una red que pueda servir a las autoridades públicas y proveedores minoristas de servicios de TIC para cerrar la brecha digital entre los centros metropolitanos y las ciudades más pequeñas de todo el país. Sin embargo, desde 2018, los proveedores de servicios locales han lanzado muchas iniciativas para facilitar la conectividad FTTH, efectuando lanzamientos como Telefónica y Claro. Telecom Argentina también está trabajando para migrar su red de cobre a FTTH. La red federal de fibra óptica (REFEFO) alcanzó los 33.000 kilómetros en 2020 (en comparación con la previsión original de 58.000 km), conectando aproximadamente 2.600 lugares o el 90% a todos los residentes. Actualmente, hay 1,1 millones de usuarios en el país. Los servicios de fibra óptica cubren 7,6 millones de los lugares de residencia. Entre 2019 y 2020. El número de abonados ha aumentado un 24,34% respecto a años anteriores, 20,63%. El 75% usa arquitectura FTTH en sus proyectos y el 78% de las redes de fibra óptica de los argentinos son PON (Red Óptica Pasiva).

**Brasil:** El estudio de FBA LATAM muestra que el mercado de banda ancha de Brasil sigue creciendo de forma competitiva con Claro (y su filial Net), Telefónica (Vivo) y Oi quienes actualmente lideran el mercado, pero otras empresas como TIM. Brasil también están activas. FTTH es la tecnología dominante en la actualidad brindando banda ancha en Brasil. Actualmente existen más de 3.000 redes xDSL en todo el país. Los proveedores locales están trabajando para expandirse. La fibra hasta la red doméstica está disponible

---

<sup>22</sup> Red Federal de Fibra Óptica Argentina.gov.ar. <https://www.argentina.gov.ar/jefatura/innovacion-publica/telecomunica>.

en toda la región. Actualmente, hay 15,4 millones de usuarios en el país, lo que supone un incremento del 51,9% sobre el número de registros en diciembre de 2019. Para vivienda cubierta. Los proyectos en todo el país en 2021 se basan en arquitectura FTTH que utiliza 100% PON (Red Óptica Pasiva).

**Costa Rica:** Costa Rica es el segundo país más alto de la región con una cobertura de crecimiento en la red FTTH en 2020 del 28% y alcanza los 366.000 puntos de cobertura residencial. El número de suscripciones llegó a 85,2 miles de personas, lo que presume un 12,8% más que en 2019. Aquí está el 100% de las redes existentes que incluyen FTTH y PON. Estos números están definidos por el apresurado desarrollo del mercado de banda ancha fija, incluyendo al Grupo ICE y Tigo Star. Muchos nuevos proveedores de servicios de Internet están ingresando al mercado.

**Colombia:** La red fija de Colombia está dominada por más del 50% de los servicios de cable, seguidos por los servicios de cobre que están en transición a la fibra. Claro Colombia y ETB avanzan con su proyecto de red FTTH. ETB planea duplicar el número de viviendas en Bogotá en los próximos dos años gracias a una alianza con Ufinet, que está desplegando una red FTTH neutral en la capital del país. Según los últimos datos, el mercado colombiano cuenta con casi 1 millón de suscriptores de servicios de fibra óptica, un 36,46% más que el año anterior. El número de viviendas subvencionadas también aumentó en un 19 por ciento a 3,7 millones de unidades. El 78% de la red de fibra óptica del país está basada en la arquitectura FTTH, de la cual el 85% es red PON (Red Óptica Pasiva).

**Chile:** Los servicios de banda ancha fija se prestan principalmente a través de cable o tecnología ADSL. Sin embargo, en los últimos años, la proporción de fibra está aumentando gradualmente. Una de las barreras para implementar fibra en el país son las regulaciones que rodean la tecnología y los obstáculos que enfrentan los proveedores de servicios para obtener el permiso para implementar una red. Sin embargo, el mercado de fibra chileno cerró 2020 con 1,3 millones de suscriptores, un 39,74% más que en 2019. El índice de cobertura de vivienda aumentó un 10,65% y abarcó a 6,3 millones de hogares residenciales. La arquitectura FTTH domina el 100% de las redes, el 85% de las cuales son PON (Red Óptica Pasiva).

**Ecuador:** En Ecuador, el mercado de banda ancha fija está dominado por unas pocas empresas: CNT, Netlife, TVCable y Claro. Las conexiones DSL aún representan la mayor parte del acceso de banda ancha fija, pero la tecnología de fibra óptica avanza rápidamente. Según estudios de mercado, el número de usuarios de fibra óptica en todo el país ha llegado a 1 millón, un 57,78% más que en 2019. El número de hogares cubiertos ha alcanzado los 1,8 millones, un 24,18% más que en 2019. En Ecuador el 100% de la red utiliza arquitectura FTTH y el 100% utiliza PON (Red Óptica Pasiva).

**México:** Al igual que con otros mercados en la región, México tiene una gran cantidad de cables. Sin embargo, en los últimos años se ha producido un cambio hacia los servicios de fibra. Telmex sigue siendo líder en el mercado de banda ancha a pesar de que los reguladores restringen el aspecto operativo de su negocio, y también lidera el mercado FTTH con TotalPlay. En este contexto, al cierre de 2020 hay 6 millones de suscriptores al servicio de fibra óptica en el país, un 27,65% más que en 2019.

La cobertura habitacional alcanzó los 17,9 millones de hogares, un 15,48% más que el año anterior. La arquitectura FTTH supone el 96% del proyecto, del cual el 100% es PON (Red Óptica Pasiva).

**Perú:** El país mantiene sus servicios de banda ancha fija principalmente ubicado en ADSL y cada vez más servicio de cable. Los principales son Movistar y Claro, los primeros en hacer grandes inversiones en el desarrollo de su red FTTH. Al cierre de 2020, Perú registró 357.000 suscriptores con un crecimiento del servicio FTTH del 9% respecto a 2019. El aumento de la cobertura residencial fue el quinto mayor entre los países de la región: 20%, alcanzando 1,8 millones de antiguas viviendas. También aquí el 100% de las redes son FTTH y PON (Red Óptica Pasiva).

Estos estudios llevados a cabo por FBA LATAM identificaron varias variables que afectan el despliegue de redes FTTH en Latinoamérica. Entre otras cosas, el estudio destaca la posibilidad de utilizar la tecnología 5G en bandas de alta frecuencia, lo que puede desafiar a las redes FTTH en el mercado residencial fijo, así como los retrasos en la inversión en fibra óptica en varias industrias debido al uso de tecnologías alternativas como cable DOCSIS y G.Fast.



Además, este mercado suele estar más preocupado por el precio que por el precio de calidad, durabilidad o latencia.

Por otro lado, la demanda de datos y ancho de banda y ubicación colocó a que varios operadores se estén enfocando en redes de fibra completa, apoyando el crecimiento continuo del tráfico.

Es también por esta razón que las autoridades nacionales están totalmente comprometidas con acelerar el despliegue de banda ancha, desarrollando un programa digital y un plan nacional de banda ancha dirigidos a acelerar el despliegue de redes de fibra óptica. En el aspecto técnico, usando el método implementación menos invasiva en ciudades y barrios,

Además de utilizar una red neutral y el rendimiento compartiendo protocolos para ayudar a impulsar el desarrollo fibra para la casa.

Las mayores operadoras nacionales con presencia en diferentes países de la región están expandiendo masivamente su red de fibra y los actores locales en las comunidades están totalmente comprometidos en aumentar la cobertura FTTH, muchas veces trabajando en clusters y asociaciones, teniendo claro que el crecimiento debe continuar.

### **1.8. Los vacíos en la literatura**

La ya fuerte demanda de cableado fijo y fibra está creciendo significativamente debido a la rápida transformación digital.

Garantizar el acceso a la conectividad desde cualquier lugar es una columna vertebral y una parte estratégica de las agendas gubernamentales y un habilitador vinculante para el comercio electrónico, los pagos y la banca, la seguridad, la gestión de tecnología digital, la telemedicina, el teletrabajo y las plataformas educativas, tiene que ser un compromiso fuerte. Los cambios en la demanda de los consumidores siguen sin resolverse.

Las redes de telecomunicaciones están destinadas a tener un impacto positivo en la economía local en lugar de fomentar el desarrollo de infraestructuras de conectividad y

estándares que permitan el acceso a los servicios proporcionados por estas infraestructuras.

Debido a las sanciones por retrasos en proyectos de construcción y costes de inversión (tendido y soterramiento de cables, lugares de montaje de celdas, antenas, convivencia, impuestos, etc.) por diversas decisiones de inversión del sector privado, obligan a actualizar el marco legal y desarrollar nuevos y más efectivos mecanismos y reglas para facilitar y simplificar los servicios de ultra banda ancha de acuerdo a las realidades nacionales (menos garantías).

El uso de Internet no solo en las principales áreas urbanas, sino también en todos los segmentos de la población. Como sociedad, hay muchas oportunidades para emprender acciones legales cuando se producen cambios tecnológicos significativos en las plataformas de servicios de los proveedores de servicios.

Es hora de actuar, asumir riesgos y desarrollar e implementar planes e iniciativas para acelerar y brindar servicios de próxima generación, construidos sobre una base regulatoria que garantice la sostenibilidad comercial a largo plazo.

## **1.9. Hipótesis**

Las telecomunicaciones actuales han surgido de miles de años de progreso en la transmisión de información, y los humanos han inventado varios métodos de comunicación, desde símbolos hasta el intercambio de información a largas distancias utilizando equipos técnicos modernos.

Desde la invención del telégrafo y el advenimiento de la fibra óptica, ha habido enormes avances en las telecomunicaciones que permiten a las personas trabajar de manera más eficiente. Es esta eficiencia la que impulsa a las empresas a utilizar nuevas tecnologías que exigen cada día mayores desafíos. lo desarrolló. Por ello, en los últimos años, la transmisión de información mediante fibras ópticas ha pasado de ser una propuesta teórica a una realidad comercial. La tecnología de comunicaciones ópticas se encuentra en desarrollo para su empleo en las redes de enlaces urbanas e interurbanas.

1. ¿Se puede considerar a la Fibra Óptica como una tecnología clave para impulsar las economías?
2. ¿Esto nos permitirá marcar el comienzo de una nueva era de prosperidad regional impulsada por una sólida red de fibra óptica?

## **CAPÍTULO II. ANÁLISIS DESCRIPTIVO / EXPLORATORIO**

La mayoría de las ciudades grandes y medianas de España están cubiertas por cables de fibra óptica.

### **2.1. El caso español: ¿Cómo se han logrado los grandes avances en los despliegues de fibra?**

La fibra óptica comenzó a probarse en laboratorios décadas antes de que se instalara por primera vez. Antes de esto, solo se necesitaba la transmisión de voz, pero con Internet, otras formas de datos estuvieron disponibles. La fibra se presenta como un ofrecimiento ideal. Permitió más velocidad, pero en ese momento era muy caro.

Con el tiempo, la tecnología de alambre se perfeccionó y se pudo doblar. Una mayor flexibilidad en la implementación de documentos hace que sea más fácil de implementar. Esto elimina la necesidad de crear nueva infraestructura de obras públicas para implementarlo.

ADSL apareció en 2000, pero la fibra aún estaba a años de distancia del uso comercial. En 2008, Telefónica comenzó a ofrecer su primera línea de fibra óptica. Las velocidades de descarga eran de 30 Mbps en ese momento, pero los primeros controladores tardaron años en funcionar. En 2005, Telefónica estableció una conexión entre la localidad de Pozuelo de Alarcón, en las afueras de Madrid, y el distrito de La Latina, en el corazón de la capital<sup>23</sup>.

La capacidad de la red de fibra de prueba se redujo en 50 Mbps. La idea también era determinar cómo funcionaría la tecnología en un entorno real.

En los últimos años, la arquitectura visual de la mayoría de las ciudades españolas ha cambiado a medida que los operadores coexistentes han desplegado fibra óptica (FTTH) en todo el país. Tanto es así que España tiene la tasa de penetración más alta de Europa,

---

<sup>23</sup> ThinkBig. Telefónica. Así fue el despliegue de las primeras líneas de fibra en España. 26 de mayo 2021.

con más del 44% de los hogares conectados a fibra óptica según la Comisión Europea FTTH<sup>24</sup>. Si convertimos este porcentaje en hogares equipados con FTTH, estamos hablando de una cobertura de más de 22 millones de hogares. Algunas de las claves del éxito en el país son el marco regulatorio español de la fibra óptica, el Programa Digital Europeo y el trabajo de la CNMC. En términos de conectividad, estos cambios en nuestra opinión también se aplican a la experiencia del usuario final que utiliza conexiones de alta velocidad (teléfono fijo, Internet, TV).

Para reducir el impacto visual, desde Europa se empezó a hacer mucho hincapié en el despliegue de operadores neutrales y se transfirió la red a un tercero para su comercialización, evitando así la coexistencia paralela de 2 o 3 redes FTTH de distintos operadores. Por otro lado, las implementaciones de FTTH están reemplazando a las implementaciones de cobre porque reducen significativamente los costos de equipo y mantenimiento y mejoran significativamente la calidad de servicio (QoS).

Según los últimos datos publicados por la Comisión Nacional de la Competencia en el Mercado (CNMC), a mediados de 2022 hubo casi 70 millones de conexiones de última generación incluidas las líneas móviles (conexiones que proporcionan velocidades de 30 Mbps o superiores).

Por separado, HFC, o una combinación de coaxial y fibra, ha instalado 14,4 millones de puntos de acceso. Estas cifras abarcan a gran parte de la población española y se han incrementado respecto a años anteriores. Los operadores esperan alcanzar la cobertura total en 2024, por lo que la fibra estará disponible para todos los españoles, excepto en zonas muy remotas. Una conexión de tipo FTTH, acrónimo de "fiber-to-the-home", conecta el equipo del ISP directamente al hogar del suscriptor.

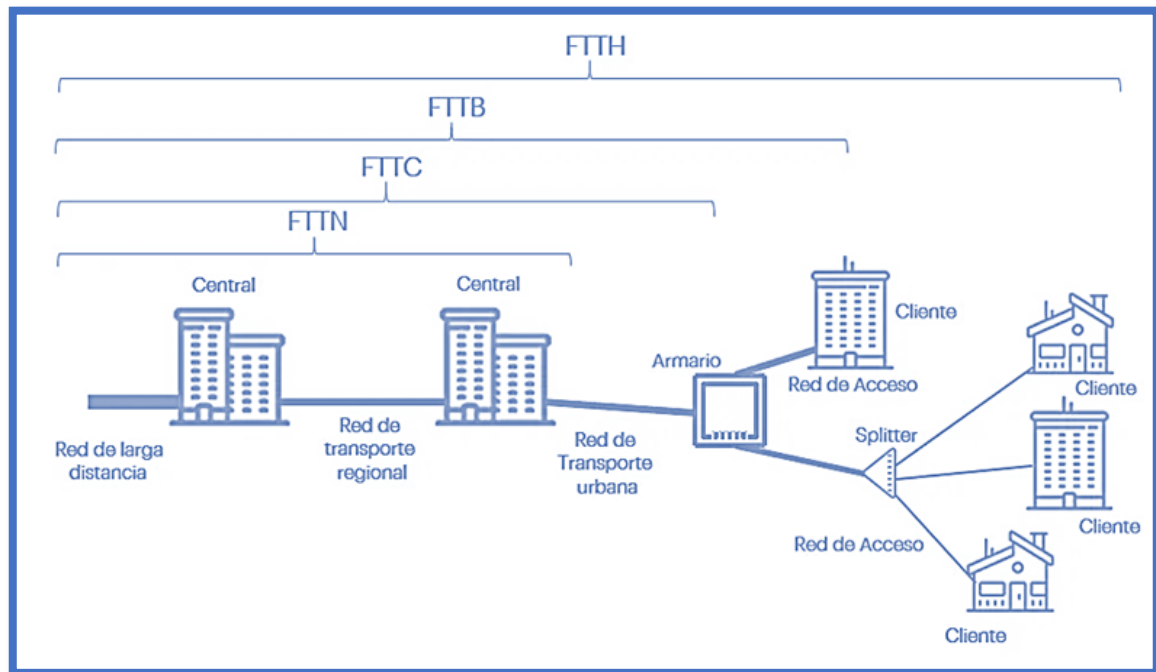
Esto permitía velocidades impresionantes de hasta 1 gigabit por segundo (Gbps), pero era un sistema costoso debido a la gran cantidad de cables que había que instalar en las calles. Para mantener los costos bajos, muchos ISP usan FTTB (fibra hasta el edificio), FTTC (fibra hasta el gabinete de conexión) o FTTN (fibra hasta el empalme) donde los cables

---

<sup>24</sup> Internet: Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/541451/penetracion-mundial-de>.

de fibra óptica se enrutan a ubicaciones y de allí a los hogares utilizando cables de cobre (par trenzado o cable coaxial) para conectarse al servicio. Esto reduce mucho la velocidad máxima, aunque sigue siendo rápida.

**Imagen 1.** Tipo de conexiones de fibra óptica



**Fuente:** Programa Digital Europeo.

El despliegue de fibra consta de ocho fases:

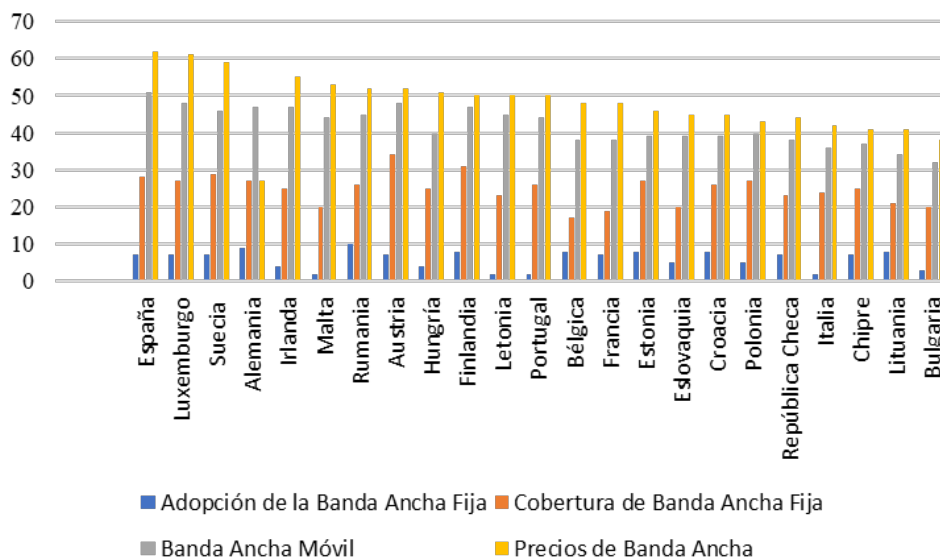
1. Gestión de los ayuntamientos. Para poder funcionar con plena legalidad y seguridad en la sociedad, es necesario el acuerdo de los ayuntamientos.
2. Gestión de privilegios. Se requiere la aprobación de la empresa antes de la instalación del cableado de fachada/interno y los componentes pasivos.
3. Compartimiento. La comunidad publicada se divide en departamentos/grupos que forman unidades independientes dentro de la comunidad publicada.
4. Arquitectura. Las empresas constructoras comienzan instalando cables, elementos (cajas de distribución/cajas de distribución) y probando la red construida.
5. Inventario. Todo lo que se construye en obra se refleja fielmente en el sistema GIS y en las herramientas propias del operador, que proporcionan un inventario completo de toda la red.

6. Calidad. Se deben observar los estándares mínimos de calidad establecidos por el operador. Para este propósito, el equipo fue probado exhaustivamente.

## 2.2. Comparativo de figuras nacionales con otros países del entorno

Como puede observarse en el gráfico 1, tal y como anunció recientemente la Comisión Europea, España ocupa el primer puesto en conectividad y los mejores servicios públicos digitales de la Unión Europea, según el Índice de Economía y Sociedad Digital 2022<sup>25</sup>. El índice se basa en indicadores como la conectividad, la integración de tecnologías digitales, recursos humanos y uso de Internet. El Índice de Economía y Sociedad Digital para 2022 muestra que España ocupa el noveno lugar entre los países de la UE con una puntuación de 57,4 puntos en las cuatro competencias medidas, 7 puntos por encima de la media. En términos del índice global, el país ocupó el puesto 11 en Europa el año pasado, por delante de países como Francia, Alemania e Italia. Actualmente, a pesar de su fuerte posición en los servicios públicos digitales y una mejor conectividad, el capital humano ocupa el puesto 12 y crece año tras año.

**Gráfico 1.** Comparativo de España con los países de la UE



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos suministrados por el Índice de Economía y Sociedad Digital 2022. Año 2020.

<sup>25</sup> Índice de Economía y Sociedad Digital (DESI 2022).

Si bien este es el país con mayor distancia de cable de fibra óptica desplegado, diversas dependencias gubernamentales (locales y municipales) han solicitado al Ministerio de Obras Públicas que brinde servicios de banda ancha como parte de su plan de digitalización. Ante estos requerimientos, el Ministerio de Economía y Comercio lanzó el Programa de Expansión de Banda Ancha (PEBA). Una de las prioridades actuales es proporcionar banda ancha rural para aliviar la disminución de la población. La localización en este país se está expandiendo a nivel mundial, ya que los estándares se establecen en España y la localización en otros países de la UE es habitual, y es un excelente ejemplo de modelos de seguridad y calidad en países del entorno.

### 2.3. Análisis detallado a nivel nacional y por provincia: identificaciones de regiones más y menos conectadas

Según datos facilitados por el Ministerio de Economía y Transformación Digital 2020<sup>26</sup>, la cobertura de banda ancha en España supera los 100 Mb/s y cubre al 88% de la población, aunque este tipo de enlace no está instalado de forma uniforme en todas las comunidades autónomas.

**Tabla 2.** Cobertura de fibra óptica en las regiones de España

| Comunidad Autónoma         | Real 2020 | Estimación 2022 |
|----------------------------|-----------|-----------------|
| Andalucía                  | 85,83%    | 91,49%          |
| Aragón                     | 85,55%    | 92,25%          |
| Asturias                   | 75,19%    | 85,03%          |
| Baleares                   | 88,20%    | 89,52%          |
| Canarias                   | 84,21%    | 88,90%          |
| Cantabria                  | 72,29%    | 82,40%          |
| Castilla y León            | 72,50%    | 88,28%          |
| Castilla-La Mancha         | 80,42%    | 93,01%          |
| Cataluña                   | 89,75%    | 92,91%          |
| Ciudad Autónoma de Ceuta   | 92,78%    | 92,78%          |
| Ciudad Autónoma de Melilla | 100%      | 100%            |
| Comunidad Valenciana       | 85,73%    | 89,08%          |
| Extremadura                | 75,25%    | 91,95%          |
| Galicia                    | 60,03%    | 72,50%          |
| Madrid                     | 96,84%    | 97,43%          |

<sup>26</sup> Informe de Cobertura de Banda Ancha 2020 presentado hoy por el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.



|            |        |        |
|------------|--------|--------|
| Murcia     | 84,06% | 87,19% |
| Navarra    | 71,25% | 75,01% |
| País Vasco | 89,96% | 90,90% |
| La Rioja   | 90,72% | 95,59% |

**Fuente:** Cobertura fibra óptica en España. Roams telefonía. Año 2022.

No todas las compañías llegan a todo el territorio. La cobertura de fibra óptica varía mucho entre la capital y los pueblos rurales. Sin embargo, según el último informe del Ministerio de Economía, se espera que el 95% de la población tenga una conectividad a internet de al menos 30 Mbps, que es el 88% si hablamos de 100 Mbps.

Pero según la ONTSI, en 2022 hubo todavía 660.000 domicilios españoles sin conexión a internet. En los últimos años, los pueblos pequeños han apostado por la innovación, buenas conexiones a Internet y una mejor cobertura de telefonía móvil. Fresno de Sayago (Zamora), 170 habitantes; Atrenzana de Abajo (La Rioja), con 230; Casas de Don Gómez (Cáceres), 289; Anguciana (La Rioja), 433; Táliga (Badajoz), 665; San Esteban del Valle (Ávila), 720; Campezo (Álava) 1.040; Ainzon (Zaragoza), 1.077; Valverde del Majano (Segovia), 1.095; Casalarreina (La Rioja), 1.098; Agoncillo (La Rioja), 1.102; Santa María de la Alameda (Madrid), 1.254; Labastida (Álava), 1.454; Arcos (Burgos), 1.734 y Buitrago de Lozoya (Madrid), 1.884, son 15 localidades de España de menos de 2.000 habitantes que en su mayoría están conectadas por fibra óptica. Estos pequeños grupos de población tienen fibra óptica en todas las puertas, que no está disponible en todas las áreas rurales. Entre enero y diciembre de 2021, la red IP de Movistar experimentó un aumento del 25% en el tráfico en comparación con años anteriores de entre un 10% y un 15%. Un ejemplo de ello es Buitrago de Lozoya, que entre enero de 2021 y marzo de 2022 experimentó un aumento del 167% en el tráfico de Internet.

Anguciana y Casalarreina, fueron de los primeros pueblos de La Rioja en usar fibra óptica en toda la red y registraron un uso de Internet mucho más alto de lo habitual. Los primeros experimentos en el país comenzaron alrededor de 2005, y en 2008 se dio luz verde a la comercialización de tecnologías de redes domésticas. Actualmente, según el Ministerio de Energía, Turismo y Programa Digital, las comunidades autónomas de Melilla y Madrid son las más desarrolladas en este ámbito, con un 100% de implantación en municipios y un 94% en la región capital. La prevalencia de Ceuta y País Vasco supera el 80%, pero

Extremadura es la más baja con un 33,4%, Castilla-La Mancha con un 35% y Galicia con un 36,3%.

En las regiones donde aún no llega la fibra, especialmente las zonas rurales, ADSL sigue siendo la principal opción. En esta categoría existen diferentes opciones dependiendo de la velocidad ofrecida.

Lo mejor se queda en torno a los 10Mbps, y curiosamente, las zonas menos pobladas encabezan los rankings. Castilla-La Mancha y La Rioja tienen la mayor carga, ocupando el 82,4% del territorio. Le sigue Extremadura, con el 80%. En el extremo más bajo tenemos a Galicia con 53%, y Melilla y Canarias, aún cerca del 60%.

#### **2.4. Evolución a lo largo del tiempo**

Cuando se introdujo el ADSL a gran parte de la población, la tecnología de la época tenía limitaciones evidentes. Se basaba en pares de hilos de cobre, al igual que los hilos telefónicos.

La industria de las telecomunicaciones y los ávidos consumidores de Internet (que rápidamente difunden información y son considerados usuarios) exigían velocidades más altas, lo que dio origen a iniciar la instalación de la primera línea de fibra óptica. La diferencia es importante, con ADSL se podía conseguir velocidades de hasta 30 Mbps, aunque la media solía ser inferior.

Mientras tanto, la fibra alcanza un máximo de 1 Gbps, y aunque las velocidades de transferencia en el hogar suelen rondar los 100 Mbps, seguía siendo mucho más rápido que las líneas ADSL (López, 2020).

**2010:** Según datos publicados por la CNMC, España utiliza por primera vez cable de fibra óptica en 2010, el 99,29% de las líneas de servicio en España utilizan cable de cobre como principal medio de comunicación a velocidad de unos 2 MB/s utilizando tecnología xDSL, especialmente ADSL. El cable de fibra óptica (FTTH) se introdujo por primera vez en 2010 y sirvió casi 60 000 habitantes a finales de año.

**2013:** Aparición de FTTH. La fibra óptica se convirtió en la tecnología de mayor crecimiento en 2013, y Telefónica a su vez trabajó para mejorar la infraestructura de telecomunicaciones de España. Telefónica teniendo previsto desplegar fibra hasta los hogares de ciudades españolas como Madrid, Barcelona, Bilbao y Sevilla.

A fines de 2013, la cantidad de fibras ópticas FTTH superó las 500 000 y la cantidad de líneas de servicio llegó a 626 676. Sin embargo, xDSL aún dominaba el mercado de banda ancha fija con 9 334 581 líneas, lo que representa el 93,71 % de todas las líneas de servicio. La velocidad media de navegación mejoró ligeramente, alrededor de 5 Mbps.

**2015:** La fibra siguió creciendo mientras que el cobre disminuía. El año 2015 estuvo marcado por importantes inversiones e interés en la implementación de FTTH. De 1.563.000 conexiones de fibra óptica a principios de año, se duplicó a 3.161.302 líneas de servicio en diciembre.

De estas líneas, el 71,3% corresponden a Movistar. Mientras que los despliegues de FTTH crecieron rápidamente, xDSL perdió líneas, finalizando el año con 7.673.588 líneas activas, un 17,79% menos que en 2013. En 2015, la velocidad media de una conexión a Internet de banda ancha en España era de 21 Mbps. A pesar del mayor costo de la instalación de fibra, los operadores se beneficiaron de la alta densidad de población en las ciudades y áreas metropolitanas. En 2015, el 95% de los nuevos corredores se ubicaron en ciudades con una población de más de 10,000 personas.

Los grandes operadores se concentraron en los grandes núcleos urbanos, dejando como telón de fondo las zonas rurales dispersas. Al carecer de infraestructura como plomería subterránea y baja densidad de población, estas áreas fueron más costosas de reproducir, lo que afectó la generación de ingresos dignos. Para las ciudades más pequeñas que son menos atractivas para los operadores más grandes, los operadores locales fueron una opción. Además, se diferenciaron de las grandes empresas por ofrecer precios más asequibles y, sobre todo, atención personalizada y cercanía con los clientes.

**2019:** España alcanzó los 10 millones de conexiones de fibra en noviembre de 2019, mientras que el número de conexiones xDSL activas disminuyó significativamente. 2019

finalizó con 10.419.048 UUII<sup>27</sup> ofreciendo servicios FTTH, cuadruplicando las 2.588.735 líneas xDSL. Gracias a la introducción de FTTH, la velocidad media de conexión ha aumentado exponencialmente, hasta los 105 Mb/s. Estos despliegues son impulsados y financiados principalmente por el Ministerio de Economía y Transformación Digital a través del Programa Nacional de Expansión de Banda Ancha de Próxima Generación (PEBA-NGA).

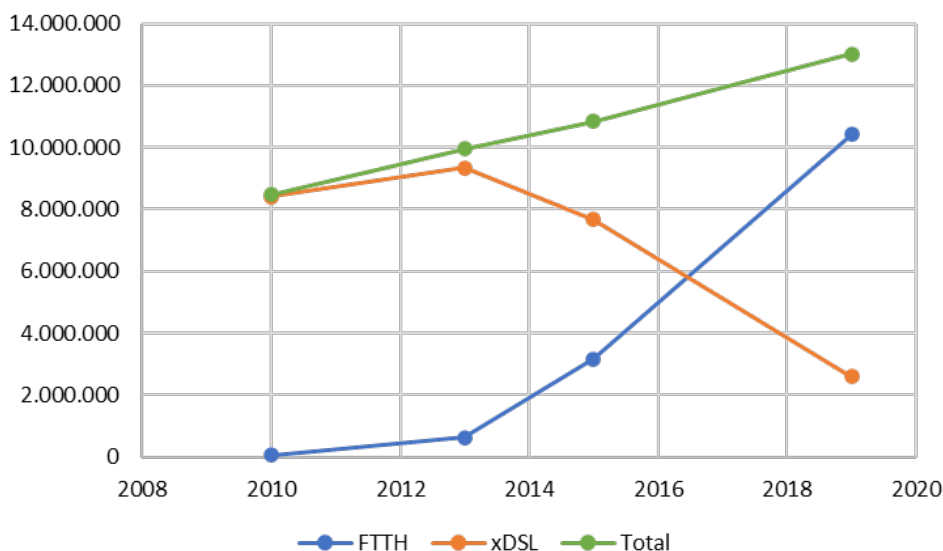
Después de casi una década de gloria, la fibra óptica ha demostrado ser una forma más eficiente de transmitir información y conectarse a Internet que los viejos cables de cobre. (ver tabla 3 y gráfico 2)

**Tabla 3.** Evolución de FTTH vs xDSL

| Años | FTTH       | xDSL      | Total      |
|------|------------|-----------|------------|
| 2010 | 59.981     | 8.416.090 | 8.476.071  |
| 2013 | 626.676    | 9.334.581 | 9.961.257  |
| 2015 | 3.161.302  | 7.673.588 | 10.834.890 |
| 2019 | 10.419.048 | 2.588.735 | 13.007.783 |

*Fuente:* Elaboración propia. Según datos de la CNMC. Año 2019.

**Gráfico 2.** Evolución de FTTH vs xDSL

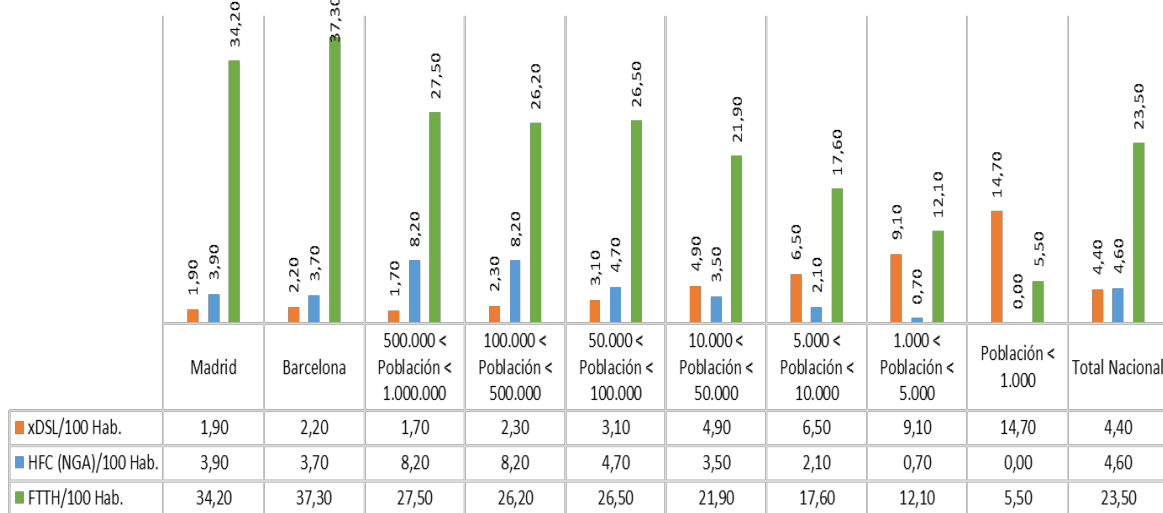


*Fuente:* Elaboración propia. Según datos de la CNMC. Año 2019.

<sup>27</sup> UUII: Representa las Unidades Inmobiliarias.

Un nuevo informe de la CNMC confirma que los operadores alternativos incrementaron el acceso a las redes de generación anterior en todas las ciudades en 2020, lo que supone un incremento del 75% en los nuevos accesos FTTH activos. Además, como se observa en el gráfico 3, se está acelerando el despliegue de redes de fibra óptica en pueblos pequeños. Más del 80% de los dispositivos de acceso FTTH de nueva instalación se encuentran en localidades de menos de 100.000 habitantes.

**Gráfico 3.** Penetración de accesos xDSL, HFC y FTTH por tipo de municipio



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de la CNMC. Año 2020.

Según las últimas estadísticas de diciembre de 2020, los operadores han intensificado el despliegue de redes FTTH y ampliado significativamente su presencia en pequeñas ciudades. En 2020 se instalaron un total de 3,5 millones de nuevas conexiones FTTH, de las cuales el 81% se desplegaron en ciudades de menos de 100.000 habitantes. En diciembre, xDSL seguía siendo el principal método de acceso de banda ancha solo en ciudades con menos de 1000 habitantes. El aumento del despliegue de accesos de fibra va acompañado de un aumento de los contratos de acceso FTTH de los usuarios. En las ciudades de Madrid y Barcelona, el porcentaje de conexiones FTTH activas fue del 85,5% y 86,3% respectivamente del total de conexiones de banda ancha de estas ciudades. Además, como se refleja en el gráfico 4, los accesos FTTH activos supusieron más del 71,5% del total de accesos de banda ancha en municipios de 10.000 o más habitantes (72,4% de media nacional).

**Gráfico 4.** Evolución del porcentaje de accesos sobre el total de banda ancha por tipo de municipio



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de la CNMC. Año 2020.

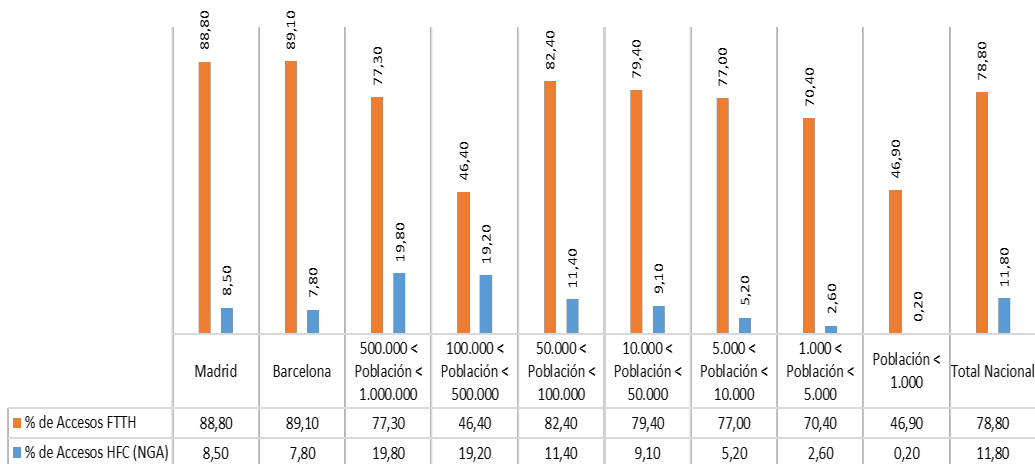
La cuota de mercado de Movistar en 2020 fue del 38,1% del total de accesos activos de banda ancha fija (1,2 puntos porcentuales menos que en 2019). En promedio, todas las ciudades, pero especialmente aquellas con menos de 100.000 habitantes, experimentaron una disminución.

La principal característica de la fibra óptica de Movistar en España es la calidad de la conexión, pudiendo disfrutar de imágenes HD en el dispositivo sin ningún tipo de interferencia, ya que Movistar garantiza el 100% de la velocidad contratada. También permite disfrutar al máximo de los juegos online gracias al mejor ping del mercado, facilitando la interacción instantánea con otros jugadores online. A esto habría que añadir la posibilidad de conectar varios dispositivos a la vez sin perder la calidad de la conexión, ya que, por ejemplo, Movistar TV con fibra óptica no consume ancho de banda.

Las conexiones se conectan directamente al hogar, mientras que otros proveedores solo se conectan al nodo más cercano. Brinda alcance total a velocidades de contrato con la capacidad de cargar o descargar archivos hasta 10 veces más rápido. Además, Movistar ha adoptado un nuevo tipo de fibra, la fibra simétrica, que proporciona la misma velocidad de descarga que de subida. Perfecta para trabajar en la nube o realizar videoconferencias en calidad HD.

Hasta 2021 se instalaron un total de 8,7 millones de redes de fibra óptica, el 80% de las cuales estaban en ciudades de menos de 500.000 habitantes. Las ciudades con poblaciones de menos de 10.000 habitantes experimentaron los mayores aumentos. Según las últimas estadísticas de la CNMC sobre servicios de fibra, los operadores están intensificando el despliegue de redes FTTH y ampliando significativamente su presencia en pequeñas localidades. Tal como indica el gráfico 5, en los municipios de Madrid y Barcelona, las conexiones FTTH suponen el 88,8% y el 89,1% respectivamente del total de conexiones de banda ancha activas en estos municipios. En ciudades de menos de 5.000 habitantes, el porcentaje de conexiones FTTH activas ha aumentado más de un 15% en el último año, considerando dentro de los sistemas de distribución para el suministro de servicios avanzados de telecomunicaciones la telefonía e Internet de banda ancha. Sin embargo, hasta el momento no se ha llegado a un 100% de cobertura, ya que todavía un 10% de la población española que vive en zonas rurales se quedan fuera de esa cobertura mínima de 30 Mbps solicitada por la UE.

**Gráfico 5.** Porcentaje de accesos activos NGA de FTTH y DOCSIS 3.x sobre accesos totales de banda ancha por tipo de municipio



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de la CNMC. Año 2021.

La mayor penetración de accesos FTTH se observa en Barcelona y Madrid con 39,7 y 37,3 accesos respectivamente, por cada 100 habitantes. Además de estas ciudades, la penetración del acceso FTTH en municipios más pequeños también aumentó significativamente. En particular, las áreas con una población promedio de más de 50,000 tuvieron una tasa de penetración de acceso FTTH de más de 28.9 líneas FTTH por cada

100 personas, que es superior al promedio nacional. Los operadores alternativos concentraron el 84% de las nuevas conexiones FTTH. La cuota de acceso activo NGA (fibra y cable) de estos operadores aumentó en todas las ciudades, pero más en las ciudades de menos de 10.000 habitantes, donde aumentó más de 7 puntos porcentuales. En Madrid y Barcelona la subida fue de 2,6 puntos cada una y del 1,4 por ciento respectivamente.

## **2.5. Políticas del Gobierno para favorecer el despliegue de la fibra óptica**

España no solo tiene una de las tasas de adopción de fibra más altas, sino que la calidad de su tecnología es superior a la de muchos de nuestros vecinos europeos. No obstante, aunque nos gusta pensar en la fibra como una sola cosa, la verdad es que existen diferentes aspectos técnicos en este tipo de red. Y solo uno puede aportar calidad y rapidez.

El Gobierno español ha adoptado varias medidas encaminadas a la expansión de fibra óptica. El objetivo principal de este conjunto de medidas es establecer un sistema de gestión que promueva las inversiones y permita la entrega rápida de la extensión de la red de fibra óptica y cobertura de telefonía móvil de cuarta generación 4G.

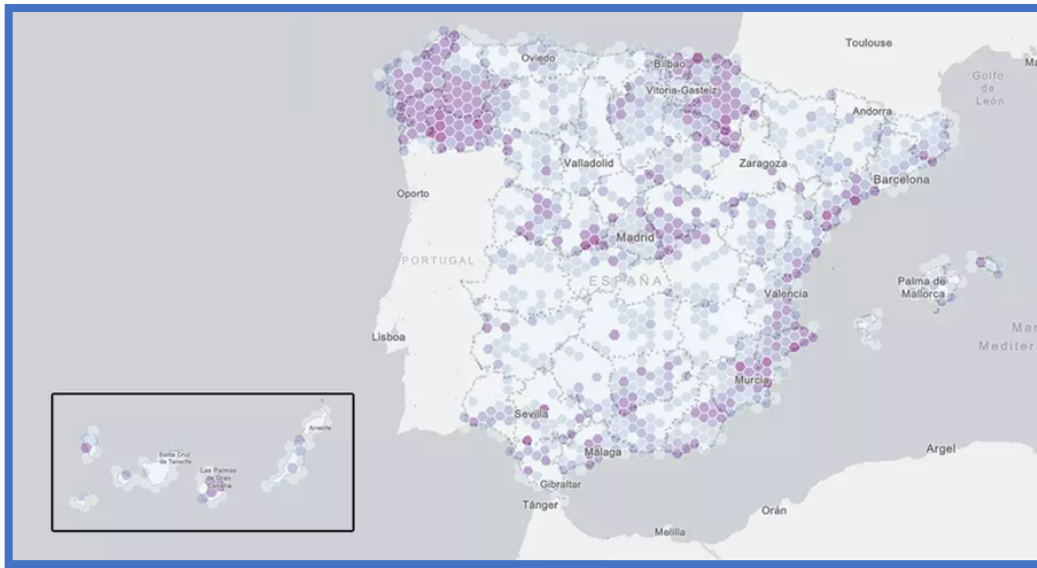
Para que esto suceda, los operadores móviles podrán instalar estas redes de alta velocidad en edificios existentes y obras de construcción, tuberías (gas, electricidad o alcantarillado), postes, tuberías de la calle, trenes, torres, etc. Además, se proporciona la instalación de fibra en las nuevas infraestructuras para evitar reabrir el suelo.

La fibra óptica es la línea del futuro y está disponible en gran parte del país, aunque también es cierto que no está al 100% al alcance de la población. Por ello, como puede verificarse en la imagen 2, el Gobierno decidió crear y ampliar la lista de comunidades que recibirán ayuda económica para expandir el cableado en ellos.

Estos beneficios incluyen las denominadas Zonas Grises NGA (que tienen o se espera que tengan cobertura de fibra para los próximos tres años, pero son proporcionadas por un solo operador si no superan los 100 Mbps) y la Zona Blanca (donde no hay cobertura de internet con una velocidad de al menos 30 Mbps, o planea tenerlos).



**Imagen 2.** Mapa de las zonas blancas y grises en España



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de Mapa de zonas blancas y grises en España: zonas sin. <https://www.adslzone.net/operadores/en-detalle/z>.

Estas ideas son tales que el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital ha incluido áreas grises para solicitar asistencia del Programa Nacional de Expansión de Banda Ancha de Próxima Generación (PEBA-NGA), aumentando así las áreas blancas que estaban listas para recibirlas. La Comisión Europea ya ha dado el visto bueno a este proceso, lo que significa que hay avance para el despliegue. Hay que tener en cuenta que el mapa se ha configurado en zonas blancas y grises en España, incluyendo referencias a zonas facilitadas por los usuarios y donde se puede ver el límite de velocidad vigente. El mapa también muestra 60.000 ubicaciones seleccionadas con 2,25 millones de propiedades. Las zonas limpias se ven especialmente afectadas ya que vienen operadores locales de otras zonas o trabajan para conectar zonas que no tienen dinero, y aunque no haya competencia real entre operadores, al menos es posible tener una conexión de fibra. España es la red móvil de más rápido crecimiento en Europa. La apuesta de las operadoras en los últimos años por llevar la fibra a muchos hogares ha convertido al país en líder en velocidad de expansión de FTTH entre las principales economías europeas.

Al cierre de junio de 2021, el 88,3% del país ha logrado una cobertura de al menos 100 Mbps utilizando diversas tecnologías. Entre ellos, FTTH ha cubierto el 87,45% de las residencias familiares en el país. Sin embargo, estos datos señalan que, a pesar del alto

nivel de difusión, existen amplias divergencias entre las diferentes comunidades autónomas.

Si excluimos a Ceuta y Melilla (100%), cuyas características geográficas permiten una cobertura FTTH superior al 99%, Madrid es el territorio que registra mejores datos en 2021. En concreto, el 98,19% de los hogares ubicados en Madrid, tenían una cobertura de fibra óptica en casa. Le siguen Baleares (92,62%), Canarias (92,54%), La Rioja (91,56%), Cantabria (91,24%) y el propio País Vasco (90,92%), todas ellas con una tasa de cobertura que supera el 90%. Aragón (77,58%), Galicia (73,88%), Castilla y León (73,00%) y Asturias (70,75%), le siguen con el mayor registro del país. En Cataluña (68,00%), alrededor de siete de cada diez viviendas tienen cobertura FTTH.

Como se puede observar la brecha digital sigue afectando gravemente al territorio catalán. Aunque la cobertura real de fibra óptica es superior a 100 Mb/s, y están aumentando y alcanzan el 92% según el Ministerio de Industria, los datos de 2021, compilados sobre la base de todos los actores del mercado, alcanzan el 92% de los habitantes, pero al hablar en términos de territorio caen espectacularmente y se quedan en el 15% de municipios. Es decir, solo 95 de los 947 municipios de Cataluña tienen al menos un 90% de cobertura de fibra óptica. Actualmente, los productos del mercado nacional están orientados a fibra óptica de al menos 50 Mbps (hasta 300 Mbps) o ADSL de hasta 20 Mbps.

El 80% de la población de Cataluña dispone de líneas fijas de internet de fibra óptica a velocidades superiores a los 30 Mbps, mientras que el 20% restante vive en el 85% del territorio. Es decir, alrededor de 720 municipios de Cataluña no llegaban a los 30 Mbps. Hay algún caso sangriento como Malgrat de Mar (18.417 habitantes) que no tiene fibra, aunque tiene un 30% de ADSL, o Llinars del Vallès (9.536 habitantes) donde la fibra acaba de llegar al centro de la ciudad a pesar de que no se ha añadido a las zonas industriales más potentes de Cataluña, sigue utilizando ADSL. Solo les dan una fibra dedicada, no una conexión de fibra estándar como en la casa.

El motivo es que los operadores se están enfocando en áreas donde el despliegue será más rentable. Requieren que las administraciones inviertan para cubrir otras zonas con menor población, ya que el despliegue es muy caro. Dado que muchos vecinos son los que

controlan el avance de la red de fibra óptica en el país, la diferencia entre las zonas surge por varios motivos. Los datos muestran las peores tasas de protección para las áreas más comunes en áreas rurales o urbanas. Si FTTH es de unos 100 Mbps, hay una diferencia del 20% entre la distribución rural y la nacional. Sin embargo, estando en estas zonas rurales, donde cerca de 40 de ellos no tienen acceso a fibra.

Esta “brecha”, también conocida como brecha digital, se ha convertido en una de las más importantes del mundo que ganará valiosos recursos en los próximos años. La misión es clara y el objetivo es claro, aunque el objetivo es garantizar conexiones a Internet de alta velocidad en todo el país.

No obstante, se ha avanzado en 2021 para cerrar la brecha digital en España en redes de alto ancho de banda. En particular, a pesar del impacto de la epidemia, entre junio de 2020 y junio de 2021, la tasa disminuyó un 5,4 por ciento.

Para el gobierno, la infraestructura FTTH es una de las claves más importantes para la transformación digital de la economía y la sociedad en su conjunto. En este sentido, en el programa nacional 5G, el Gobierno ha visto en el despliegue de la telefonía móvil e Internet de alta velocidad un elemento clave de la estrategia de digitalización de España, aunque no todas las empresas son capaces de llegar a todo el territorio.

No hay que olvidar que el Gobierno está gastando mucho dinero en la implementación de nuevas medidas urgentes. Esto se debe en parte a que es uno de los motores de la economía global y en parte a que los usuarios necesitan poder utilizarlo en sus actividades diarias.

También se ha avanzado en 2020 en el programa de expansión FTTH, que permite ampliar las conexiones a velocidades superiores a los 100 Mbps. Cuando finalicen todas las obras, se espera que la operación de fibra óptica llegue al 97% de los ciudadanos españoles en 2023. Se sigue apostando por la fibra óptica y, sobre todo, que los usuarios en España dispongan de una conexión a internet de hasta 30 Mbps. Todavía es un trabajo en progreso, por lo que parece que es solo cuestión de tiempo antes de que el cableado llegue a todas partes.

Por otro lado, los gobiernos de España y Castilla-La Mancha han demostrado el liderazgo y la cooperación que mantienen entre ellos y los actores regionales para llevar fibra óptica a todos los. Del mismo modo, el Gobierno regional fomenta la instalación de fibra en polígonos industriales, para aumentar su competitividad, donde se realizarán los trabajos de instalación de fibra y las empresas podrán contratar conectividad digital a una velocidad de 1 gigabit por segundo.

## **CAPÍTULO III. IMPACTO ECONÓMICO**

### **3.1. La Fibra Óptica en la Economía**

El uso de fibra óptica en redes de gran escala ha afectado fuertemente a la economía. Es imposible medir el grado de su efecto económico porque el dinero sigue fluyendo en un efecto dominó. Mirando las aplicaciones de la fibra óptica, se puede entender algunas de las formas en que ha afectado a la economía, principalmente a través de las telecomunicaciones.

En el pasado, los sistemas de telecomunicaciones se dividían en categorías de larga distancia, metro y suscriptores. Al principio, el desafío era familiar: el 10% de las instalaciones de cable eran de larga distancia, el 10% en áreas metropolitanas y el 80% en la "última milla": el usuario.

### **3.2. España, líder europeo en despliegue de fibra**

La red de telecomunicaciones se está renovando y la infraestructura instalada en todo el territorio ha soportado significativamente el aumento del tráfico. He aquí un dato importante a tener en cuenta: España ha desplegado más fibra que Alemania, Francia, Gran Bretaña e Italia juntas.

Esta increíble red es lo que hace que la comunicación digital funcione. En un mundo de tiempos cambiantes, la expansión de la fibra óptica es una de las mayores ventajas competitivas de España en la transformación digital de la economía, gracias a una revolución tecnológica sin precedentes en la historia de la humanidad. La diferencia en el número de conexiones de fibra óptica hasta el hogar que había en España en enero de 2020 y las de enero de 2021 es de 1,3 millones.

En el campo de las telecomunicaciones, España puede presumir del nivel de penetración de fibra óptica frente al resto de países europeos. La CNMC ha publicado los números correspondientes a enero de 2021 y revela que la total ha subido en 100 000 líneas en un mes, hasta los 11,6 millones de conexiones.

España tenía más dispositivos conectados a finales de 2021 que Francia, Alemania, Italia y el Reino Unido juntos. En general, España tiene un 2% más de equipos conectados por fibra que las cuatro economías más grandes de Europa, 11.6 millones. Francia contaba con 6.8 instalaciones conectadas por fibra óptica; Italia 1.2; Gran Bretaña 1.1; y Alemania 0.6 millones de instalaciones conectadas. España, líder europeo en despliegue de fibra, por delante de Alemania, Francia o Reino Unido.

Las cifras provienen de Analysys Mason, una firma global de consultoría e investigación enfocada en los sectores de telecomunicaciones, medios, tecnología y servicios digitales, y España es el líder europeo en despliegue de fibra, por delante de Alemania, Francia o el Reino Unido, por lo que España es el país con mayor penetración FTTH de toda la UE.

### **3.3. España amortigua la escasez de fibra óptica que amenaza con golpear la digitalización en Europa**

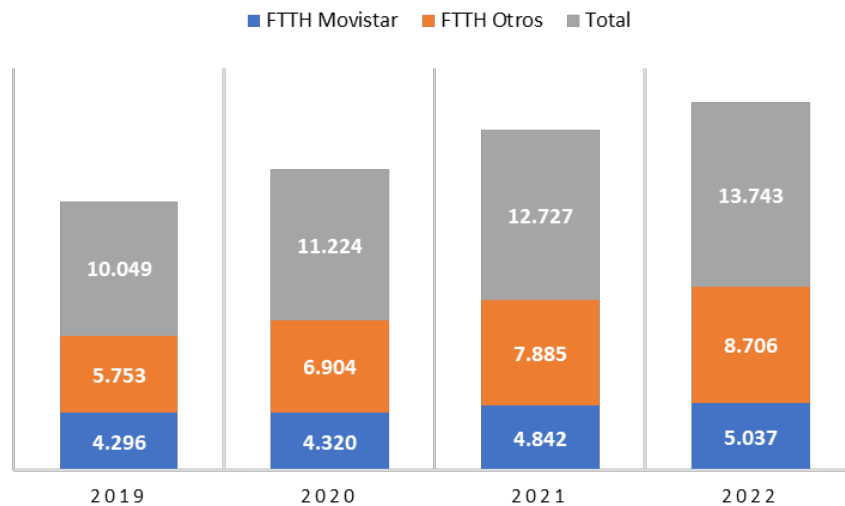
La elevada penetración de la banda ancha en el territorio permite a las teleoperadoras no verse tan afectadas por el encarecimiento de esta infraestructura, aunque sus fabricantes ya notan el impacto de la inflación. A pesar que Alemania se enorgullece de ser una de las economías más sólidas del mundo, con ciudades como Múnich o Berlín que se han convertido en centros de nuevas empresas tecnológicas, el sector industrial y el llamado Internet de las Cosas, la digitalización de los objetos cotidianos, demandarán cada vez más conexiones más rápidas. Pero la falta de innovación digital también perjudica a los ciudadanos comunes. Según la Asociación Alemana de Banda Ancha, en 2025 el 75% de los hogares necesitarán una descarga de más de 500 megabits por segundo. La infraestructura requiere la construcción de un millón de kilómetros de fibra óptica. Con este fin, el gobierno federal se ha comprometido a construir una infraestructura digital de clase mundial para toda Alemania. Su principal objetivo es que en 2025 esta red Gbit llegue a todas las regiones y municipios a través de cables de fibra óptica vía FTTH (Fiber to the Home). Actualmente, Alemania tiene una excelente red de cable de cobre, pero la demanda de mayor ancho de banda, Industria 4.0, redes de telecomunicaciones gigabit y comunicaciones móviles 5G de próxima generación están impulsando las condiciones de infraestructura actuales para la interconexión al cable de fibra óptica para una mejor capacidad de transmisión.

En general, la fibra es fundamental para posibilitar la digitalización de la sociedad y la velocidad de una economía dependiente de internet. De este marco digital depende la promesa del 5G, que dará conectividad de alta velocidad a miles de smartphones al mismo tiempo, o la llamada Industria 4.0. Actualmente, los cables de fibra óptica de 77,6” desplegados en España se dirigen a tres operadores: Movistar, Orange y Vodafone. En los últimos años, el gobierno ha entregado a estas empresas millones de dólares en subsidios para agilizar la instalación de cables y brindar acceso a internet a todos los rincones de la región. Así que decidió desechar la red de cobre tradicional y sustituirla por una red de fibra óptica más eficiente, que es la infraestructura que hace fuerte a España.

### 3.4. Tendencias de la industria de fibra óptica

La tecnología de fibra óptica no es nueva, pero es una industria que ha enfrentado varios desafíos de desarrollo en las últimas dos décadas.

**Gráfico 6.** Cantidad de líneas en España (2019-2022)



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC).

Como se puede percibir en el gráfico 6, el número total de líneas FTTH en España alcanzó los 13,7 millones en diciembre de 2022. Respecto a diciembre de 2021, aumentó en 1

millón el número de líneas residenciales de fibra óptica, lo que supuso graves obstáculos económicos y políticos para el uso de las mismas.

### **3.5. Costes de la inversión en fibra óptica**

España, en el marco de la denominada Agenda Digital para Europa, ha puesto en marcha una serie de políticas muy ambiciosas para promover el desarrollo y despliegue de infraestructura que proporcione banda ancha ultrarrápida. Gran parte de esta infraestructura estará basada en fibra óptica, que actualmente tiene aún una baja penetración, por lo que inevitablemente se requerirán importantes inversiones<sup>28</sup>. Para realizar esta inversión y transformar el mercado de telecomunicaciones en una industria competitiva, la Comisión Europea adoptó la propuesta NGA que realmente garantiza el acceso a esta nueva red. Este es un interesante estudio sobre los factores que influyen en el costo de producción de la fibra, e incluso demuestra que el costo de su implementación no es algo que lo afecte. Por lo tanto, la atención se centra en la economía de reemplazar los viejos cables de cobre con fibra óptica. El desarrollo de la fibra óptica en España ha sido muy claro desde un principio en cuanto a las tecnologías utilizadas en su implantación. Tanto autoridades como operadores de telefonía han apostado de forma definitiva y casi exclusiva por la fibra FTTH, que es cualitativamente la mejor oferta. Si sumamos esto a nuestros esfuerzos por cubrir la mayoría de los hogares de nuestras ciudades lo antes posible, solo podemos sentirnos orgullosos de que nuestro país tenga un lugar tan destacado en el desarrollo y cobertura de la mejor fibra óptica del mundo.

### **3.6. El Producto Interno Bruto y la fibra óptica**

No se puede negar la beneficiosa influencia que ha supuesto el avance de las tecnologías de la información sobre diversos aspectos de la sociedad. En concreto, el avance tecnológico, que supone la capacidad de mejorar la velocidad de Internet y por tanto el ancho de banda, es el más importante de los últimos años. Los beneficios incluyen una mejor experiencia de usuario, así como la inversión en la industria de las telecomunicaciones que ha llevado a la creación de empresas o al crecimiento de las

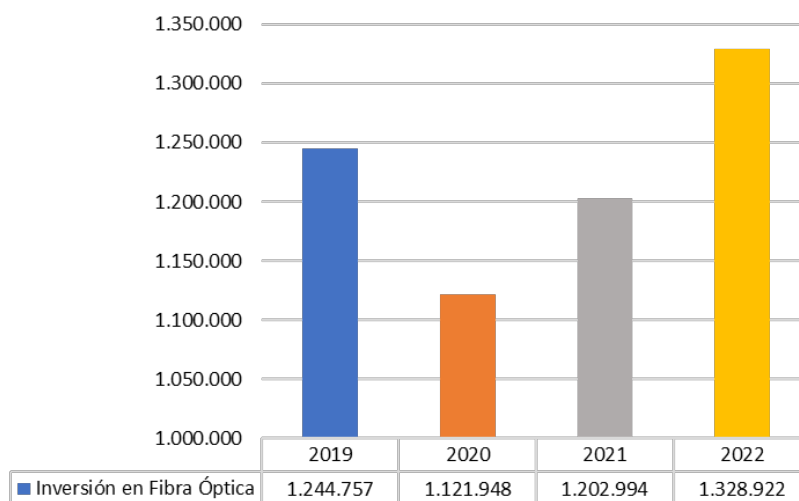
---

<sup>28</sup> Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. <https://advancedigital.mineco.gob.es/.../Paginas/agenda-digital-para-Espana.aspx>.



existentes, tal y como se puede contemplar en el gráfico 7. Obviamente, estos beneficios pueden verse reflejados en el producto interno bruto (PIB), que es ampliamente utilizado como medida del bienestar social.

**Gráfico 7.** Niveles de inversión en fibra óptica en España en millones de € (2019-2022)



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de Connecting European Facilities.

Varios estudios han intentado cuantificar este efecto, pero el Dr. Arthur D. Little en octubre de 2011<sup>29</sup> es perspicaz y concluyente. Como tal, se la utiliza como referencia para explicar el impacto del crecimiento de la banda ancha en la economía.

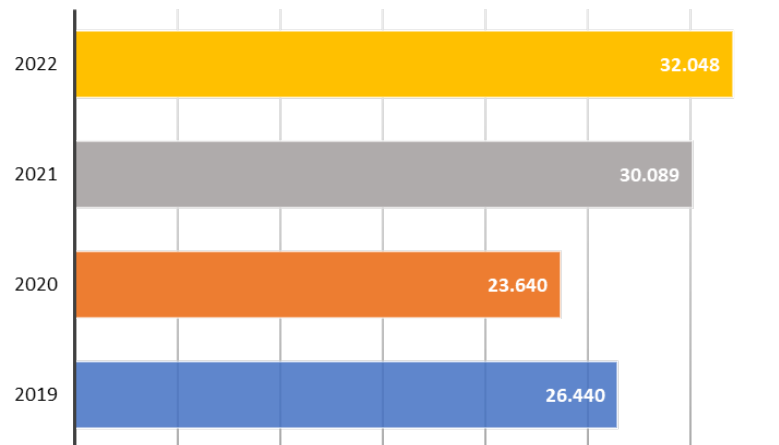
Se cree que el estudio en sí es el primero en utilizar un método científico integral basado en datos empíricos. Se dice que la inversión en banda ancha en el programa Connecting European Facilities se basa en una investigación realizada por McKinsey & Company de que un aumento del 10 % en la penetración de la banda ancha en los hogares trae consigo un aumento del PIB del país que puede oscilar entre el 0,9 y el 1,5 %<sup>30</sup>. Es importante invertir en la provisión de infraestructura y tecnologías que apunten no solo a aumentar el nivel de penetración, sino también la velocidad que ofrece la banda ancha; ya que estas dos cosas tienen un efecto en el ingreso del país.

<sup>29</sup> ARTHUR D. LITTLE - Trabajos - danielasalasar23. <https://www.clubensayos.com/Negocios/CASO-ARTHUR-D-LITTLE/5128720.html>.

<sup>30</sup> Acuerdo sobre 'Connecting Europe Facility' 2021-2027. <https://www.esmartcity.es/2021/03/17/acuerdo-sobre-mecanismo>.

También es interesante resaltar las variaciones del PIB per cápita<sup>31</sup> en los últimos cuatro años,

**Gráfico 8.** Niveles del PIB per cápita en España (2019-2022)



**Fuente:** Elaboración propia. Según datos de GSMA. Intelligence.

Como se señala en el gráfico 8, el PIB Per cápita de España en 2022 fue de 32.048 €, 1.959 € mayor que el de 2021, que fue de 30.089 €.

Para ver la evolución del PIB per cápita resulta interesante mirar unos años atrás y comparar estos datos con los del año 2020 y 2019 cuando el PIB per cápita en España era de 23.640 y 26.440 respectivamente.

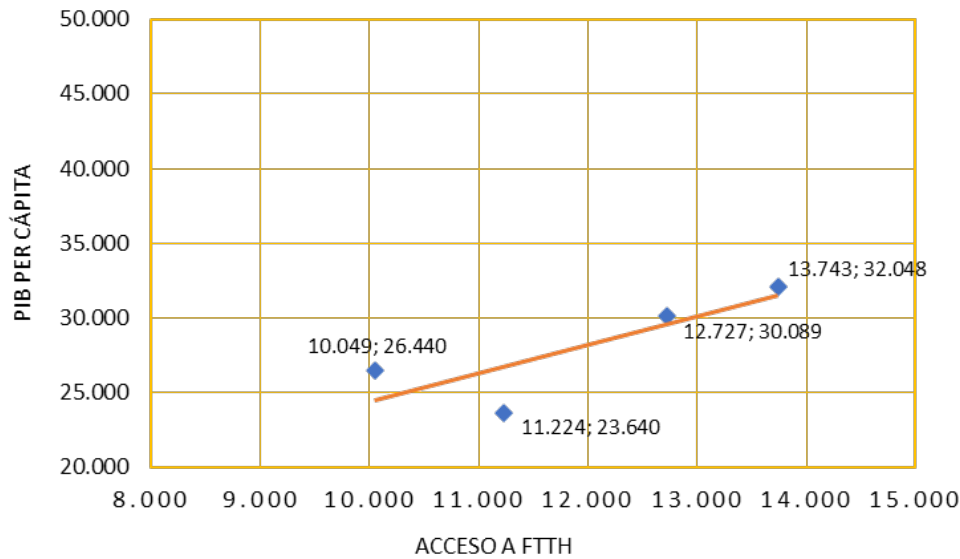
Como se puede observar en el siguiente gráfico un aumento en la penetración de la banda ancha fija daría lugar a un aumento del PIB per cápita, por lo que se puede determinar que existe una correlación positiva entre ambas variables.

Sin embargo, se debe tener presente que correlación no implica causalidad. Dicho en otras palabras, que dos hechos sucedan al mismo tiempo no significa que necesariamente uno sea causa del otro.

---

<sup>31</sup> El PIB per cápita es un indicador económico, usado principalmente en la macroeconomía, que sirve para ver la relación entre la renta de un estado y su población.

**Gráfico 9.** PIB per cápita y penetración de fibra óptica



*Fuente:* Elaboración propia. Según datos de GSMA. Intelligence.

### 3.7. Productividad y fibra óptica

La herramienta se caracteriza por brindar una conexión rápida y estable, lo que brinda mejores resultados en tareas que requieren una transferencia de datos intensiva, como respaldos o transmisión de video. Este método avanzado mantiene la velocidad y la estabilidad incluso cuando varios dispositivos están conectados a la misma red. La tecnología de fibra óptica ofrece el más alto nivel de seguridad de cualquier herramienta de conexión y es inmune a las interferencias causadas por el voltaje, la temperatura u otros cambios en el cable y es una herramienta importante para aumentar la productividad y las ganancias.

### 3.8. Un nuevo paradigma en el despliegue de fibra

La llegada del teletrabajo y las nuevas demandas han creado un cambio de paradigma en la industria que ya ha obligado a las empresas de telecomunicaciones a repensar sus estrategias. Como tal, se prevé que el número de subcontratistas aumente significativamente, aunque actualmente se subcontrata parte de la instalación, el mantenimiento y la reparación de redes con el auge de FTTH.

La incorporación de redes de fibra óptica también cambiará la composición del gasto externo de las empresas de telecomunicaciones y, si bien el despliegue seguirá siendo el principal impulsor de la inversión, la actividad recurrente en redes fijas seguirá creciendo entre un 15 % y un 20 % anual<sup>32</sup>. La conexión y mantenimiento de FTTH en 2025 supondrá el 60% del gasto exterior en 2030.

---

<sup>32</sup> La importancia de los despliegues FTTH en España — Nae. <https://nae.global/es/la-importancia-de-los-despliegues-ftth-en-espan>

## **CAPÍTULO IV. RECOMENDACIONES DE POLÍTICAS QUE AYUDEN A PAÍSES EN DESARROLLO A ACELERAR DESPLIEGUES DE FIBRA**

El crecimiento de la banda ancha está dando un gran paso para cerrar la enorme brecha de conectividad<sup>33</sup>.

Aunque muchos gobiernos, empresas y organizaciones internacionales reconocen la importancia del crecimiento de Internet y su rápida adopción en los países en desarrollo, existen varios obstáculos difíciles para este progreso.

Ahora mismo son:

1. Altos costos de inversión en infraestructura.
2. Falta de mecanismos financieros y falta de interés de los inversionistas por invertir en áreas marginales.
3. Los usuarios de bajos ingresos tienen menos probabilidades ya que poseen una demanda limitada.
4. Falta de comprensión, conocimiento, capacitación en el uso, aplicación y el valor de banda ancha.
5. La infraestructura de apoyo es insuficiente en muchos lugares (suministro electricidad, caminos).
6. Insuficiente educación y conocimiento del sector TIC en el país por parte de Oficiales de Estado.

**Tabla 4.** Papel del estado en el desarrollo del sistema de banda ancha

| Ámbito                   | Objetivos   | Herramientas   |
|--------------------------|---|--|
| La integración sistémica | Corregir y crear sinergia entre los gobiernos y los operadores de fibra óptica. | Estrategia nacional de banda ancha. Estimular la demanda y aumentar la capacidad de absorción. Promoción de servicios de administración electrónica y contenido local. |

<sup>33</sup> Informe anual del Índice de Desarrollo de la Banda Ancha: <https://publications.iadb.org/es/informe-anual-del-indice-de...>

|   |   |  |
|---|---|--|
| Igualdad de acceso y uso de la escala de acceso   | Uso para explotar las externalidades positivas, incluidos los efectos de red.   | El Estado invierte en la red popular. Rediseño y uso de fondos de servicio universal. Compra de computadoras y software gubernamentales.   |
| Transferencia de la gestión de activos del Estado | Gestión efectiva de activos como el espectro radioeléctrico, la titularidad y los nombres de dominio.                                       | Libertad y flexibilidad en el uso del espectro. Acceso a la infraestructura nacional. Fácil acceso a columnas, tuberías y rieles.  |
| Leyes y reglamentos                               | Actualización y adecuación del entorno legal al entorno tecnológicamente convergente.   | Acelerar y flexibilizar las licencias. Tecnología neutral (licencia única). Infraestructura común. Defir el modo de conexión IP.   |
| Difundir la innovación tecnológica                | Acelerar el aprendizaje, desarrollar la capacidad de innovación y difundir las mejores prácticas de ingeniería para acelerar el desarrollo. | Programas de formación en habilidades digitales y recursos humanos. Apoyar la adopción y formación de micro empresas. Facilitar los vínculos entre la academia y la industria de TI. |
| Políticas públicas                                | Adaptar el enfoque de las políticas públicas a un entorno dinámico, evolutivo y altamente innovador.  | Coordinación de la política regional y unificación de mecanismos de seguimiento de resultados. Reducir la carga fiscal en el sector de las telecomunicaciones.                       |

**Fuente:** Elaboración propia. Con base a la información de Banda ancha: Una urgencia para América Latina y el Caribe, CEPAL, 2010.

A pesar del progreso en la edificación del equipamiento en las redes de comunicación, la región aún enfrenta desafíos importantes. La tabla anterior muestra las diferentes áreas de actividad que requieren la participación de las administraciones públicas en el avance de los sistemas de banda ancha. Dado que los propósitos relacionados con estas áreas no pueden lograrse solo a través de procesos de acoplamiento del mercado, las políticas públicas son necesarias, a través de herramientas tanto regulatorias como de apoyo, para brindar servicios, dirigir y guiar las acciones de los actores privados. Los sistemas de banda ancha son un ejemplo de sistemas tecnológicos de bienes y servicios complementarios que requieren un mecanismo coordinado para gestionar las inversiones a largo plazo de los múltiples actores privados involucrados en su suministro y consumo.

Una exploración de la vivencia universal ayuda a determinar los requisitos que debe llevar a cabo un plan nacional de desarrollo de sistemas de banda ancha.

1. Se tiene que confiar en ellos.
2. Debe buscarse el consenso sobre las acciones preferidas y evitadas.
3. Los objetivos deben ser ambiciosos, pero realistas y completos.
4. Definir claramente el mecanismo de asignación y seguimiento de recursos.

#### 4.1. Estudio de caso / tendencias futuras países no desarrollados

A medida que Internet continúa creciendo exponencialmente, también lo hace la necesidad de ancho de banda. Una gran cantidad de información se transfiere a través de Internet todos los días, y constantemente aparecen formas de información como multimedia y video.

**Tabla 5.** América Latina: índice promedio del despliegue de fibra óptica por grupo de países (2022)

| Descripción                       | Ecosistema Avanzado  | Ecosistema Intermedio              | Ecosistema Limitado                             |
|-----------------------------------|--|------------------------------------|---|
| Países                            | Chile, Barbados, Uruguay, Colombia, Trinidad & Tobago, Argentina, Brasil, Costa Rica | Panamá, México, Venezuela, Ecuador | R. Dominicana, Perú, Paraguay, Jamaica, Bolivia |
| Ecosistema Digital                | 51,82  | 44,34                              | 36,33   |
| Conectividad                      | 67,42  | 57,90                              | 46,76   |
| Digitalización de hogares         | 47,40  | 45,93                              | 35,86   |
| Digitalización de la producción   | 61,73  | 37,91                              | 19,53   |
| Nivel de Competencia              | 73,42  | 72,98                              | 74,61   |
| Industrias Digitales              | 24,25  | 20,07                              | 21,55   |
| Factores de Producción            | 32,20  | 23,49                              | 17,55   |
| Marco Institucional y Regulatorio | 65,15  | 62,75                              | 50,13   |

**Fuente:** Elaboración propia. Con base a la información del Observatorio del Ecosistema Digital de América Latina y el Caribe de CAF. 2022.

De todos los pronósticos, las tendencias descritas en la Guía de Nuevas Tecnologías se relacionan principalmente con la inteligencia, la digitalización y las redes, que eventualmente afectarán a todas las industrias en la era de la transformación digital<sup>34</sup>.

---

<sup>34</sup> Tendencias que reconfigurarán el futuro de ...<https://www.europapress.es/portaltic/sector/noticia-10-tendencias>.



## **CONCLUSIONES**

Después de efectuada la presente investigación se obtienen las siguientes conclusiones:

La fibra óptica ha cambiado el mundo de la información y se utiliza en todos los aspectos de la vida moderna, creando un progreso tecnológico efectivo. La fibra óptica, un medio de transmisión de información, es hoy sinónimo de velocidad y eficiencia, pero a pesar de lo que significan estas palabras, su uso generalizado aún se encuentra limitado por el alto costo de instalación y la capacitación requerida.

La velocidad y la capacidad de transferencia de información es lo que distingue a la fibra óptica de otros soportes de datos, ya que ha logrado grandes avances en la conectividad global en tiempo real. Cualquier empresa que desee utilizar fibra óptica debe conocer a fondo sus propiedades, ya que existen diferentes tipos para diferentes necesidades. La historia de la comunicación por fibra óptica ha cambiado por completo el mundo de la información, se ha aplicado a todos los aspectos de la vida moderna y ha dado forma al progreso tecnológico efectivo.

En la actualidad, las propiedades de la fibra óptica se han mejorado significativamente en términos de cuerpo más fuerte, mayor protección contra la humedad y empaque de alta densidad, lo cual es un gran logro en el uso de fibra óptica en el desarrollo de tecnología. en el mundo. El cable de fibra óptica tiene ventajas innegables, como alta velocidad de navegación en Internet, resistencia a interferencias, bajo volumen y peso, y sobre todo compatibilidad con tecnologías digitales.

Aun cuando conserva desventajas: solo está disponible para ciudades en áreas donde dichas instalaciones son caras y costosas, las fibras son frágiles y los cables de fibra óptica dañados son difíciles de reparar en el sitio. Cada vez son más los usuarios españoles que acceden a Internet a través del cable de fibra óptica.

Según datos de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, en 2021 hubo 8,4 millones de usuarios de cables de fibra óptica en España, aproximadamente un 24% más que en 2020.

Las conexiones FTTH, conectan el equipo directamente al hogar del usuario. Esto permite velocidades asombrosas de hasta 1 Gb/s (Gigabits por segundo), pero este es un sistema costoso que requiere una gran cantidad de cableado para colocarlo en la carretera. Para reducir costos, muchas personas usan FTTB (Fibra hasta el edificio), FTTC (Fibra hasta el gabinete) o FTTN (Fibra hasta el concentrador), donde la fibra se enruta a sitios cercanos. De allí a las zonas residenciales por cable de cobre (par trenzado o cable coaxial) conectado al servicio. Esto reduce mucho la velocidad máxima, aunque sigue siendo rápida.

Aunque las velocidades de fibra pueden alcanzar 1 Gbps, algunos operadores ofrecen velocidades mucho más bajas que esto. Actualmente, las velocidades reales de fibra óptica en España suelen estar entre 300-600 Mbps, muy por encima de los 30-100 Mbps que ofrece una conexión DSL.

Por supuesto, el cable de fibra óptica tiene un precio muy competitivo con relación al alambre coaxial, pero el rendimiento y la oportunidad de emplear fibra en vez de cobre siguen siendo una cuestión compleja y abierta.

De todo lo que emerge de la investigación descrita, los cables de fibra óptica representan avances tecnológicos y reducciones de costes que, de implementarse en los procedimientos de telecomunicaciones corporativos, significarían avances en áreas de investigación innovadoras y abiertas.

Por otro lado, la historia humana nunca antes había dado luz verde a nuevos descubrimientos. Así pues, las fibras ópticas son y serán por mucho tiempo más el medio más rápido y eficiente de las comunicaciones, hasta que se invente un nuevo sistema que pueda llegar a superar todas las bondades de las fibras.

## **BIBLIOGRAFÍA**

AEGIS (2010). “*Digital TV Spectrum Requirements: Status of Digital TV Spectrum in Latin America*”, GSMA, Londres.

Álvarez González de Castilla, Clara Luz (2010). *Internet y Derechos Fundamentales*. México.

Anderson, Janna y Lee Rainie (2010a). Internet evolution: Where hyperconnectivity and ambient intimacy take us, [presentación] WorldFuture 2010, *Pew Research Center’s Internet & American Life Project*, Boston.

Avanzini, Diego y Roberto Muñoz (2010), *El Valor Social de la Banda de 700MHz en América Latina*, DIRSI, Lima.

Businesscoot (2023). *Mercado de la fibra óptica en España*.  
<https://www.businesscoot.com/es/estudio/el-mercado-de-la-fibra-optica-espana>.

Chomycz, Bob (2002). *Instalaciones de fibra óptica: fundamentos, técnicas y aplicaciones* McGraw-Hill Interamericana de España.

CNMC. Comisión Nacional de Los Mercados y La Competencia. *Public service & government agency*.

Calvo, Ángel (2017). *El cambio tecnológico, digitalización, satélites, fibra óptica e irrupción de la informática y de las redes de telecomunicaciones*.

Calvo, Ángel (2020). *Política industrial, multinacionales y desarrollo regional en España.: La IED en la industria de la fibra óptica a finales del siglo XX*.

Cimoli, Mario, André Hofman y Johan Mulder (2010). Innovation and Economic Development. *The Impact of Information and Communication Technologies in Latin America and the Caribbean*, Edward Elgar.

Clayton, T., Franklin, M., Stam, P (2005). *ICT impact assessment by linking data*. UK Office for National Statistics.

David, Paul (1999). Digital Technologies and the Productivity Paradox: After Ten Years, What Has Been Learned? *Conferencia Understanding the Digital Economy: Data, Tools and Research*, Washington, D.C., Mayo.

Echeberría, Raúl (2010). *Desarrollo de infraestructura e interconexión regional, Registro de Direcciones de Internet para América Latina y el Caribe* (LACNIC), Montevideo.

Flores-Roux, Ernesto y Judith Mariscal (2010). *Política de Generación de Infraestructura de Telecomunicaciones en México*, DIRSI, Lima.

Fundación Telefónica (2008), *La generación interactiva en Iberoamérica*, Fundación Telefónica, Madrid.

Galperin, Hernán y François Bar (2007). Diversifying Network Development through Microtelcos, *Information Technologies and International Development* 3(2): 73-86.

Gandía, Juana (2020) "queremos estar presentes en los principales operadores de España" *Comunicaciones World*.

Hazlett, Thomas y Roberto Muñoz (2009). "A Welfare Analysis of Spectrum Allocation Policies", *RAND Journal on Economics*, 40: 424-54.

INE. Instituto Nacional de Estadística. *Estadísticas 2017-2022*.

ITU. The impact of Broadband on the Economy: *Research to Date and Policy Issues*. 2012. <https://ine.es>.

Katz, Raúl, Ernesto Flores-Roux y Judith Mariscal (2010). *The Impact of Taxation on the*

*Development of the Mobile Broadband Sector.* GSMA, Londres.

Kelly, Tim, Victor Mulas, Siddhartha Raja, Christine Zhen-Wei Qiang y Mark Williams (2009). What Role Should Governments Play in Broadband Development, en infoDev/OECD. *Workshop on Policy Coherence in ICT for Development*, París.

Kim, Yongsoo, Tim Kelly y Siddhartha Raja (2010). Building Broadband: Strategies and Policies for the Developing World. *Banco Mundial, Washington D.C.*

Kolko, J. (2010). Does Broadband Boost Local Economic Development? Public Policy Institute of California Working paper.

Koutroumpis, Pantelis (2009). “*The Economic Impact of Broadband on Growth: A Simultaneous Approach*”, *Telecommunications Policy* 33: 471-485.

Mariscal, Judith, Roxana Barrantes, Hernán Galperin y Christian Nicolai (2009). “*Agendas Públicas e Instrumentos de la Regulación con Miras a la Convergencia*”, en Márcio.

Experiencia de Red Eléctrica de España en la construcción y mantenimiento de su red de fibra óptica

Muñoz, Xosé Manuel (2020). Ingeniería energética y medioambiental, *Experiencia de Red Eléctrica de España en la construcción y mantenimiento de su red de fibra óptica.*

López, Juan Carlos (2020). *Fibra óptica a 1 Gbps: qué nos aporta, cómo lo hace y qué vendrá.* <https://www.xatakamovil.com/conectividad/fibra-vs-adsl-diferencias>.

Qiang, C. Z., & Rossotto, C. M. (2009). Economic Impacts of Broadband. In Information and Communications for Development 2009: *Extending Reach and Increasing Impact*, 35–50. *Washington, DC: World Bank.*

- Qiang, Christine Zhen-Wei (2010). “*Broadband Infrastructure Investment in Stimulus Packages: Relevance for Developing Countries*”, *info*, 12(2): 41 – 56.
- Rosston, Gregory. Scott Savage y Donald Waldman (2010). *Household Demand for Broadband Internet Service, informe a la Broadband.gov Task Force*, Federal Communications Commission, Washington, D.C.
- The Economist (2010). “Information technology in transition: The end of Wintel”, *The Economist*, 29 de julio, [en línea] <http://www.economist.com/node/16693547>.
- UIT (2008), *Trends in Telecommunications Reform 2008: Six Degrees of Sharing*, UIT, Ginebra.
- Wohlers, Marcio y Martha García-Murillo (2009) (eds.). *Regulación y Estrategias Corporativas. Frente a la Convergencia Tecnológica*, CEPAL.
- Wolff, Michael (2010). “*The Web is dead. Long Live the Internet. Who is to Blame: Them*”, *Wired*, Septiembre.