



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Escola d'Enginyeria de Telecomunicació
i Aeroespacial de Castelldefels

TRABAJO FINAL DE GRADO

TÍTULO: Neutralidad de la red en las Telecomunicaciones

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación

AUTORA: Celine Holderbaum Mas

DIRECTOR: Jordi Berenguer I Sau

FECHA DEPÓSITO: 07/07/2025

TÍTULO: Neutralidad de la red en las Telecomunicaciones

TITULACIÓN: Grado en Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación

AUTORA: Celine Holderbaum Mas

DIRECTOR: Jordi Berenguer I Sau

FECHA DEPÓSITO: 07/07/2025

Resumen

El presente proyecto ofrece un análisis integral sobre la neutralidad de la red, abordando su evolución histórica, técnica, normativa y su impacto actual en el ecosistema digital. El estudio se estructura en nueve capítulos.

El capítulo 1 establece el marco teórico, con una revisión de la historia de Internet y la evolución del principio de neutralidad en EE. UU., Europa y España, así como los hitos regulatorios y casos más relevantes. El capítulo 2 analiza el grado de cumplimiento normativo en España, revisando informes oficiales y criterios establecidos por organismos como SETELECO. En el capítulo 3 se evalúa el impacto que la neutralidad tiene sobre las operadoras de telecomunicaciones, en términos de inversión, sostenibilidad y gestión del tráfico. El capítulo 4 explica el funcionamiento técnico de Internet, describiendo su arquitectura, los métodos de interconexión, los actores implicados y su evolución estructural. El capítulo 5 expone la cadena de valor de Internet y muestra el desequilibrio entre quienes generan ingresos y quienes sostienen la red. En el capítulo 6 se examina el debate sobre la sostenibilidad de las redes y la propuesta del fair share, incluyendo las posturas de operadores, plataformas y reguladores. El capítulo 7 ofrece una simulación del viaje del dato con y sin neutralidad, visualizando los efectos técnicos y sociales derivados. El capítulo 8 realiza una comparativa internacional entre países con y sin neutralidad regulada, evaluando su impacto en derechos digitales, calidad de servicio y competencia. Por último, el capítulo 9 reflexiona sobre la sostenibilidad económica del modelo actual y la distribución de responsabilidades en el ecosistema.

TITLE: Net Neutrality in Telecommunications

DEGREE: Bachelor's Degree in Telecommunications Systems Engineering

AUTHOR: Celine Holderbaum Mas

DIRECTOR: Jordi Berenguer I Sau

SUBMISSION DATE: 07/07/2025

Abstract

This project provides a comprehensive analysis of net neutrality, addressing its historical, technical, and regulatory evolution, as well as its current impact on the digital ecosystem. The study is structured into nine chapters.

Chapter 1 establishes the theoretical framework, offering a review of the history of the Internet and the evolution of the net neutrality principle in the United States, Europe, and Spain, along with key regulatory milestones and relevant legal cases. Chapter 2 analyzes the degree of regulatory compliance in Spain, based on official reports and criteria set by bodies such as SETELECO. Chapter 3 evaluates the impact of net neutrality on telecommunications operators, in terms of investment, sustainability, and traffic management. Chapter 4 explains the technical functioning of the Internet, detailing its architecture, interconnection methods, involved actors, and structural evolution. Chapter 5 explores the Internet value chain and highlights the imbalance between those who generate revenue and those who maintain the infrastructure. Chapter 6 examines the ongoing debate on network sustainability and the fair share proposal, including the positions of operators, platforms, and regulators. Chapter 7 offers a simulation of the data journey with and without net neutrality, illustrating the resulting technical and social effects. Chapter 8 presents an international comparison between countries with and without net neutrality regulation, assessing its impact on digital rights, service quality, and market competition. Finally, Chapter 9 reflects on the economic sustainability of the current model and the redistribution of responsibilities across the digital ecosystem.

A mis padres y al grupito de apoyo, por confiar en mí, su paciencia y la ayuda.

Tabla de Contenidos

INTRODUCCIÓN	1
1 MARCO TEÓRICO DE LA NEUTRALIDAD DE LA RED	3
1.1 Historia y Evolución del Internet	3
1.1.1 A nivel Mundial.....	3
1.1.2 A nivel España	9
1.2 La Neutralidad de la Red	11
1.3 Reglamento TSM (Reglamento (UE) 2015/2120)	13
1.4 Criterios de la SETELECO sobre las prácticas que afectan a la neutralidad de la red 18	
1.5 Evolución de la Regulación sobre la Neutralidad de la Red	19
1.5.1 En Estados Unidos	19
1.5.2 En Europa	23
1.5.3 En España	25
1.6 Casos destacados sobre la Neutralidad de la Red	27
2 SUPERVISIÓN Y CUMPLIMIENTO NORMATIVO	33
2.1 Revisión Anual en España de la Neutralidad de la Red	33
2.2 Cumplimiento de la Neutralidad de la Red en España	34
2.2.1 Revisión de Cumplimiento de la Neutralidad de la Red en España 2023	34
3 IMPACTO DE LA NEUTRALIDAD DE LA RED EN LAS TELECOMUNICACIONES	36
3.1 Impacto de la Neutralidad de la red en las operadoras de telecomunicaciones ...	36
4 ARQUITECTURA DEL INTERNET Y FUNCIONAMIENTO DE INTERNET	39
4.1 Estructura del Internet	39
4.2 Estructura de redes en internet	42
4.2.1 Organizaciones Internacionales y Regionales	43
Tipos de redes – Operadores en Internet	45
4.2.2 Métodos de interconexión de redes.....	46
4.3 Arquitectura inicial y arquitectura actual de la red	48
5 CADENA DE VALOR DEL INTERNET	51
5.1 Cadena de valor del Internet	51
6 UN DEBATE SOBRE LA SOSTENIBILIDAD DE LAS REDES	54
6.1 Una contribución justa para la sostenibilidad de las redes	54
6.1.1 El modelo de negocio unilateral y su impacto en la sostenibilidad de las redes....	55
6.1.2 ¿Pueden las operadoras de telecomunicaciones llegar a los objetivos definidos para la Década Digital de 2030?	57

6.1.3 ¿Las GGT invierten en la infraestructura?.....	58
6.1.4 La visión de los operadores: Telefónica, Orange y la demanda de equilibrio.....	59
6.1.5 La postura de los grandes generadores de tráfico.....	60
6.1.6 La postura de BEREC frente a la propuesta del <i>fair share</i>	61
6.1.7 Conclusión personal.....	61
7 ANÁLISIS PRÁCTICO: VIAJE DEL DATO Y APLICACIÓN DE LA NEUTRALIDAD DE LA RED.....	62
7.1 Viaje del dato con y sin neutralidad de la red.....	62
7.1.1 Ejemplo práctico.....	63
8 ESTADO DE LA NEUTRALIDAD DE LA RED EN EL MUNDO Y COMPARATIVA ENTRE UN PAÍS CON Y SIN NEUTRALIDAD.....	64
8.1 Estado actual de la implementación de la regulación de la Neutralidad de la Red a nivel Mundial.....	64
8.2 Comparativa entre un país con Neutralidad de la Red y sin Neutralidad de la Red	68
9 ESTUDIO DE SOSTENIBILIDAD.....	69
CONCLUSIONES.....	71
BIBLIOGRAFÍA.....	72

Índice de figuras

Figura 1.1. Interface Message Processors (IMP) [1].....	4
Figura 1.2. Primer Nodo en ARPANET [1].....	4
Figura 1.3. Nodos de ARPANET [1].....	5
Figura 1.4. Crecimiento de ARPANET 23 nodos [1].....	5
Figura 1.5. 40 puntos conectados en ARPANET [2].....	5
Figura 1.6. Crecimiento de nº hosts [2].....	6
Figura 1.7. Numero de ordenadores conectados [4].....	7
Figura 1.8. Crecimiento del nº de servidores web [4].....	8
Figura 1.9. Mapa de Conexiones de España [5].....	10
Figura 1.10. Cronología sobre la Neutralidad de la Red en Estados Unidos.....	22
Figura 1.11. Cronología sobre la Neutralidad de la Red en Europa.....	25
Figura 1.12. Cronología sobre la Neutralidad de la Red en España.....	27
Figura 4.1. Organismos Regionales [39].....	43
Figura 4.2. Ejemplo trazado de ruta entre ASN [39].....	44
Figura 4.3. Trazado de ruta en sistema TIER [39].....	46
Figura 4.4. Ejemplo conexiones peering, tránsito y IXP [39].....	47
Figura 4.5. Ejemplo tráfico con CDN y sin CDN [40].....	48
Figura 4.6. Arquitectura inicial de la red [41].....	48
Figura 4.7. Arquitectura actual de la red [41].....	49
Figura 5.1. Elementos en la cadena de valor de Internet [42].....	52
Figura 5.2. Evolución por sectores del mercado de Internet [42].....	53
Figura 6.1. La situación financiera del sector europeo de las telecomunicaciones [34].....	55
Figura 6.2. Cuota de tráfico global OTTs 2021 [34].....	56
Figura 6.3. Evidencia de desequilibrio económico en el ecosistema digital [34].....	56
Figura 6.4. European telecom campex, FTTH, 5G, 4G and other, 2017-2023 [48].....	57
Figura 6.5. Rendimiento de las operadoras europeas (ROCE) en relación con su coste de capital (WACC) [49].....	58
Figura 7.1. Con Neutralidad de la Red sin Neutralidad de la Red [54].....	64
Figura 8.1. Aplicación de la Neutralidad de la Red en el mundo el 2025.....	66
Figura 8.2. Aplicación de la Neutralidad de la Red en el mundo el 2015 [83].....	66
Figura 8.3. Porcentaje de Implementación de la Neutralidad de la Red a nivel Mundial.....	66

Índice de tablas

Tabla 4.1 Comparativa Estructural	42
Tabla 4.2. Organismos Regionales [39]	43
Tabla 4.3. Clasificación de TIER [39]	45
Tabla 8.1. Países clasificados según la implementación de la Neutralidad de la Red	65
Tabla 8.2. Comparativa país con Neutralidad de la Red y sin Neutralidad de la Red	68

Glosario

ABR	Adaptive Bitrate Streaming	Transmisión de tasa de bits adaptable
AI	Artificial Intelligence	Inteligencia Artificial
ANR	National Regulatory Authorities	Autoridades Nacionales Regulatorias
ARPU	Average Revenue Per User	Ingreso Medio por Usuario
BEREC	Body of European Regulators for Electronic Communications	Organismo de Reguladores Europeos de Comunicaciones Electrónicas
BGP	Border Gateway Protocol	Protocolo de Puerta de Enlace de Borde
BNetzA	Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen	Agencia Federal de Redes para Electricidad, Gas, Telecomunicaciones, Correos y Ferrocarriles
bps	Bits per second	Bits por segundo
CAIP	Canadian Association of Internet Providers	Asociación Canadiense de Proveedores de Internet
CAPEX	Capital Expenditures	Gastos de capital
CAPs	Content and Application Providers	Proveedores de Contenido y Aplicaciones
CDN	Content Delivery Network	Red de Entrega de Contenido
CAGR	Compound Annual Growth Rate	Tasa de Crecimiento Anual Compuesta
CNMC	National Commission on Markets and Competition (Spain)	Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia
CRTC	Canadian Radio-Television and Telecommunications Commission	Comisión Canadiense de Radio, Televisión y Telecomunicaciones
DNS	Domain Name System	Sistema de Nombres de Dominio
DPI	Deep Packet Inspection	Inspección Profunda de Paquetes
dGIX	Distributed Global internet eXchange	Punto de Intercambio Global de Internet Distribuido
FCC	Federal Communications Commission	Comisión Federal de Comunicaciones (EE. UU.)
FTTH	Fiber To The Home	Fibra hasta el hogar
GAS	Gateway Access Service	Servicio de Acceso a Puerta de Enlace
GGT	Large Traffic Generators	Grandes Generadores de Tráfico
HTTP	Hypertext Transfer Protocol	Protocolo de Transferencia de Hipertexto
IAP	Internet Application Providers	Proveedores de Aplicaciones de Internet
ICANN	Internet Corporation for Assigned Names and Numbers	Corporación de Internet para la Asignación de Nombres y Números
ICP	Information Content Providers	Proveedores de Contenidos de Información
IETF	Internet Engineering Task Force	Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet
IoT	Internet of Things	Internet de las Cosas
IP	Internet Protocol	Protocolo de Internet

ISPs	Internet Service Providers	Proveedores de Servicios de Internet
IXPs	Internet Exchange Points	Puntos de Intercambio de Internet
LINX	London internet Neutral eXchange	Punto de Intercambio Neutral de Internet de Londres
NN	Net Neutrality	Neutralidad de la Red
NSFNET	National Science Foundation Network	Red de la Fundación Nacional de Ciencia (EE. UU.)
OPEX	Operational Expenditures	Gastos operativos
OSI	Opens System Interconnection	Interconexión de Sistemas Abiertos
OTT	Over The Top	Servicios que operan sobre Internet (como Netflix, YouTube)
QoS	Quality of Service	Calidad de Servicio
RIPE	Réseaux IP Européens	Red IP Europea (registro regional de Internet)
ROCE	Return on Capital Employed	Rentabilidad sobre el Capital Empleado
RPKI	Resource Public Key Infrastructure	Infraestructura de Clave Pública para Recursos
SETELECO	Secretariat of State for Telecommunications and Digital Infrastructure (Spain)	Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales
SLA	Service Level Agreement	Acuerdo de Nivel de Servicio
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol	Protocolo de Control de Transmisión / Protocolo de Internet
TJUE	Court of Justice of the European Union (CJEU)	Tribunal de Justicia de la Unión Europea
VoD	Video On Demand	Vídeo Bajo Demanda
VPN	Virtual Private Network	Red Privada Virtual
WACC	Weighted Average Cost of Capital	Coste Medio Ponderado del Capital

Glosario de términos clave en inglés

Content Delivery Network (CDN)	Red de distribución de contenidos	Infraestructura que distribuye contenido (como vídeos, imágenes, páginas web) desde servidores cercanos al usuario final para reducir la latencia y mejorar la experiencia.
Deep Packet Inspection (DPI)	Inspección profunda de paquetes	Técnica que permite a los operadores analizar el contenido de los paquetes de datos que circulan por la red. Puede usarse para gestión de tráfico, pero también plantea riesgos de privacidad.
Edge Computing	Computación en el borde	Modelo de procesamiento de datos en nodos cercanos al usuario final, en lugar de depender de centros de datos centrales. Mejora la latencia y es esencial para servicios críticos como vehículos conectados o aplicaciones industriales.
Fair Share	Contribución justa	Principio que propone que las grandes plataformas digitales (como Netflix o Google) contribuyan económicamente a los costes de

infraestructura de red que generan con su elevado tráfico de datos. Es un punto clave en el debate entre ISPs y generadores de contenido.

IP (Internet Protocol)	Protocolo de Internet	Conjunto de reglas que rigen el direccionamiento y el envío de paquetes de datos a través de Internet. Es la base del funcionamiento de la red y existen versiones como IPv4 e IPv6.
Network Slicing	Segmentación de red	Técnica en redes 5G que permite dividir una infraestructura física en múltiples redes virtuales independientes, cada una optimizada para un tipo de servicio (como IoT, vehículos autónomos o streaming).
Over The Top (OTT)	Sobre la red	Servicios que se ofrecen a través de Internet sin control directo de los operadores de red, como Netflix, YouTube o WhatsApp. Generan tráfico intenso y son el centro del debate del fair share.
Peering	Interconexión entre iguales	Acuerdo entre dos redes para intercambiar tráfico de manera directa y gratuita. Suele hacerse entre ISPs o entre ISPs y CDNs, sin coste económico, si el intercambio es equilibrado.
Tethering	Compartición de datos móviles	Función que permite a un dispositivo (generalmente un teléfono móvil) compartir su conexión a Internet con otros dispositivos, como ordenadores o tabletas, mediante Wi-Fi, Bluetooth o cable USB.
Throttling	Limitación / ralentización del tráfico	Práctica por la cual un proveedor de servicios de Internet reduce intencionalmente la velocidad de ciertos tipos de tráfico o servicios (como streaming o P2P). Si no está debidamente justificada, puede violar el principio de neutralidad de la red.
Traffic Shaping	Moldeado de tráfico / modelado	Técnica de gestión del tráfico de red mediante la cual se priorizan ciertos tipos de datos o aplicaciones sobre otros. Se utiliza para optimizar el rendimiento de la red, pero puede generar conflictos con la neutralidad si se aplica de forma discriminatoria.
Transit	Tránsito	Servicio por el cual una red paga a otra (más grande) para tener acceso al resto de Internet. Es un acuerdo de pago, a diferencia del peering.
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Tecnología de telecomunicaciones que permite el acceso inalámbrico de banda ancha a largas distancias. Fue propuesta como una alternativa al cable y al ADSL, especialmente en zonas rurales o de difícil acceso. Aunque su uso ha disminuido frente al 4G y 5G, jugó un papel relevante en el desarrollo de redes de acceso inalámbrico.
Zero Rating	Tarificación cero	Práctica por la cual ciertos contenidos o servicios (como redes sociales o streaming) no consumen datos del plan del usuario. Ha sido criticada por vulnerar la neutralidad de la red, al favorecer unos servicios sobre otros.

Introducción

La neutralidad de la red es un principio esencial, aunque a menudo desconocido, que garantiza que todos los datos que circulan por Internet sean tratados de forma igualitaria, sin discriminación por parte de los proveedores de servicios. Su objetivo es que los usuarios puedan acceder libremente a cualquier contenido, sin que se favorezcan ciertas plataformas, se bloqueen servicios o se apliquen restricciones basadas en criterios económicos, políticos o comerciales.

A día de hoy, este principio sigue siendo objeto de debate en el ámbito internacional. Existen países que han adoptado normativas firmes en defensa de la neutralidad, mientras que otros mantienen posturas ambivalentes, permisivas o directamente contrarias a su aplicación. Las razones que se alegan para rechazarla son diversas: desde la supuesta necesidad de favorecer la inversión en infraestructuras, hasta el interés en beneficiar a determinados actores del mercado o controlar el flujo de información. Sin embargo, muchas de estas justificaciones no se sostienen en un análisis técnico ni social riguroso.

El objetivo de este Trabajo de Fin de Grado es ofrecer una visión completa e introductoria sobre la neutralidad de la red, desde sus fundamentos teóricos y técnicos hasta su dimensión práctica, regulatoria y comparativa. El enfoque está pensado para cualquier persona que parta desde cero en este tema. Para ello, el trabajo se estructura en ocho capítulos interconectados, que abordan de forma progresiva los distintos aspectos que permiten entender y valorar este principio.

En primer lugar, el capítulo inicial está dedicado a establecer el marco teórico de la neutralidad de la red. A través de una revisión histórica del desarrollo de Internet, tanto a nivel mundial como en Europa y España, se introducen los conceptos clave, el origen de la regulación específica, y los fundamentos técnicos que sustentan este principio. También se abordan los principales hitos normativos y algunos casos emblemáticos que permiten comprender los conflictos derivados de su incumplimiento.

A continuación, el segundo capítulo analiza la supervisión y el cumplimiento normativo de la neutralidad de la red en España. Se revisan los informes de evaluación oficiales, las prácticas admitidas y prohibidas por la regulación europea, así como los mecanismos de control establecidos por las autoridades competentes. Este apartado permite evaluar el grado de aplicación real del principio, más allá del plano teórico.

El tercer capítulo se centra en el impacto que la neutralidad de la red tiene sobre las operadoras de telecomunicaciones. A través de un análisis económico y estratégico, se estudia cómo este principio afecta a los modelos de negocio, la inversión en infraestructura, la gestión del tráfico y la sostenibilidad del sector, revelando tensiones entre la regulación y los intereses empresariales.

En el cuarto capítulo se desarrolla una aproximación técnica al funcionamiento de Internet, examinando su arquitectura, los tipos de redes, la organización de los nodos, los sistemas de interconexión y los organismos que intervienen en su gobernanza. Esta base técnica resulta imprescindible para comprender de forma precisa las dinámicas que subyacen al debate sobre la neutralidad.

Posteriormente, el quinto capítulo profundiza en la cadena de valor de Internet, es decir, en el conjunto de actores y procesos que intervienen en la provisión, distribución y consumo de servicios digitales. Este análisis revela cómo se distribuyen los beneficios económicos en el ecosistema actual y qué implicaciones tiene este reparto en términos de equidad y competencia.

En el sexto capítulo se aborda uno de los debates más controvertidos de la actualidad: la sostenibilidad de las redes y el llamado "*fair share*". Se analizan los argumentos de las operadoras para reclamar una contribución por parte de los grandes generadores de tráfico, las

posturas de las plataformas digitales y los reguladores, y las perspectivas sobre la viabilidad económica de alcanzar los objetivos de conectividad para 2030.

El séptimo capítulo adopta un enfoque práctico y pedagógico, mostrando mediante simulaciones cómo se comporta el tráfico de datos en escenarios con y sin neutralidad de la red. Este ejercicio comparativo permite visualizar con claridad los efectos técnicos y sociales que derivan de la aplicación (o ausencia) de este principio.

El octavo capítulo amplía la mirada a nivel global, ofreciendo un análisis del estado actual de la neutralidad de la red en distintos países, con especial atención a aquellos que la han regulado con firmeza frente a los que han optado por un modelo más laxo o contrario. A través de una comparativa entre ambos enfoques, se extraen conclusiones sobre su impacto en la calidad del servicio, la competencia y los derechos digitales.

Finalmente, el noveno capítulo ofrece un estudio de sostenibilidad centrado en la neutralidad de la red. A partir de tres enfoques, ambiental, económico y social, se reflexiona sobre los impactos que conlleva la aplicación o eliminación de este principio, considerando tanto la viabilidad del ecosistema digital como su equidad y resiliencia futura.

Todo ello con el fin de que el lector pueda formarse su propio criterio sobre esta regulación y responder de forma argumentada si está a favor o en contra de su aplicación. A lo largo del trabajo se demostrará que muchas de las críticas dirigidas a la neutralidad de la red, como que frena la innovación, impide la gestión del tráfico o pone en riesgo la sostenibilidad económica, no solo son infundadas, sino que en muchos casos se utilizan como excusa para justificar prácticas contrarias al interés general. Por el contrario, este principio no limita el desarrollo tecnológico, sino que lo fomenta de forma justa y equitativa, protegiendo derechos fundamentales como la libertad de expresión, la pluralidad informativa y la igualdad de oportunidades en el entorno digital.

1 Marco Teórico de la Neutralidad de la Red

Este capítulo tiene como objetivo establecer las bases conceptuales necesarias para comprender en profundidad el principio de neutralidad de la red, uno de los pilares fundamentales en la regulación actual de las telecomunicaciones. Para ello, el capítulo comienza con una introducción a la historia y evolución del internet, con el fin de entender el contexto y las razones que han motivado la necesidad de una regulación específica que garantice un acceso libre, abierto e igualitario.

A partir de esta base histórica, se introduce el concepto de neutralidad de la red, definiendo los términos técnicos clave que faciliten su comprensión. Seguidamente, se expone el marco normativo vigente en Europa y se analizan los criterios de interpretación y aplicación establecidos por organismos nacionales e internacionales, incluyendo las recomendaciones y criterios específicos recogidos en el informe de revisión de neutralidad de la red por parte de SETELECO (Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales).

Además, el capítulo expone la evolución histórica del principio de la neutralidad de la red hasta su actualidad para Estados Unidos, donde tuvo su origen, Europa y España. Finalmente, se presentan casos destacados de violación a esta regulación, con el objetivo de ilustrar las consecuencias y riesgos asociados a la falta de aplicación o cumplimiento de esta normativa.

En conjunto, este capítulo sienta las bases teóricas fundamentales que permitirán interpretar la neutralidad de la red, su evolución y su relevancia para el desarrollo sostenible y justo de las telecomunicaciones en la era digital.

1.1 Historia y Evolución del Internet

1.1.1 A nivel Mundial

Antes de la creación de Internet, la única forma de comunicarse digitalmente era por medio del telégrafo. El telégrafo se inventó en 1840, emitía señales eléctricas que viajaban por cables conectados entre un origen y un destino. Utilizaba el código Morse para interpretar la información.

Podría decirse que la historia del internet comenzó en 1957 en el contexto histórico de la Guerra Fría, que dividió el mundo en dos bloques liderados por la Unión Soviética y Estados Unidos, los norteamericanos crearon, en el 1958 la Advanced Research Projects Agency, ARPA, la agencia de proyectos de investigación avanzados, dependiente del Departamento de Defensa. Esta agencia contaba con el talento de unos 200 científicos enfocados en crear una red capaz de comunicar entre sí varios ordenadores situados en distintos lugares.

En julio de 1961, Leonard Kleinrock, del instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT), publicó "Flujo de información en grandes redes de comunicación", en el cual presentó la teoría de la "conmutación de paquetes". Esta técnica consistía en dividir los datos en pequeños paquetes que viajarían de manera independiente por la red, lo cual revolucionaría la forma en que las computadoras intercambiarían información. [1]

En 1962, J.C.R. Licklider y Wesley Clark, también del MIT, publicaron el artículo "Comunicación hombre-ordenador en línea", que representó el primer esbozo de lo que sería el internet. En octubre de ese mismo año, Licklider se convirtió en el primer director de la Oficina de Técnicas de Procesamiento de la Información (IPTO) de la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzados (ARPA), lo cual le dio la oportunidad de continuar desarrollando sus ideas, a las que llamó "red galáctica", un concepto visionario de una red de computadoras interconectadas. [1]

En 1964, Leonard Kleinrock publicó su libro *Communication Net*, donde detallaba el funcionamiento de una red basada en la conmutación de paquetes. Aunque en ese momento las ideas de Kleinrock no contaban con el apoyo de todos los expertos, esta tecnología resultaría ser la clave para el desarrollo de internet. Ese mismo año, Paul Baran, de Rand Corporation, publicó su investigación sobre redes de comunicación distribuidas, en la que también proponía una red basada en conmutación de paquetes capaz de resistir ataques, inspirada en el contexto de la Guerra Fría. [1]

En 1964 Ivan Sutherland, el nuevo director de la IPTO, dio continuidad a las ideas de Licklider y organizó experimentos para demostrar la viabilidad de las redes de computadoras. En 1965, Sutherland nombró a Lawrence Roberts, de los Laboratorios Lincoln del MIT, y a Thomas Marill, de la empresa Computer Corp. of America, para realizar experimentos que probaran la posibilidad de conectar computadoras a través de redes. Roberts y Marill lograron el primer enlace de datos en octubre de ese año, conectando el TX-2 en Massachusetts con el AN/FSQ-32 en California, a través de una línea de 1200 bps provista por Western Union. Aunque la conexión no fue completamente estable, el experimento confirmó que las teorías de conmutación de paquetes eran efectivas. [1]

En 1966, Roberts y Marill publicaron sus hallazgos en el artículo "Hacia una red cooperativa de ordenadores de tiempo compartido", donde se utilizó por primera vez el término "protocolo" para describir los procedimientos necesarios para la transmisión de información. [1]

En 1967, Wesley Clark propuso la idea de utilizar una subred de miniordenadores dedicados a gestionar la comunicación de datos. Estos dispositivos, llamados "procesadores de mensajes de interfaz" (IMP), serían clave para evitar problemas de compatibilidad entre diferentes computadoras. En octubre de ese año, Lawrence Roberts presentó el primer diseño de lo que sería ARPANET, una red de computadoras interconectadas, en la conferencia de la Asociación de Maquinaria Computacional (ACM) en Gatlinburg. [1]

En 1968, Roberts publicó una "Solicitud de Propuestas" (RFP) para la construcción de ARPANET, atrayendo la atención de unas 140 empresas. Finalmente, la empresa Bolt, Beranek, and Newman (BBN) ganó el contrato para desarrollar los IMP, liderados por Frank Heart, con un equipo que incluía a Bob Kahn, Severo Ornstein y otros expertos en sistemas de tiempo real. [1]

1969, la empresa Honeywell entregó el primer prototipo del IMP a BBN (Figura 1.1), y en abril, Bob Kahn publicó la especificación "host to IMP spec. 1822", que definía la interfaz entre los hosts de ARPANET y los IMP. En agosto de 1969, el primer IMP fue entregado al equipo de Leonard Kleinrock en la Universidad de California en Los Ángeles (UCLA), estableciendo el primer nodo de ARPANET (Figura1.2)

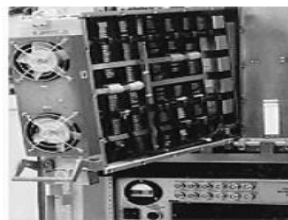
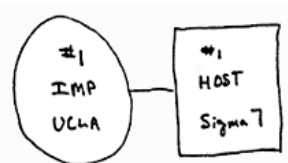


Figura 1.1. Interface Message Processors (IMP) [1]



Mappa del primo nodo della rete Arpanet

Figura 1.2. Primer Nodo en ARPANET [1]

En octubre de este mismo año, el segundo nodo de ARPANET se instaló en el Stanford Research Institute (SRI), dirigido por Doug Engelbart, y el primer mensaje en esta red fue transmitido entre UCLA y SRI. Aunque el mensaje ("LOGIN") no fue transmitido completamente debido a un fallo, este evento marcó el inicio de ARPANET como la primera red de computadoras interconectadas de la historia. Para finales de 1969, se añadieron dos nodos más en la Universidad de California en Santa Bárbara (UCSB) y en la Universidad de Utah, dando lugar a una red con cuatro puntos de conexión que sería la base de internet (Figura 1.4). [1]

La red fue creciendo y en 1971 ARPANET tenía 23 nodos conectados (Figura 1.3). [1]

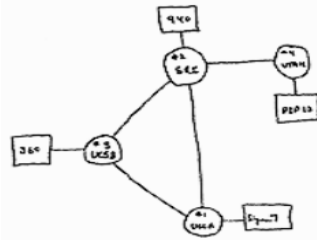


Figura 1.3. Nodos de ARPANET [1]

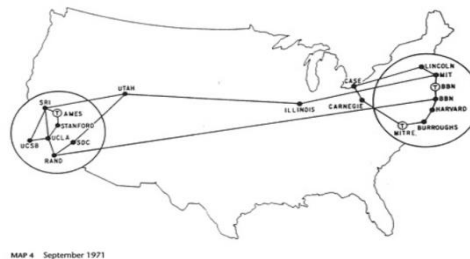


Figura 1.4. Crecimiento de ARPANET 23 nodos [1]

En 1972 ARPANET se presentó en la First International Conference on Computers and Communication en Washington DC. Los científicos de ARPANET demostraron que el sistema era operativo creando una red de 40 puntos conectados (Figura 1.5) en diferentes localizaciones. Esto estimuló la búsqueda en este campo y se crearon otras redes. [2]

Entre 1974 y 1982 se crearon gran cantidad de redes entre las que destacaron:

- Telenet (1974): Versión comercial de ARPANET.
- Usenet (1979): Sistema abierto centrado en el e-mail y que aun funciona.
- Bitnet (1981): Unía las universidades americanas usando sistemas IBM.
- Eunet (1982): Unía Reino Unido, Escandinavia y Holanda.[2]



Figura 1.5. 40 puntos conectados en ARPANET [2]

A principios de los 80 se comenzaron a desarrollar los ordenadores de forma exponencial (Figure 1.6). El crecimiento era tan veloz que se temía que las redes se bloquearan debido al gran número de usuarios y de información transmitida, hecho causado por el fenómeno e-mail. La red siguió creciendo exponencialmente. [2]

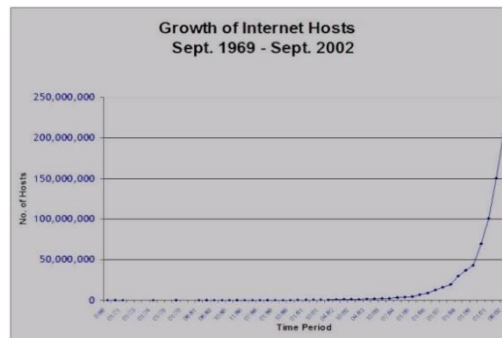


Figura 1.6. Crecimiento de número hosts [2]

En el 1981 Jon Postel junto con otros investigadores desarrolla el protocolo SMTP (Simple Mail Transfer Protocol), fundamental para la transmisión de correos electrónicos. Ese mismo año IBM lanzó el IBM Personal Computer (PC), una computadora de uso personal que transformó el mercado de la informática. [3].

En el 1983 Victor Cerf y Bob Kahn reemplazaron al antiguo protocolo NCP en ARPANET por el nuevo protocolo TCP/IP, marcando un cambio fundamental en la arquitectura de la red. Originalmente desarrollada por el Departamento de Defensa de Estados Unidos, ARPANET comenzó a ser utilizada por instituciones civiles, especialmente en el ámbito académico. Ese mismo año, la parte militar de la red se separó para formar MILSET, dejando 45 nodos conectados en la red civil ARPANET. Además, ese mismo año Paul Mockapetris desarrolló el protocolo DNS (Domain Name System), cuya función principal es traducir nombres de dominio en direcciones IP, facilitando la identificación de equipos en la red. [3].

En el 1984 se introdujeron los dominios de primer nivel como .org, .net, .com, .edu, .gov, .mil y los dominios de países, lo que facilitó una estructura jerárquica en la asignación de direcciones en la red. Paralelamente, se publicó el modelo OSI (Open System Interconnection) para establecer un marco de referencia en el desarrollo de redes; sin embargo, años después fue abandonado debido a la complejidad y lentitud en el desarrollo de sus protocolos. En esa época nace Cisco Systems, que pronto se convertirá en líder en el desarrollo de tecnología de redes. [3].

Con el crecimiento de la red en el 1986 comienza a operar NSFNET (National Science Foundation Network), con una troncal de 56 Kbps que amplía la conectividad en Estados Unidos y fomenta el estándar IEEE 802.3, impulsando las redes locales. En estos años ARPANET ya contaba con 2000 nodos, y la expansión continuó rápidamente, alcanzando los 20.000 nodos en poco tiempo. [3].

En el 1988, se conectaron los primeros nodos a 1,5 Mbps en NSFNET, marcando una mejora significativa en la velocidad de transmisión de datos y apoyando la expansión de la red para usuarios académicos e investigación en todo el mundo. [3].

Con algunos años de retraso frente a las iniciativas americanas, Europa se organiza, y en 1989 se forma RIPE (Réseaux IP Européens) para asegurar la coordinación técnica y administrativa

necesaria para la operación de una Internet pan-Europea. En España, en el año 1988 el Plan Nacional de Investigación y Desarrollo pone en marcha el programa especial IRIS (Interconexión de los Recursos Informáticos), para incorporar Internet a las universidades y centros de investigación españoles. España se conecta a NSFNET en 1990. [3].

La red evoluciona y cada vez hay más interés comercial en ella. Sin embargo, las leyes americanas no permitían el uso del Internet con fines ajenos a la investigación, pero la presión por el acceso a la nueva tecnología es tan grande que son modificadas e Internet se abre al uso comercial. En 1995 se retira la financiación de la NSFNET y se contrata con operadores privados el tráfico principal de la red. Con el dinero sobrante se crea un nuevo proyecto enteramente científico para investigar en la nueva internet del futuro. Ese mismo año, los proveedores tradicionales de acceso por módem empiezan a ofrecer acceso a Internet a sus subscriptores. Es la apertura de Internet a los ciudadanos. [3].

Internet ha evolucionado de tal forma, que, a comienzos del siglo XXI, cien millones de ordenadores están conectados (Figura 1.7).



Figura 1.7. Número de ordenadores conectados [4]

Durante la década de los años 80, se produce la revolución de la informática personal. En el 1979, Apple Computer introduce Apple II, el primer ordenador con gráficos de color. En el 1981 IBM lanza el ordenador personal, los progresos son tan rápidos que el 1984 Apple introduce Macintosh, el primer ordenador comercial con interfaz de usuario gráfico, a base de ventanas, menús, botones para ser usados con ratón. [4].

A partir de entonces, los ordenadores personales van aumentando sus prestaciones hardware y software de una forma sorprendente. En 1985 Microsoft lanza su primera versión de Windows como respuesta al interfaz gráfico de Apple. Se suceden el Windows 3.0 (1990), el Windows 95. 98 y 2000. [4].

En el 1992 el CERN (Laboratorio Europeo para la Física de Partículas) pone a disposición de la comunidad científica su navegador de WWW como software libre. En 1989 el CERN había adoptado Internet como su protocolo estándar de comunicación, junto con otras instituciones de Altas Energías de EEUU. Los laboratorios de física de altas energías del mundo mantienen muchas colaboraciones y el intercambio de datos y documentación es una actividad primordial. [4].

Internet es para este propósito una pieza clave de comunicación a través de la cual los científicos pueden cooperar en proyectos comunes, accediendo a datos y resultados de su experimento en el CERN (o en otros lugares del mundo). En el año 1989 Tim Berners-Lee propone el desarrollo de un sistema de hipertexto en red, al que llamaría "Word Wide Web". Durante 1990 y 1991 desarrolla un prototipo de este sistema que pone a disposición de todo el mundo en 1992. [4].

Navegar por Internet no era entonces muy atractivo, ya que los primeros navegadores sólo mostraban texto. Pero esta situación cambiaría rápidamente. En 1993 nace Mosaic, el primer navegador que mostraba en pantalla las imágenes que contenían los documentos WWW. Mosaic tenía una interface gráfico agradable y funcionaba en ordenadores unix, Macintosh y PC. En 1993 ya era utilizado por más de un millón de personas alrededor de todo el mundo. Tal fue su éxito, que no tardó en rebasar la barrera universitaria para convertirse en un producto comercial. Mosaic fue reescrito en la empresa privada para convertirse en Netscape.

Al año y medio tenía 65 millones de usuarios. En 1995 Microsoft entró en el mercado de los navegadores ofreciendo gratis su navegador "Internet Explorer". A la par que se desarrollaba la oferta de navegadores, crecía el número de servidores Web. En 1995 ya había 10.000 servidores y en este año, por primera vez, el tráfico generado por la Web supera al resto del producido por otras aplicaciones en Internet.

En tan sólo ocho años, el número de servidores es de 300.000 y creciendo. Los usuarios de la Web producen el mayor tráfico dentro del Internet sobrepasando el resto de las aplicaciones (Figura 1.8). [4]

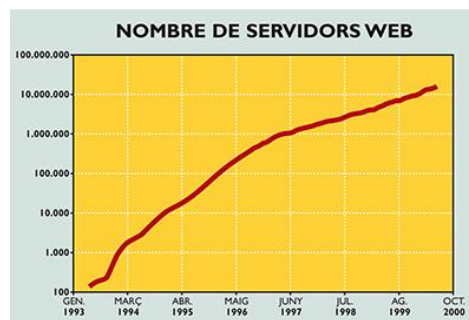


Figura 1.8. Crecimiento del número de servidores web [4]

Aunque la idea del hipertexto, es decir, la inclusión de enlaces en un documento que permiten acceder a otros documentos relacionados no era nueva, la verdadera innovación de Tim Berners-Lee consistió en combinar este concepto con la tecnología informática y la infraestructura de Internet. Al hacerlo, desarrolló un sistema de hipertexto en red que permitía acceder, mediante enlaces, a documentos almacenados en ordenadores remotos conectados a la red. [3]

Este sistema se componía de tres elementos fundamentales: un navegador, que operaba en el equipo del usuario y se encargaba de solicitar, interpretar y mostrar los documentos; un servidor web, encargado de almacenar y proporcionar los documentos solicitados; y una serie de protocolos y lenguajes que hacían posible la comunicación entre ambos extremos. En concreto, Berners-Lee desarrolló el lenguaje HTML (HyperText Markup Language), utilizado para estructurar los documentos, y el protocolo HTTP (HyperText Transfer Protocol), que facilitaba la transferencia de información entre el navegador y el servidor.

Independientemente del navegador empleado, ya fuera Netscape, Internet Explorer u otros. y del servidor utilizado, como Apache, Netscape Enterprise Server o Microsoft IIS, todos se basaban en el uso de HTTP como protocolo de comunicación y HTML como lenguaje de presentación. [3]

La creciente disponibilidad de información en Internet impulsó la aparición de los primeros motores de búsqueda. En 1994 nacieron Yahoo! y Lycos, seguidos poco después por AltaVista y otros buscadores. No obstante, fue en 1998 cuando se produjo una auténtica revolución con el lanzamiento de Google, cuyo algoritmo de búsqueda, mucho más eficiente, transformó la forma en que los usuarios accedían al contenido web.

A medida que la infraestructura de Internet se expandía mediante cables submarinos, redes troncales y satélites, la red adquiría una dimensión verdaderamente global. Durante esta etapa también comenzaron a popularizarse nuevas aplicaciones como el correo electrónico, los foros, las primeras redes sociales y los servicios de mensajería instantánea, como ICQ y AOL Instant Messenger. [3]

Este crecimiento exponencial de Internet atrajo una oleada de inversiones que culminó en la conocida burbuja de las puntocom, entre 1999 y 2000. Muchas empresas tecnológicas no sobrevivieron al estallido de esta burbuja, aunque otras como Amazon y eBay lograron consolidarse y prosperar. [3]

Posteriormente, con la llegada de la denominada Web 2.0, Internet dejó de ser un entorno estático para convertirse en una plataforma interactiva. Surgieron redes sociales como MySpace (2003), LinkedIn (2003) y Facebook (2004), que ofrecían a los usuarios nuevas formas de conectarse, compartir contenido y formar comunidades virtuales. También se popularizaron los blogs y los sitios colaborativos, como Wikipedia. [3]

En 2005, el lanzamiento de YouTube transformó radicalmente la forma de consumir contenido audiovisual en línea. Paralelamente, el acceso móvil a Internet creció rápidamente gracias a los avances en teléfonos inteligentes y al despliegue de redes 3G y 4G. El lanzamiento del iPhone por parte de Apple en 2007 marcó un punto de inflexión en la forma en que los usuarios accedían a la red, consolidando el acceso móvil como la principal vía de conexión.

A medida que las empresas de telecomunicaciones fueron adquiriendo un mayor control sobre la infraestructura de Internet, surgió un intenso debate sobre la necesidad de garantizar un acceso igualitario a los servicios y contenidos. Fue en este contexto que, en 2003, el profesor de derecho Tim Wu, de la Universidad de Columbia, acuñó el concepto de neutralidad de la red, defendiendo que los proveedores de servicios de Internet no debían discriminar ni priorizar determinados tipos de tráfico. [3]

En respuesta a estas preocupaciones, la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de Estados Unidos adoptó en 2005 una serie de principios orientados a preservar la neutralidad de la red. Más adelante, en 2010, la FCC formalizó la primera regulación específica para evitar la discriminación o bloqueo de contenidos por parte de los operadores, prohibiendo explícitamente que favorecieran su propio tráfico sobre el de terceros. [3]

1.1.2 A nivel España

En España los 90 marcaron también la llegada de internet, tras la fundación del Programa IRIS (posteriormente renombrado a RedIRIS) surgido en 1988 como una red académica y de investigación española al estilo de la ARPANET original. RedIRIS fue pionera en la conectividad, enlaces y direccionamiento, aunque sus comienzos fueron complicados. En aquella época había una lucha que enfrentaba a los protocolos abiertos OSI (Open Systems Interconnection) creados por la ISO (Organización Internacional de Normalización) y el TCP/IP que ya usaba ARPANET. Europa apostaba por los modelos OSI, que acabaron enterrados casi en su totalidad debido a la burocracia y su lento desarrollo. Mientras tanto, TCP/IP era más simple y pragmático, crecía a toda velocidad y era adoptado por empresas, organizaciones y fabricantes de todo el mundo. En pocas palabras: TCP/IP ganó. [5]

A mediados de los 80 había surgido el Grupo Europeo de Usuarios de Unix (EUUG) en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Madrid. Gestionaban el nodo central la red EUnet en España, bajo el nombre de Goya. Todavía se utilizaba el X.25 de OSI, pero se acabaría empleando el TCP/IP. De ahí nació Goya Servicios Telemáticos, S.A., el primer proveedor comercial de internet como tal en España, aunque

también CompuServe ofrecía esa conectividad como parte de su servicio. Por aquel entonces ya existían unos 1.000 servidores registrados en el dominio español («.es») y RedIRIS asumió el mando del ES-NIX para todo el país (Figura 1.9). [5]

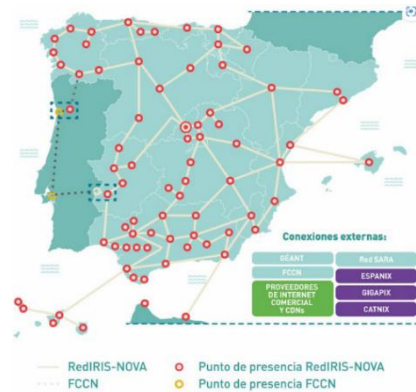


Figura 1.9. Mapa de Conexiones de España [5]

La primera conexión «nativa» a internet realizada en España (es decir, utilizando protocolos TCP/IP) se realizó en abril de 1991 desde el Servicio de Informática de la Universidad de Valencia sobre un circuito virtual X.25 (Iberpac) a 9.600 bits por segundo.

Entre 1991 y 1992 la red IXI, un proyecto piloto paneuropeo de alta velocidad para interconectar aplicaciones OSI por TCP/IP acabó dando lugar a EuropaNET, una red troncal multiprotocolo, y finalmente en 1992 al Ebone con cada vez más líneas de alta velocidad. Desde 1994 a 1999 se pusieron en funcionamiento puntos de interconexión como el LINX (London internet Neutral eXchange), el dGIX (Distributed Global internet eXchange) de Estocolmo y el AMS-IX (Amsterdam internet eXchange) [5].

En los años 90 surgieron muchos de los proyectos de la llamada «internet comercial» para cubrir las necesidades de quienes estaban entrando en la red a través de servicios online como CompuServe, AOL o haciendo uso de la recién nacida World Wide Web [4]. Y también había que alojar en grandes datacenters todos esos proyectos. No existían todavía Google, YouTube ni Twitter, y Netflix enviaba DVDs físicos por correo postal. Fueron años dominados por Yahoo y AltaVista como buscadores, Amazon como gran librería, GeoCities como comunidad virtual y eBay y PayPal como servicios de compraventas y pagos [5].

En España compañías como Goya, Telefónica y CompuServe ya estaban ofreciendo accesos a esa internet comercial a principios de los 90, pero por lo general la conexión a la red global seguía siendo algo del ámbito académico. Todo esto cambió cuando Telefónica lanzó InfoVía en 1995-1996. Era una red propia de servicios variados que permitía a los proveedores ofrecer sus contenidos, y esto fue la clave, puentes de acceso a internet a precios populares sin tener que invertir en grandes infraestructuras. Los proveedores se contaban por cientos y supuso un enorme éxito. Tan solo se clausuró en 2000 cuando la regulación y las condiciones de mercado permitieron otras opciones [5].

En esta época surgieron en España los primeros puntos neutros (IXP), infraestructuras físicas donde diferentes redes intercambian tráfico de datos entre sí de forma directa, como Espanix en 1997, que fue escalando en importancia en Europa y en número de empresas conectadas hasta el punto de que hoy en día es el principal nodo neutro para el sur de Europa, con una capacidad de 2 Tbps.

En los años 2000 se produjeron importantes hitos tecnológicos en el ecosistema de Internet en España. Entre ellos destacan la introducción de la RDSI, como primera conexión digital; el despliegue del ADSL, que permitió velocidades de banda ancha desde 512 Kbps hasta decenas de Mbps; y la posterior expansión de la fibra óptica, que ofrecía velocidades aún mayores, llegando a cientos de Mbps. En paralelo, se vivió la llegada de la tecnología 3G en la telefonía

móvil, el colapso de las puntocom y el surgimiento de nuevas infraestructuras clave, como las empresas de colocation y hosting, entre las que destaca la entrada de Interxion (actualmente Digital Realty) en el año 2000. [5]

Estas compañías desempeñaron un papel esencial en la consolidación de la infraestructura de red en España, al ofrecer soluciones profesionales de alojamiento para servidores y servicios digitales. Mientras que las empresas de colocation proporcionaban espacio físico, energía y conectividad en centros de datos para que los clientes instalaran su propio hardware, las de hosting ofrecían servicios gestionados que permitían alojar sitios web, aplicaciones o bases de datos sin necesidad de que los usuarios gestionaran directamente los sistemas. Esta evolución supuso un avance significativo frente a los modelos anteriores, en los que muchas startups tecnológicas operaban sus propios equipos en instalaciones improvisadas y de difícil mantenimiento.

El estallido de la burbuja de las puntocom en marzo de 2000 puso fin a un período de gran efervescencia empresarial, en el que surgían nuevas compañías de Internet a diario, a menudo con una financiación generosa, pero sin modelos de negocio viables. Muchas de estas empresas requerían infraestructuras técnicas considerables, que inicialmente intentaban resolver mediante centros de datos internos o locales adaptados, lo que generaba elevados costes y dificultades operativas. El crecimiento de los centros de datos profesionales impulsó la externalización de estos servicios, mejorando la eficiencia y fiabilidad del entorno técnico. Esta transición también favoreció la consolidación de grandes proveedores de infraestructura y sentó las bases para el desarrollo posterior de los servicios en la nube. [5]

El caso de la fibra óptica es uno de los más interesantes. Aunque los primeros usos en España se remontan a 1985 no fue hasta 1992 cuando Telefónica comenzó a usar en grandes ciudades como solución local. En 1997 cubría áreas metropolitanas y en 2000 ya existía una red troncal nacional y conexiones internacionales. Habría que esperar hasta 2006 para que se pusieran en marcha los planes del FTTH (fibra hasta el hogar) que empezaron a desplegarse entre particulares en 2008. En 2013 se alcanzó el primer millón de suscriptores y después el crecimiento sería ya imparable, con 3 millones en 2015, 20 millones en 2018 y el 90% de la población cubierta en 2021. [5].

1.2 La Neutralidad de la Red

El internet ha experimentado un crecimiento exponencial desde su creación, transformándose en una infraestructura fundamental para la comunicación, la economía y la sociedad en general. Esta rápida expansión, acompañada de una gestión inicial que no contemplaba adecuadamente la diversidad y complejidad de los nuevos servicios digitales, generó importantes desafíos regulatorios.

En sus primeros años, la estructura y el funcionamiento de internet estaban basados en principios de apertura y descentralización, sin necesidad de una regulación estricta. Sin embargo, conforme la red creció y se consolidaron grandes proveedores de servicios de internet (ISP), surgieron prácticas que ponían en riesgo la igualdad de acceso y el libre flujo de información. Algunos operadores comenzaron a implementar acciones discriminatorias, como priorizar ciertos contenidos o bloquear otros, buscando maximizar beneficios comerciales o controlar el mercado digital.

Este escenario evidenció la necesidad de establecer una regulación clara y específica que garantizara la neutralidad de la red, es decir, que todo el tráfico de datos fuera tratado de manera igualitaria, sin discriminación ni bloqueos arbitrarios. La neutralidad de la red surge entonces como respuesta a la evolución del internet y a la necesidad de proteger a los usuarios, fomentando un entorno abierto y competitivo que permita la innovación y el desarrollo sostenible de las telecomunicaciones en la era digital.

Así, la regulación de la neutralidad de la red se convierte en un pilar fundamental para asegurar que el crecimiento del internet se traduzca en beneficios reales y equitativos para todos los actores, evitando que el control y la gestión de la infraestructura limiten el acceso libre y justo a la información.

La Neutralidad de la Red es un principio que establece que todos los datos transmitidos a través de Internet deben ser tratados de manera efectiva, sin discriminación por parte de los proveedores de servicios de Internet (ISP). Bajo este concepto, los ISP no pueden favorecer, bloquear o ralentizar el acceso a ciertos contenidos, aplicaciones o servicios en función de intereses comerciales o políticos. Su objetivo principal es mantener un red abierta y libre, donde cualquier usuario o empresa tenga las mismas oportunidades de acceso y distribución de información.

Este principio se fundamenta en la idea de que Internet debe operar como una plataforma neutral, permitiendo la libre competencia y evitando que los ISP impongan restricciones que limiten la innovación o el acceso a la información. De esta manera, la Neutralidad de la red protege a los usuarios de posibles abusos por parte de grandes corporaciones que podrían privilegiar ciertos servicios mediante acuerdos comerciales, afectando la calidad y disponibilidad del contenido en línea.

Además, la Neutralidad de la Red es clave para la transparencia y el derecho de la comunicación, ya que garantiza que los ciudadanos puedan acceder a cualquier contenido sin interferencias arbitrarias. Esto resulta especialmente relevante en el ámbito de la libertad de expresión, la educación y el desarrollo económico, asegurando que todos los actores de la sociedad puedan beneficiarse equitativamente del ecosistema digital.

A continuación, se presentan los principales conceptos asociados a la Neutralidad de la Red, los cuales permiten comprender sus implicaciones técnicas, regulatorias y sociales:

- **Competencia:** Los proveedores de servicios de Internet (ISP) con mayor dominio en el mercado pueden influir en la gestión del tráfico y en las tarifas aplicadas a los usuarios. Para evitar abusos y garantizar una oferta equitativa, es fundamental fomentar un entorno con múltiples proveedores que brinden opciones accesibles.
- **Accesibilidad:** Todos los usuarios deben tener el derecho de acceder libremente a cualquier contenido o servicio en Internet, sin restricciones impuestas por el tipo de dispositivo o la red utilizada. Este principio cobra especial relevancia en el acceso móvil, donde la infraestructura de conexión suele ser más limitada que en redes fijas.
- **Transparencia:** Los usuarios deben tener acceso claro a la información sobre las condiciones del servicio que contratan, incluyendo parámetros de calidad y cualquier posible medida de gestión del tráfico. Dado que muchos consumidores desconocen estos detalles técnicos, es esencial que los ISP comuniquen esta información de forma comprensible y accesible.
- **Bloqueo:** Consiste en la restricción del acceso a determinados contenidos, servicios o aplicaciones. Se considera una de las prácticas más extremas en contra de la Neutralidad de la Red y suele justificarse por razones comerciales, estratégicas o por el tipo de tráfico involucrado, como en el caso de redes P2P (peer-to-peer), que permiten el intercambio directo de archivos entre usuarios sin necesidad de servidores centrales, o de servicios VoIP (Voice over IP), que transmiten comunicaciones de voz a través de Internet en lugar de redes telefónicas tradicionales.
- **Discriminación:** Ocurre cuando se otorga un tratamiento diferenciado al tráfico de Internet en función de su origen, protocolo o aplicación, aunque en situaciones de congestión es común aplicar estrategias de gestión del tráfico para priorizar ciertos datos.
- **Diferenciación:** Se refiere a la posibilidad de ofrecer servicios adicionales sobre la misma conexión a Internet, como IPTV o Video on Demand (VoD), otorgándoles una calidad de servicio (QoS) superior a la del tráfico estándar. Es importante diferenciar esto

de la telefonía VoIP, que generalmente se considera un servicio independiente al igual que la telefonía tradicional.

- **Tarificación:** Implica la modificación de los esquemas de pago por el acceso a Internet, pudiendo basarse en el tipo de servicio disponible o en planes con diferentes niveles de calidad de servicio. Dependiendo de su implementación, puede relacionarse con prácticas de bloqueo o discriminación de tráfico.
- **Interconexión IP:** Hace referencia a acuerdos entre operadores para priorizar o restringir el ancho de banda en la interconexión de redes principales en Internet. Estas prácticas pueden afectar la calidad del servicio recibido por los usuarios finales si se establecen acuerdos que limiten el flujo de tráfico de ciertos servicios o proveedores.
- **Innovación:** Las prácticas de tarificación diferenciada y discriminación del tráfico pueden dificultar la innovación, al impedir que nuevas aplicaciones o servicios sean accesibles de manera equitativa para todos los usuarios. Esto puede limitar la competencia y afectar el desarrollo de nuevos productos en el ecosistema digital.
- **Privacidad:** El uso de tecnologías avanzadas de gestión de tráfico, como la inspección profunda de paquetes (DPI), permite a los ISP analizar el contenido de los datos que circulan en la red. Esto ha generado preocupaciones sobre la privacidad de los usuarios ya que podrían facilitar la vigilancia de sus actividades en línea.
- **Libertad de Expresión:** Las restricciones en el acceso a ciertos contenidos o aplicaciones pueden afectar la libertad de información y opinión en Internet. Dado que la red se ha convertido en un medio esencial para la comunicación moderna, existe el riesgo de que los ISP o gobiernos implementen medidas que limiten el derecho a la libre expresión a través de la censura o la filtración de información.

1.3 Reglamento TSM (Reglamento (UE) 2015/2120)

Según el Informe sobre supervisión en España de normativa europea en materia de acceso a un Internet abierta [6], El Reglamento (UE) 2015/2120, del Parlamento Europeo y del Consejo, por el que se establecen medidas en relación con el acceso a una Internet abierta y se modifican la Directiva 2002/22/CE y el Reglamento 531/2012 (en adelante, Reglamento TSM), garantiza a los usuarios finales una serie de derechos en relación con el servicio de acceso a Internet. Esta regulación entró en vigor el 30 de abril de 2016. Su artículo 1 establece que el objetivo de la norma es “salvaguardar un tratamiento equitativo y no discriminatorio del tráfico en la prestación de servicios de acceso a internet y los derechos relacionados de los usuarios finales” [6].

En el mismo sentido, el artículo 76 de la Ley 11/2022, de 28 de junio, General de Telecomunicaciones, reconoce el derecho de los usuarios a un acceso abierto a internet.

Los derechos reconocidos a los usuarios, que deben ser tenidos en cuenta por los prestadores de servicios de acceso a Internet (ISPs), se dividen en dos:

- Los relativos a la garantía del derecho de los usuarios finales a “acceder a la información y contenidos, así como a distribuirlos, usar y suministrar aplicaciones y servicios y utilizar los equipos terminales de su elección, con independencia de la ubicación del usuario final o del proveedor o de la ubicación, origen o destino de la información, contenido, aplicación o servicio, a través de su servicio de acceso a internet.”
- Los derechos en materia de transparencia que supone la facultad de los usuarios a acceder a información sobre determinados aspectos relacionados con el principio de “Neutralidad de la Red” (ya sea publicada o incorporada a los contratos entre ISPs y usuarios finales).

Adicionalmente, como garantía de la supervisión, control y sanción de estas obligaciones, ambas normas reconocen a los órganos correspondientes las potestades necesarias para obligar a su cumplimiento. Asimismo, se recoge la obligatoriedad de que los usuarios dispongan de mecanismos de resolución de controversias en las materias objeto de regulación, tanto frente al propio operador como ante instancias ajenas al mismo. [6]

El artículo 76.9 de la Ley 11/2022, de 28 de junio, General de Telecomunicaciones establece que el Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital supervisará la aplicación de lo establecido en este artículo y publicará un informe anual sobre dicha supervisión y sus resultados y lo remitirá a la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia, a la Comisión Europea y al BEREC (Body of European Regulators for Electronic Communications). [6]

El Reglamento (UE) 2015/2120, se compone de 10 artículos:

Artículo 1. Objeto y ámbito de aplicación

Establece el objetivo del Reglamento: garantizar el acceso abierto a Internet y regular los precios de itinerancia en la UE. Define el alcance: se aplica a todos los Estados miembros y a los proveedores de servicios de acceso a internet.

Artículo 2. Definiciones

Recoge las definiciones clave del reglamento, como, servicios de acceso a internet, usuarios finales, servicios especializados, gestión razonable del tráfico, etc.

Artículo 3 Salvaguardar del acceso a internet abierta

Este artículo establece una serie de derechos y obligaciones tanto para los usuarios finales como para los proveedores de servicios de acceso a Internet (ISP), con el objetivo de preservar el principio de neutralidad de la red dentro del espacio europeo.

- Principio general

El apartado 1 del artículo establece lo siguiente:

"Los usuarios finales tendrán derecho a acceder y distribuir la información y el contenido, a utilizar y proporcionar aplicaciones y servicios, y a utilizar terminales de su elección a través de su servicio de acceso a Internet, independientemente de la ubicación del usuario final o del proveedor o la ubicación, el origen o el destino de la información, el contenido, la aplicación o el servicio." [6].

Este principio garantiza que todos los datos deben ser tratados por igual sin discriminación, restricción o interferencia, promoviendo un entorno abierto e inclusivo. Se prohíbe que los ISP bloqueen o ralenticen arbitrariamente determinados contenidos, algo crucial para evitar prácticas como la censura o la priorización de servicios de pago.

- Tratamiento del tráfico y gestión de red

El artículo también permite la gestión razonable del tráfico por parte de los proveedores, pero bajo condiciones específicas:

"No se impedirá que los proveedores de servicios de acceso a Internet apliquen medidas razonables de gestión del tráfico, siempre que tales medidas sean transparentes, no discriminatorias y proporcionadas." [6].

Es decir, se permite gestionar el tráfico de forma técnica (por ejemplo, ante congestiones temporales), pero no con fines comerciales o de control de contenido. Esto busca equilibrar el rendimiento técnico de las redes con la protección de los derechos digitales.

- Excepciones permitidas

Solo se admiten excepciones en casos muy concretos, como:

- Cumplimiento de órdenes judiciales.
- Integridad y seguridad de la red o servicios.
- Prevención de congestión de red excepcional o temporal.

Estas excepciones están estrictamente reguladas y deben ser proporcionadas y justificadas, evitando cualquier uso abusivo por parte de los ISP.

Artículo 4 Medidas de transparencia para garantizar el acceso a internet abierta

Establece obligaciones específicas de transparencia para los proveedores de acceso a Internet, con el objetivo de que los usuarios finales (consumidores) puedan tomar decisiones informadas sobre los servicios contratados y ejercer de manera efectiva sus derechos vinculados a la neutralidad de la red.

- Contenido del contrato:
Los contratos entre los proveedores de servicios de acceso a Internet (ISP) y los usuarios deben incluir información clara sobre:
 - Velocidades mínimas, promedio y máxima de carga y descarga.
 - Como estas velocidades pueden verse afectadas por la gestión del tráfico.
 - Políticas de restricción de volumen de datos o velocidad.
 - El tratamiento de los servicios especializados si los hay.
- Transparencia sobre el rendimiento real:

Los ISP deben garantizar la transparencia no solo contractual, sino también sobre el rendimiento real de la conexión y posibles limitaciones que afecten el uso de contenidos, aplicaciones o servicios.

- Empoderamiento del usuario:

Se busca reforzar la capacidad del usuario de detectar degradaciones en el servicio, y en su caso, ejercer reclamaciones o resolver contratos cuando haya una discrepancia sustancial entre el rendimiento ofrecido y el real.

Artículo 5 Medidas de supervisión y ejecución

Establece el marco de supervisión, cumplimiento y ejecución de las normas relativas a la neutralidad de la red. Este artículo obliga a los Estados miembros de la UE a designar autoridades competentes que vigilen el cumplimiento efectivo de los artículos 3 y 4 del reglamento, y que cuenten con poderes sancionadores y de supervisión adecuados.

- Designación de autoridades nacionales:

Cada Estado miembro debe designar una o varias autoridades reguladoras nacionales para supervisar la aplicación de los artículos clave del reglamento (principalmente el acceso abierto a Internet y las medidas de transparencia).

- Supervisión proactiva:

Estas autoridades tienen el deber de:

- Supervisar activamente el mercado.
 - Recoger datos y estadísticas relevantes.
 - Investigar prácticas potencialmente contrarias a la neutralidad.
- Resolución de conflictos:

Las autoridades nacionales también pueden actuar como mediadores o resolver conflictos entre usuarios finales y proveedores, en caso de desacuerdos relacionados con la calidad de servicio, gestión del tráfico o servicios especializados.

- Poder sancionador:

Las autoridades deben contar con herramientas legales suficientes para imponer sanciones eficaces, proporcionadas y disuasorias, en caso de incumplimiento por parte de los proveedores.

- Cooperación europea:

Las autoridades nacionales deben cooperar con el Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (BEREC), compartiendo información y adoptando enfoques coordinados para garantizar una aplicación armonizada en toda la UE.

Artículo 6 Sanciones

Establece el marco para la imposición de sanciones en caso de incumplimiento de las disposiciones relativas a la neutralidad de la red, tales como las obligaciones de acceso abierto (Artículo 3), medidas de transparencia (Artículo 4) y las disposiciones sobre supervisión y ejecución (Artículo 5). Este artículo es fundamental para asegurar el carácter vinculante y efectivo del Reglamento.

- **Imposición de sanciones:**
Los Estados miembros deben prever en su legislación nacional sanciones administrativas y/o penales para los proveedores de servicios que incumplan las normas sobre neutralidad de la red.
- **Naturaleza de las sanciones:**
Las sanciones deben ser:
 - Eficaces: Deben tener un impacto real para disuadir comportamientos contrarios a la neutralidad.
 - Proporcionadas: Adecuadas al tipo y gravedad de la infracción.
 - Disuasorias: Lo suficientemente severas para prevenir futuras violaciones.
- **Competencia de las autoridades nacionales:**
Las autoridades reguladoras nacionales designadas (como la CNMC en España o la BNetzA (Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen) en Alemania) tienen la potestad para imponer estas sanciones, siguiendo los procedimientos legales correspondientes.
- **Transparencia y publicidad:**

En algunos casos, se recomienda que las sanciones sean publicadas para reforzar la transparencia y el efecto disuasorio sobre otros operadores.

Artículo 7 Modificaciones del Reglamento (UE) no 531/2012

Introduce modificaciones específicas al Reglamento (UE) nº 531/2012, que establece las normas relativas a la itinerancia dentro de la Unión Europea. Estas modificaciones se alinean con los principios de la neutralidad de la red y buscan garantizar la coherencia normativa entre ambos textos legales, asegurando una experiencia homogénea y sin restricciones para los usuarios de servicios de telecomunicaciones en el espacio europeo.

- **Contextualización del Reglamento nº 531/2012:**
Este reglamento regula las condiciones y precios de la itinerancia nacional e internacional dentro de la UE, buscando eliminar barreras y fomentar la competencia en el mercado europeo de las telecomunicaciones.
- **Integración con la neutralidad de la red:**
La modificación establecida en el Artículo 7 asegura que los principios de acceso abierto, no discriminación y gestión transparente del tráfico aplicados a la red fija y móvil, también se reflejen en las condiciones de itinerancia.
- **Impacto en los usuarios finales:**
Los usuarios pueden disfrutar de acceso sin restricciones arbitrarias ni discriminación por parte de los operadores cuando utilizan servicios en itinerancia, manteniendo la calidad y la igualdad en el acceso a Internet.
- **Coordinación regulatoria:**
Esta modificación promueve la coordinación entre las autoridades nacionales encargadas de supervisar la neutralidad de la red y aquellas responsables de la regulación del roaming, para evitar conflictos normativos.

Artículo 8 Modificaciones de la Directiva 2002/22/CE

Introduce modificaciones específicas a la Directiva 2002/22/CE, conocida como la Directiva sobre el Servicio Universal y los Derechos de los Usuarios en las Redes Electrónicas de Comunicaciones. Estas modificaciones se implementan para asegurar que los principios y obligaciones vinculados a la neutralidad de la red se integren coherentemente en el marco legal europeo de protección de los derechos de los usuarios y de prestación de servicios universales.

- Contexto de la Directiva 2002/22/CE:

Esta directiva establece los derechos fundamentales de los usuarios de servicios de comunicaciones electrónicas y las obligaciones de los proveedores para garantizar la accesibilidad, calidad y continuidad del servicio, independientemente de la ubicación o del operador.

- Adaptación a la neutralidad de la red:

El Artículo 8 asegura que la neutralidad de la red, con su énfasis en el acceso no discriminatorio y la transparencia, quede reflejada en los derechos de los usuarios protegidos por la Directiva, garantizando así una protección más sólida contra prácticas restrictivas o discriminatorias en el acceso a Internet.

- Reforzamiento de los derechos del usuario:

Se refuerzan los derechos de los consumidores para recibir información clara y precisa sobre el acceso a Internet y la gestión del tráfico, complementando las medidas de transparencia y supervisión contempladas en el Reglamento.

- Implicaciones para los proveedores de servicios:

Los proveedores deben cumplir con estas obligaciones integradas, adaptando sus contratos y prácticas comerciales para alinearse con el principio de neutralidad, promoviendo un mercado justo y competitivo.

Artículo 9 Cláusula de revisión

Establece una cláusula de revisión que permite evaluar y, si es necesario, actualizar el Reglamento (UE) 2015/2120 para garantizar que siga siendo efectivo y adecuado frente a la evolución tecnológica, los cambios en el mercado digital y las nuevas prácticas de gestión del tráfico en Internet.

- Evaluación periódica:

La cláusula de revisión prevé que la Comisión Europea realice un análisis exhaustivo del impacto y la eficacia de la regulación en un plazo determinado después de su entrada en vigor. Este análisis incluye aspectos técnicos, económicos y sociales relacionados con la neutralidad de la red.

- Adaptabilidad normativa:

Esta disposición es fundamental para mantener un marco regulatorio flexible y adaptado a los rápidos avances tecnológicos y a las nuevas formas de prestación de servicios digitales, permitiendo así la incorporación de modificaciones o nuevas medidas que respondan a desafíos emergentes.

- Participación de las partes interesadas:

La revisión incluye consultas públicas y la participación de operadores, usuarios, autoridades reguladoras y otros agentes relevantes, asegurando una evaluación transparente y plural que refleje los intereses de todos los sectores afectados.

- Objetivo de mejora continua:

El fin último es optimizar la protección del acceso abierto y no discriminatorio a Internet, al tiempo que se garantiza un equilibrio adecuado con la innovación tecnológica y la sostenibilidad económica del sector.

Artículo 10 Entrada en vigor y disposiciones transitorias

Establece la fecha de entrada en vigor del Reglamento (UE) 2015/2120 relativo a la neutralidad de la red, así como las disposiciones transitorias que garantizan una implementación gradual y ordenada de sus normas en todos los Estados miembros de la Unión Europea.

- Fecha de aplicación:

El Reglamento entró en vigor el 30 de abril de 2016 y se aplicó de forma obligatoria en todos los Estados miembros a partir del 30 de abril de 2016. Esta fecha marca el inicio de la vigencia legal del marco europeo para la protección del acceso abierto y no discriminatorio a Internet.

- Disposiciones transitorias:

Para facilitar una transición adecuada, el artículo permite que ciertos aspectos técnicos o normativos puedan contar con periodos de adaptación en los que los operadores y autoridades reguladoras ajusten sus procedimientos y sistemas a los nuevos requerimientos.

- Uniformidad y coherencia:

Las disposiciones transitorias buscan evitar interrupciones o descoordinaciones en el mercado interior europeo, asegurando que la neutralidad de la red se implemente de forma homogénea y efectiva en todo el territorio de la Unión.

- Implicaciones para los Estados miembros:

Los Estados miembros están obligados a aplicar el Reglamento conforme a las fechas estipuladas y deben garantizar que sus autoridades nacionales reguladoras de telecomunicaciones tengan las competencias necesarias para supervisar el cumplimiento durante y después del periodo transitorio.

1.4 Criterios de la SETELECO sobre las prácticas que afectan a la neutralidad de la red

Este apartado muestra los criterios definidos por la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales (SETELECO) [6] sobre las principales prácticas que afectan a la neutralidad de la red y son revisadas en los informes anuales de Neutralidad de la Red:

Tarifas Zero Rating: De acuerdo a las sentencias del TJUE (Tribunal de Justicia de la Unión Europea) recaídas, y las Directrices del BEREC en la materia, las ofertas zero rating no son ya admisibles.

Libre Elección de Router: Algunos operadores consideran imprescindible la instalación únicamente de routers suministrados por ellos. Esta práctica no se considera contraria a la normativa en caso de que el usuario tenga la posibilidad de instalar, a continuación, su propio router, debiendo el operador facilitar los parámetros de configuración necesarios que le sean solicitados por los usuarios.

Limitaciones a la compartición de datos con otro dispositivo (Tethering): Las ofertas que incluían una limitación en la compartición de datos con dispositivos no directamente conectados a la red han sido consideradas contrarias a la normativa sobre la neutralidad de la red. Únicamente podrían ser admisibles en caso de establecerse como una medida de gestión de tráfico temporal y excepcional en caso de congestión de la red.

Restricciones al uso de tarjetas SIM en determinados dispositivos: Las ofertas que incluían una limitación en el uso de tarjeta SIM en determinados dispositivos han sido consideradas contrarias a la normativa sobre la neutralidad de la red. Únicamente podrían ser admisibles en

caso de estar referida a dispositivos directamente destinados a la producción de tráfico irregular o indebido, o la reventa de tráfico telefónico.

Restricciones al uso de tarjetas multiSIM: En ofertas de datos móviles limitados, no existe motivo para la restricción en el uso de tarjetas multiSim. Cualquier restricción sería considerada contraria al Reglamento TSM. En ofertas de datos ilimitados, serían admisibles restricciones tendientes para evitar un uso de la línea que pudiera hacer que un contrato pudiera convertirse en múltiples líneas, al asociar diferentes tarjetas a cada dispositivo. No obstante, debería producirse una igualdad de trato entre el consumo de datos de cada uno de los dispositivos secundarios utilizados.

Técnica de Compresión del Tráfico: Las nuevas Directrices de BEREC restringen en gran medida la posibilidad de utilizar técnicas de compresión de imagen como el ABR (Adaptive Bitrate Streaming).

Bloqueo de puertos por razones de seguridad: Se considera que estas ofertas, como la práctica relativa al bloqueo de puertos por razones de seguridad, con objeto de evitar el spam o el malware están amparadas por la normativa sobre neutralidad de la red.

Priorización de tráfico en caso de congestión de la red: Las medidas de gestión del tráfico que tengan por objeto evitar la congestión de la red se consideran acordes con la normativa siempre que cumplan con los siguientes requisitos:

- Que se apliquen a categorías completas de tráfico y no discriminen entre aplicaciones, servicios o contenidos dentro de ellas
- Que estén previstas con carácter temporal y excepcional en los términos del artículo 3 del Reglamento TSM

En el Informe sobre supervisión en España de normativa europea en materia de acceso a un Internet abierta, se encuentra el detalle de cada criterio evaluado. [6].

1.5 Evolución de la Regulación sobre la Neutralidad de la Red

1.5.1 En Estados Unidos

El 19 de junio de 1934, el presidente Franklin D. Roosevelt firmó la Ley de Comunicaciones de 1934. La ley sustituyó a la Comisión Federal de Radio y transfirió la regulación de los servicios telefónicos interestatales de la Comisión de Comercio Interestatal a la FCC. [7].

A finales de los años 1980, la popularidad de las computadoras y de Internet aumentó. Internet se volvió legalmente disponible para uso comercial y, en los primeros años de uso público de Internet, este era su uso principal: el acceso público era limitado y se alcanzaba en gran medida a través de módems de acceso telefónico. El acceso a Internet por módem de cable y los enlaces de datos de alta velocidad, que constituyen el núcleo de Internet, siempre habían sido categorizados desde su creación por la ley estadounidense como un servicio de información, a diferencia de los servicios telefónicos (incluidos los servicios por módem de acceso telefónico), y no como un servicio de telecomunicaciones, y por lo tanto no habían estado sujetos a las regulaciones de los operadores comunes. [7].

A finales de los años 1990 y principios de los años 2000, el uso de Internet empezó a ser común entre los individuos, y surgieron discusiones sobre los requisitos de interés público de la industria de las telecomunicaciones en los Estados Unidos; si las empresas involucradas en la radiodifusión debían ser consideradas como fiduciarios de la comunidad, con obligaciones hacia la sociedad y los consumidores, o como meros participantes del mercado con obligaciones sólo hacia sus accionistas. El debate legal sobre las regulaciones de neutralidad de la red de los años 2000 refleja este debate. [7].

En la década de 1990, algunos políticos estadounidenses comenzaron a expresar su preocupación por la protección de Internet:

"¿Cómo puede el gobierno garantizar que la naciente Internet permitirá que todos puedan competir con todos los demás por la oportunidad de proporcionar cualquier servicio a todos los clientes que lo deseen? A continuación, ¿cómo podemos garantizar que este nuevo mercado llegue a toda la nación? Y luego, ¿cómo podemos garantizar que cumpla la enorme promesa de educación, crecimiento económico y creación de empleo?"

— Al Gore, 1994 [8]

A principios de la década de 2000, juristas como Tim Wu y Lawrence Lessig plantearon la cuestión de la neutralidad en una serie de artículos académicos que abordaban los marcos regulatorios para las redes de paquetes. Wu, en particular, señaló que Internet está estructuralmente sesgado en contra de las aplicaciones de voz y video. El debate que comenzó en los EE. UU. se extendió internacionalmente con claras diferencias con respecto al debate en Europa. [8]

En febrero de 2004, el entonces presidente de la FCC, Michael Powell, anunció un conjunto de principios de no discriminación, a los que llamó principios de "libertad de red". En un discurso pronunciado en el Simposio de Silicon Flatirons, Powell alentó a los ISP a ofrecer a los usuarios estas cuatro libertades:

- Libertad para acceder a contenidos
- Libertad para ejecutar aplicaciones
- Libertad para conectar dispositivos
- Libertad para obtener información sobre planes de servicio

A principios de 2005, en el caso Madison River, la FCC abrió una investigación sobre Madison River Communications, una empresa de telefonía local que bloqueaba el servicio de voz sobre IP. Sin embargo, la FCC no multó a Madison River Communications. La investigación se cerró antes de que se llegara a ninguna conclusión formal sobre hechos o cuestiones jurídicas y se llegó a un acuerdo en el que la empresa aceptó dejar de discriminar contra el tráfico de voz sobre IP y realizar un pago de 15.000 dólares al Tesoro de Estados Unidos a cambio de que la FCC abandonara su investigación. Dado que la FCC no estableció formalmente que Madison River Communications violara las leyes y las reglamentaciones, el acuerdo de Madison River no crea un precedente formal. [8].

En 2007, se descubrió que Comcast bloqueaba o retrasaba gravemente las subidas de BitTorrent a su red. Un informe de agosto de 2007 señaló que los ISP habían estado limitando el tráfico de BitTorrent durante casi dos años, desde 2005, pero Comcast lo bloqueaba por completo al menos en algunos casos. El 27 de marzo de 2008, Comcast y BitTorrent llegaron a un acuerdo para trabajar juntos en la gestión del tráfico de red, en el que Comcast se comprometió a adoptar una postura neutral respecto al protocolo hacia finales de 2008 y a explorar formas de gestionar de manera más eficiente el tráfico en su red durante las horas pico. En diciembre de 2009, Comcast llegó a un acuerdo propuesto de 16 millones de dólares estadounidenses, en el que no admitía ninguna irregularidad y que ascendía a no más de 16 dólares estadounidenses por acción. [8].

En agosto de 2008, la FCC tomó su primera decisión sobre la gestión de la red de Internet. Por 3 votos a 2, confirmó una demanda contra Comcast, que dictaminó que había prohibido ilegalmente a los usuarios de su servicio de Internet de alta velocidad utilizar software de intercambio de archivos porque limitaba el ancho de banda disponible para ciertos clientes para los archivos de vídeo a fin de garantizar que otros clientes tuvieran el ancho de banda adecuado.

En diciembre de 2010, la FCC aprobó la Orden de Internet Abierta de la FCC que prohíbe a los proveedores de servicios de televisión por cable y telefonía impedir el acceso a competidores o

a ciertos sitios web como Netflix. El 21 de diciembre de 2010, la FCC votó y aprobó un conjunto de 6 "principios de neutralidad de la red":

- Transparencia
- Sin bloqueos
- Igualdad de condiciones
- Gestión de la red
- Móvil
- Vigilancia

El 19 de febrero de 2014, la FCC anunció planes para formular nuevas normas para hacer cumplir la neutralidad de la red y cumplir con las sentencias judiciales. Sin embargo, el 23 de abril de 2014, la FCC informó sobre un nuevo proyecto de norma que permitiría a los proveedores de servicios de banda ancha como Comcast y Verizon ofrecer a los proveedores de contenido, como Netflix, Disney o Google, dispuestos a pagar un precio más alto, velocidades de conexión más rápidas, para que sus clientes tuvieran acceso preferencial, revirtiendo así su posición anterior y (hasta donde la opinión fuera del sector de los proveedores de servicios de Internet en general estuvo de acuerdo) negaría la neutralidad de la red. [8].

Tras las fuertes críticas del público y de otras grandes empresas como Google, la FCC reconsideró sus opciones y ofreció dos opciones en relación con los servicios de Internet:

- 1) Permitir carriles de banda ancha rápidos y lentos, comprometiendo así la neutralidad de la red;
- 2) Reclasificar la banda ancha como un servicio de telecomunicaciones, preservando así la neutralidad de la red.

Las críticas se hicieron aún más fuertes. [8].

El 10 de noviembre de 2014, el presidente Obama recomendó a la FCC reclasificar el servicio de Internet de banda ancha como un servicio de telecomunicaciones para preservar la neutralidad de la red.

El 16 de enero de 2015, los republicanos presentaron una legislación, en forma de proyecto de ley para discusión en el Congreso de los Estados Unidos, que hacía concesiones a la neutralidad de la red, pero prohibía a la FCC lograr ese objetivo o promulgar cualquier otra regulación que afectara a los ISP. [8].

Más tarde, en marzo y abril de 2015, la FCC publicó los detalles específicos de sus nuevas reglas de neutralidad de la red y se publicó la regla final.

En enero de 2017, el nuevo designado para presidir la FCC, Ajit Varadaraj Pai, comenzó a deshacer muchas de las políticas a favor del consumidor que se crearon durante la administración de Obama. [8].

En abril de 2017, se informó que Pai había propuesto que se derogaran las normas de neutralidad de la red y las clasificaciones del Título II, que los ISP deberían en cambio comprometerse "voluntariamente" con los principios y que las violaciones de estos principios deberían ser sancionadas por la FTC en lugar de la FCC como prácticas comerciales desleales o engañosas. El 29 de abril de 2017, se describió una interpretación más clara de la última propuesta para comprometer la neutralidad de la red. [8].

El 18 de mayo de 2017, la FCC votó a favor de seguir adelante con el Aviso de propuesta de reglamentación (NPRM) de Pai sobre "Restaurar la libertad en Internet" mediante la derogación de las regulaciones de neutralidad de la red. [8].

Más de 1.000 empresas emergentes e inversores firmaron una carta abierta a Pai oponiéndose a la propuesta. Hasta el 24 de mayo de 2017, el sitio web de la FCC recibió más de 2,6 millones de comentarios del público, aunque más de 58.000 de estos comentarios eran spam de

defensores de la neutralidad de la red. Después del período de comentarios, se espera que la propuesta sea revisada y sometida a votación final a finales de este año. [8].

El 14 de diciembre de 2017, con la llegada de Donald Trump a la Casa Blanca, la FCC procedió a la derogación de las normas que garantizaban la neutralidad de la red. A raíz de esta decisión, los proveedores de servicios de Internet obtuvieron la facultad de gestionar el acceso a los contenidos de forma diferenciada, pudiendo establecer condiciones de prioridad en función del tipo de servicio, la plataforma o el usuario. Esta medida supuso el abandono del principio según el cual todos los usuarios eran tratados como entidades iguales dentro de la red, sin distinciones técnicas ni comerciales. [8].

Seis años después con la entrada de Joe Biden en la Casa Blanca, la FCC arranca los trámites para restaurar la neutralidad de la red. El 25 de abril de 2024, la FCC volvió a votar a favor de restaurar la neutralidad de la red, reclasificando los servicios de banda ancha como un servicio público bajo el Título II de la Ley de Comunicaciones. [9].

Esta decisión prohibía prácticas como el bloqueo, la ralentización del tráfico o el pago por priorización de contenidos, devolviendo a la Comisión poder para supervisar interrupciones del servicio amenazas a la seguridad nacional, aunque sin intervenir en los precios. [9].

Sin embargo, pocos meses después, varios proveedores de servicios de internet (ISP) impugnaron la medida ante los tribunales. El Tribunal del Sexto Circuito emitió en julio una suspensión temporal de la norma, alegando que existía una alta probabilidad de éxito en la apelación de los ISP. La suspensión se extendió en agosto, en parte debido a que la Corte Suprema de EE. UU acababa de eliminar la doctrina Chevron, una norma que durante décadas permitió a agencias federales como la FCC interpretar leyes ambiguas con cierta autonomía. Esta decisión debilitó aún más la posición legal de la FCC. [10].

Finalmente, el 2 de enero de 2025, el Tribunal del Sexto Circuito dictaminó que la FCC no tenía autoridad legal para aplicar las normas de neutralidad al clasificar los servicios de banda ancha bajo el Título II sin una ley explícita del Congreso que lo respalde. Con este fallo, la restauración federal de la neutralidad de la red quedó anulada. La presidenta de la FCC, Jessica Rosenworcel, pidió al Congreso que actúe para legislar de forma clara sobre la materia, mientras que el comisionado republicano Brendan Carr, designado como nuevo presidente de la FCC tras las elecciones legislativa, celebró la decisión judicial como una victoria contra el “exceso regulatorio”. [10].

Desde entonces, la neutralidad de la red en Estados Unidos ha quedado en un limbo legal. A nivel federal, no existe actualmente ninguna norma que la garantice, mientras que varios estados como California, han optado por mantener su propia legislación independiente para usuarios, operadoras y grandes plataformas digitales, reavivando el debate sobre la necesidad de una ley federal clara y estable que defina el futuro de la neutralidad de la red en el país. [10].

Cronología sobre la Neutralidad de la Red en Estados Unidos



Figura 1.10. Cronología sobre la Neutralidad de la Red en Estados Unidos (elaboración propia)

1.5.2 En Europa

En Europa las normas relacionadas sobre la Neutralidad de la Red se basan en el marco regulador de las comunicaciones electrónicas y el marco general de defensa de la competencia de la UE. El primero, en vigor desde 2003, establece principios aplicables a cualquier servicio de comunicaciones electrónicas. Su reforma en 2009 robusteció la capacidad de elección y protección de los derechos de los usuarios, al incorporar la obligación de las Autoridades Nacionales Regulatorias (ANR) de “promover la capacidad de los usuarios finales para acceder y distribuir la información o ejecutar aplicaciones y servicios de su elección”; no existen limitaciones ni restricciones, más bien obligaciones de transparencia respecto a la calidad del servicio, la ANR solo puede regular previa consulta a la Comisión y en caso de que un ISP incumpla [11]. Junto con la actualización de 2009, la Comisión Europea difundió la Declaración de los principios sobre la Neutralidad de la Red, en la que mostraba compromiso de promover que el marco regulatorio a su vez permitiera mantener el carácter abierto y neutral de internet. Además, la normativa de competencia complementa la regulación específica del sector y permite actuar después de que ocurran conductas anticompetitivas en el mercado. [11].

Se considera que el tratamiento de la Neutralidad de la Red ha sido más ligero debido a una mayor competencia en el mercado de telecomunicaciones al existir más ISPs en el mercado (40, según las estadísticas de la UE [13]), lo cual significa que, si un ISP brinda tratamiento discriminatorio a determinada aplicación o servicio, el cliente puede explorar otras opciones. Estas características del mercado europeo han llevado a pensar que no existe necesidad de aprobar una legislación sobre la Neutralidad de la Red en Europa [12].

En septiembre de 2012, la Comisión de la UE aprobó una Recomendación relativa al servicio universal de comunicaciones electrónicas. Esta recomendación persigue implementar la Neutralidad de la Red como un concepto jurídicamente vinculante, poner fin al bloqueo discriminatorio y restablecer reglas para la gestión del tráfico [12].

Sin embargo, la diferenciación de las ofertas en cuanto a velocidad y calidad de servicio (QoS) está permitida, siempre que no se cometan prácticas discriminatorias contrarias al principio de neutralidad de la red. Esta calidad de servicio debería alcanzarse mediante acuerdos comerciales entre los ICP (Information Content Providers) y los IAP (Internet Application Providers) con los ISP (Internet Service Providers).

Según la Comisión Europea, los tratos entre empresas permitirían a los ISP generar nuevas fuentes de ingresos tanto de los actores OTT (Over-The-Top), como proveedores de contenidos y servicios digitales que operan sobre la infraestructura de Internet, como de los propios consumidores dispuestos a pagar por conexiones más rápidas o servicios optimizados. Estos ingresos, a su vez, podrían destinarse a financiar inversiones en la mejora y expansión de las infraestructuras de red, contribuyendo al desarrollo sostenible del ecosistema digital.[12].

Una investigación llevada a cabo en 2012 por el Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas (BEREC), organismo de la Unión Europea, concluyó que en Europa las restricciones al tráfico en internet no son una práctica común, únicamente para algunos casos específicos de redes móviles y que al menos el 20% de los usuarios de la UE han experimentado algún tipo de restricción para acceder a servicios de VOIP; Asimismo, se recomienda abstenerse de aplicar una regulación previa sobre la gestión de red y se sugiere realizar un análisis caso por caso.

Así mismo, el BEREC propone que las ANR de la UE tengan presente la necesidad de fomentar la libre competencia, transparencia de los ISPs, facilitar a los consumidores la posibilidad de optar por otro proveedor de servicio, monitorear la calidad de servicio y como última medida, establecer niveles mínimos de servicio [14].

En la primavera de 2013, el Consejo Europeo solicitó a la Comisión Europea una propuesta para un mercado único de las telecomunicaciones. El 11 de septiembre de 2013, se adoptó un paquete

legislativo para un “Continente conectado: La construcción de un mercado único de las telecomunicaciones”, destinado a la construcción de una conexión y un continente competitivo, permitiendo el empleo y las industrias digitales sostenibles, mediante el establecimiento de normas en toda la UE en materia de transparencia, el cambio y la gestión del tráfico. El principal cambio incluye una garantía de “neutralidad de la red”. Esta propuesta legislativa pretende respecto a la Neutralidad de la Red [15]:

- Terminar con el bloqueo y la limitación discriminatoria y entregar neutralidad de la red efectiva.
- Establecer normas claras para la gestión del tráfico no discriminatoria, proporcionada y transparente.
- Permitir a los ISPs diferenciar sus ofertas (p.e., por la velocidad) y competir en una mayor calidad de servicio. No existe nada inusual en esto (los servidores postales con el correo urgente y las aerolíneas mediante clase turista/negocios) han hecho esto durante décadas.
- Para satisfacer la demanda de los usuarios finales y una mejor calidad de servicio, los ICPs podrán convenir acuerdos con los ISPs para garantizar la calidad del servicio. Tales ofertas permitirán a los ISPs generar flujos de ingresos adicionales de los actores OTT, ICPs, así como de los consumidores dispuestos a pagar por servicios mejores o más rápidos y financiar las inversiones en mejoras de la red la expansión.
- Los servicios especializados no deben conducir a la degradación de la calidad de los servicios regulares, ya que son coherentes con la forma en que Internet fue diseñado.

El 3 de abril de 2014, el Parlamento Europeo aprobó una resolución legislativa para una regulación del Parlamento y el Consejo Europeo respecto al “Continente Conectado”, para lo cual se reformarán varias Directivas y las Regulaciones de la UE, entre las cuales se definió a la neutralidad de la red como el principio según el cual todo el tráfico a la neutralidad de la red como el principio según el cual todo el tráfico de Internet recibe el mismo trato, sin discriminación, restricción o interferencia, independientemente de su emisor, receptor, tipo, contenido, dispositivo, servicio o aplicación [17].

La última propuesta conocida en noviembre de 2014 respecto al proyecto de reformas para un “Continente Conectado” [16] contempla la eliminación de la propuesta del concepto de Neutralidad de la Red como tal (se entendería que debido a la falta de consenso sobre su definición), más bien efectuar una aproximación hacia su objetivo y principios sobre gestión del tráfico en internet, por lo que también queda pendiente dar seguimiento a los avances y aprobación de esta propuesta en la UE. [17].

El 25 de noviembre de 2015 el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea adoptan la Regulación (UE) 2015/2120 [18], que establece normas sobre el acceso abierto a Internet, marcando un hito en la defensa de la neutralidad de la red en Europa. Esta regulación:

- Prohíbe que los ISP bloqueen, ralenticen o discriminen el tráfico de datos de forma arbitraria.
- Permite excepciones para la gestión del tráfico solo en circunstancias específicas, como la congestión de la red o problemas de ciberseguridad.
- Garantiza que los usuarios puedan acceder a cualquier contenido o servicio en línea sin interferencias por parte de los ISP.

En agosto de 2016, el BEREC aprobó directrices para asegurar la aplicación coherente del Reglamento 2015/2120 en toda la UE. Estas normas ofrecieron a las ANR orientación detallada sobre cómo interpretar y aplicar la regulación, incluyendo temas como servicios especializados, zero-rating y gestión del tráfico.

En años posteriores, BEREC ha actualizado estas directrices, con versiones importantes en 2017 y 2022, respondiendo a los cambios tecnológicos, como la aparición del 5G y el uso de técnicas de inspección de paquetes (DPI). Las autoridades regulatorias nacionales han continuado

aplicando el reglamento mediante un enfoque basado en la supervisión posterior, centrado en la transparencia, el control del mercado y la evaluación de las prácticas una vez implementadas.

A partir del 2023, los debates se han intensificado con la propuesta del Digital Networks Act (DNA), que busca revisar y consolida la normativa sobre redes electrónicas, garantizando la innovación y la competitividad sin debilitar los principios fundamentales de la neutralidad de la red. Aunque se ha propuesto una posible contribución económica de los grandes generadores de tráfico a las infraestructuras de red (*fair share*), BEREC y la Comisión Europea han mantenido una postura de cautela para evitar que dicha iniciativa afecte a la neutralidad y la libre competencia [19].

En 2024, la Comisión y BEREC reafirmaron su compromiso con una red abierta y no discriminatoria. La mayoría de los Estados miembros reportaron conformidad con el Reglamento, aunque algunas operadoras (como Deutsche Telekom) fueron investigadas por prácticas que podrían contradecir el principio del trato igualitario del tráfico [20].

A julio de 2025, la Regulación (UE) 2015/2120 sigue plenamente vigente, siendo aplicada activamente por las ANR con el respaldo técnico de BEREC. No se han detectado violaciones sistemáticas, aunque en el contexto sigue evolucionando con la llegada del 6G, la virtualización de redes y nuevos modelos de negocio digitales, que exigen un equilibrio constante entre la innovación tecnológica y la preservación de la neutralidad de la red como principio estructural del ecosistema digital europeo.

Cronología sobre la Neutralidad de la Red en Europa



Figura 1.11. Cronología sobre la Neutralidad de la Red en Europa (elaboración propia)

1.5.3 En España

En España, la evolución de la neutralidad de la red ha estado muy ligada al marco regulatorio europeo, pero también ha contado con hitos y actualizaciones propias de las autoridades nacionales. Desde la transposición de la normativa europea en la Ley General de Telecomunicaciones y en la Ley de Servicios de la Sociedad de la Información, el país ha adoptado los principios fundamentales de no discriminar el tráfico, transparencia y acceso abierto a Internet.

En 2015, con la aprobación de la Regulación (UE) 2015/2120, España reforzó su compromiso con la neutralidad de la red mediante la incorporación de estas disposiciones en la legislación española y la supervisión por parte de la Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), que actúa como la Autoridad Nacional Reguladora (ANR) en telecomunicaciones. Desde entonces, la CNMC ha desarrollado la función activa de vigilancia y control, emitiendo informes periódicos sobre la calidad y neutralidad de los servicios de acceso a Internet en el país [21].

Durante los primeros años posteriores a la implementación de la regulación europea, la CNMC centró su atención en garantizar la transparencia para los usuarios españoles, promoviendo la

obligación de los operadores de informar de manera clara sobre las condiciones de acceso a Internet, posibles restricciones y gestión del tráfico. En 2017, la CNMC publicó sus primeras recomendaciones específicas sobre prácticas de gestión del tráfico y sobre el uso de técnicas de "zero-rating" por parte de los operadores móviles en España, señalando que estas prácticas podrían tener efectos negativos sobre la competencia y la elección del consumidor [21].

En los años siguientes, la CNMC incrementó sus inspecciones y colaboró estrechamente con BEREC para coordinar la aplicación homogénea del marco europeo en España. En 2019, se aprobó una nueva estrategia digital española que reforzó la importancia de garantizar un Internet abierto, neutral y accesible para todos, en línea con las prioridades de la Unión Europea para la transformación digital [22].

La pandemia de COVID-19 supuso un punto de inflexión para la neutralidad de la red en España, debido al aumento masivo de la demanda de servicios digitales y la presión sobre las infraestructuras. En 2020, la CNMC publicó un informe especial en el que evaluaba el comportamiento de los operadores durante los meses de confinamiento, constando que se mantuvo el respeto a la neutralidad de la red, aunque recomendaba mantener una vigilancia estricta ante posibles prácticas discriminatorias o restricciones en servicios esenciales [23].

El debate sobre la sostenibilidad del modelo actual cobró fuerza en España a partir de 2022, coincidiendo con las discusiones europeas sobre la necesidad de que los grandes proveedores de contenidos contribuyan a los costes de la infraestructura. Varias grandes operadoras españolas, como Telefónica, Vodafone España y Orange España, manifestaron públicamente su preocupación sobre el desequilibrio financiero y solicitaron un marco que permitiera acuerdos de "fair share" sin comprometer la neutralidad de la red. [24].

La CNMC, sin embargo, mantuvo una postura prudente, alineada con BEREC, insistiendo en que cualquier cambio debía proteger el acceso abierto y evitar que se generaran barreras para la competencia o restricciones a los usuarios. En 2023, la CNMC participó activamente en las consultas públicas promovidas por la Comisión Europea, aportando análisis técnicos y sociales sobre la situación en España y recomendando reforzar la transparencia y la supervisión, pero sin apoyar pagos obligatorios de los proveedores de contenido a los operadores [6].

En paralelo, la regulación española se ha adaptado para afrontar los retos que traen las nuevas tecnologías, especialmente con el despliegue masivo de redes 5G y el auge de servicios basados en Edge computing e inteligencia artificial. En este sentido, la CNMC ha puesto especial énfasis en que las nuevas prácticas de segmentación de red ("network slicing") respeten los principios de neutralidad y no se traduzcan en una discriminación injustificada de servicios o usuarios [25].

Finalmente, en 2025, España continúa siendo uno de los países europeos con mayor compromiso para garantizar la neutralidad de la red, combinando una aplicación estricta de la normativa europea con un monitoreo constante y diálogo abierto entre operadores, usuarios y reguladores. La CNMC sigue liderando iniciativas para fomentar la educación digital y la concienciación sobre los derechos de los usuarios en materia de acceso a Internet, mientras impulsa la innovación y la competencia en un mercado que se enfrenta a nuevos desafíos tecnológicos y económicos.

Cronología sobre la Neutralidad de la Red en España



Figura 1.12. Cronología sobre la Neutralidad de la Red en España (elaboración propia)

1.6 Casos destacados sobre la Neutralidad de la Red

Este apartado recoge una serie de casos relevantes que han generado una notable reacción social y mediática, contribuyendo a intensificar el debate en torno a la Neutralidad de la Red. Estas situaciones han puesto de manifiesto las tensiones existentes entre los principios de libre acceso a la información y las prácticas de gestión del tráfico aplicadas por ciertos operadores. Asimismo, han impulsado la revisión de los límites normativos sobre qué técnicas de gestión son admisibles dentro de un entorno que aspire a garantizar una Internet abierta y no discriminatoria.

La mayoría de los casos han surgido en torno a dos tipos de tráfico que son críticos para los ISPs y operadores. Se trata del tráfico P2P y de la VoIP. El primero es crítico y molesto para los ISPs en general, debido a que consume un ancho de banda elevado y ocupa grandes proporciones de la capacidad de la red, se estima que aproximadamente el 23% del tráfico total de Internet, aunque ha llegado a suponer un porcentaje más elevado (actualmente ha decrecido, gracias a los servicios streaming). El segundo es crítico sobre todo en operadores tradicionales de telefonía que a la par son ISPs, ya que entra claramente en conflicto con su modelo de negocio de voz tradicional.

En la Unión Europea se han reportado algunos casos de acciones contrarias a la Neutralidad de la Red, aunque en general no han tenido tanto impacto mediático como en Estados Unidos. Así según el grupo de reguladores europeos BEREC (Body of European Regulators for Electronic), ha habido casos de:

Restricciones al uso de aplicaciones P2P y servicios de streaming en países como Francia, Grecia, Hungría, Lituania, Polonia y el Reino Unido.

Bloqueo o cargos extra en telefonía por el uso de VoIP en Austria, Croacia, Alemania, Italia, Holanda, Portugal, Rumania y Suiza.

En Alemania, en abril de 2009, el principal operador móvil T-Mobile anunció que estaba bloqueando la aplicación Skype, alegando que se aplicaba esta política para evitar problemas de congestión.

En el Reino Unido, entre 2009 y 2010, se produjo una reducción de la tasa para el acceso al servicio conocido como IPlayer, de la BBC. British Telecom introdujo una política de restricción de la tasa de streaming permitida en el periodo de tiempo que estaba dando problemas de congestión (17:00h-00:00h). Otros casos que han tenido un cierto eco han sido los de las compañías servidoras de publicidad NebuAd y Phorm. Se dieron prácticas de inyección de publicidad objetiva previo análisis DPI de la preferencia de los usuarios. En concreto, NebuAd lo llevo mediante DPI, utilizando tecnología para escanear los paquetes y luego insertar código JavaScript haciéndose pasar por el servidor origen.

En Holanda, en junio de 2011 se aprobó una reforma de Ley a favor de la Neutralidad de la Red. Esta decisión fue una reacción al plan de uno de los proveedores más influyente del país, KPN, de adoptar un plan tarifario que pretendía incluir un coste extra por el uso de los servicios de mensajería como WhatsApp o de VoIP como Skype. Se ha sabido además que también en Holanda, T-Mobile llevaba a cabo bloqueos de VoIP y que KPN y Vodafone utilizaban DPI/DFI para identificar los paquetes de datos enviados a través de las aplicaciones citadas.

En 2015, T-Mobile lanzó el servicio "Binge On", que permitía a los usuarios transmitir video de ciertas plataformas sin que contara contra sus límites de datos. Sin embargo, se descubrió que la calidad de los videos se reducía y que el servicio priorizaba ciertas plataformas, lo que generó debates sobre posibles violaciones de la neutralidad de la red.

En Portugal, en 2017 el proveedor de servicios de internet MEO ofrecía paquetes que cobraban extra por el acceso a ciertas aplicaciones y servicios, lo que fue señalado como una violación de la neutralidad de la red.

Mas importantes fueron los casos que se dieron en Norteamérica, desde el año 2005 y en pleno inicio del debate. Por aquel entonces ya se observaba la intención de preservar la Neutralidad de la Red por parte de la FCC, como quedo constancia en el caso Madison River, en las condiciones que el regulador impulso para las funciones de SBC con AT&T y la de Verizon con MCI y más adelante en 2007, con el caso Comcast.

Caso Madison River Communications

En marzo de 2005, meses antes de la primera declaración de principios para preservar la Neutralidad de Red por parte de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC), se evidenció la intención del regulador de garantizar el carácter libre y abierto de Internet. La FCC abrió una investigación sobre Madison River Communications, un proveedor de telecomunicaciones con sede en Carolina del Norte, tras recibir una queja de Vonage, un servicio de voz sobre IP (VoIP). Vonage alegaba que Madison River estaba bloqueando el acceso de sus clientes a su servicio, empleando técnicas de gestión de tráfico para filtrar el tráfico según los puertos utilizados por los servicios VoIP. [7]

Como respuesta a estas alegaciones, la FCC envió una carta solicitando un informe a Madison River. Sin que la investigación llegara a término ambas partes llegaron a un acuerdo: Madison River aceptó cesar el bloqueo a los servicios VoIP y pagó una multa voluntaria de 15.000 dólares al Tesoro de EE.UU. Aunque este caso no estableció un precedente formal ni se determinó oficialmente que se hubieran violado leyes, represento una señal clara de la postura de la FCC en favor de la Neutralidad de Red.

El caso Madison River generó un intenso debate entre defensores y opositores de la Neutralidad de Red. Para los defensores, demostró como los proveedores de banda ancha, si no son supervisados, pueden utilizar un control sobre las redes para restringir la competencia y perjudicar a los consumidores. Argumentaban que, sin regulaciones específicas, las compañías podrían discriminar arbitrariamente el tráfico en función de sus intereses comerciales, impidiendo el libre acceso a servicios innovadores como VoIP.

Por otro lado, los opositores de la Neutralidad de Red vieron en este caso una prueba de que la FCC ya contaba con mecanismos suficientes para abordar conductas anticompetitivas sin necesidad de regulaciones adicionales. Consideraban que la intervención puntal de la FCC era suficiente para corregir comportamientos indebidos y que imponer reglas más estrictas podría limitar la capacidad de innovación y desarrollo de los proveedores de servicios de Internet.

A la luz de los acontecimientos posteriores en la regulación de Internet, el caso Madison River sigue siendo un punto de referencia en el debate sobre la Neutralidad de Red. Su importancia radica en haber sido una de las primeras ocasiones en las que un regulador actuó para impedir que un proveedor de banda ancha utilizara su infraestructura para favorecer sus propios

intereses perjudicando a la competencia y a los consumidores. A medida que las tecnologías y modelos de negocio evolucionan, este caso sigue siendo un recordatorio de los desafíos y tensiones que existen entre la regulación, la competencia y la innovación en el ecosistema digital.

Caso Comcast

En 2007, comenzaron a multiplicarse las denuncias de que la compañía proveedora de servicios por cable estaba utilizando técnicas de gestión de tráfico para interrumpir y degradar el tráfico P2P, en especial el de la aplicación BitTorrent. Aunque Comcast negó inicialmente estas acusaciones, investigaciones realizadas por una agencia de noticias y la Electronic Frontier Foundation revelaron que la empresa bloqueaba activamente las descargas P2P, alegando que se trataba de una medida para gestionar la congestión de su red. [7]

Las pruebas demostraron que los bloqueos ocurrían de manera constante durante todo el día y no solo en momentos de alta demanda. Como consecuencia, en 2008 la FCC concluyó que Comcast había realizado prácticas anticompetitivas motivadas por la amenaza que representaban las descargas P2 para su servicio de video bajo demanda (VoD). La Comisión determinó que Comcast había actuado de manera discriminatoria y que estas prácticas colocaban en desventaja a ciertas aplicaciones, ya que los usuarios en lugar de culpar a Comcast, asumían que los problemas de descarga eran culpa de las aplicaciones afectadas.

Bajo la presión pública y regulatoria, en marzo de 2008 Comcast y BitTorrent llegaron a un acuerdo para gestionar de manera más eficiente el tráfico en momentos de alta demanda. Sin embargo, la FCC ordenó a Comcast revelar los detalles de sus prácticas de gestión, presentar un plan de cumplimiento y comprometerse públicamente a mantener la transparencia en sus políticas de gestión de tráfico.

Comcast apeló la decisión, argumentando que la FCC no tenía autoridad suficiente para regular sus prácticas de gestión de red, y posteriormente compensó a los posibles afectados hasta 16 millones de dólares.

En 2009, la FCC solicitó a Comcast aclaraciones sobre discrepancias en la información que había proporcionado respecto a su nuevo modelo de gestión de tráfico y la forma en que operaba su servicio VoIP. Esto llevó a la FCC a incluir en su Plan Nacional de Banda Ancha una propuesta para ampliar las regulaciones de Neutralidad de Red a servicios de banda ancha que no operan directamente sobre Internet. Finalmente, los tribunales fallaron a favor de Comcast, estableciendo que la FCC no tenía suficiente autoridad para regular estas prácticas, lo que llevó posteriormente a intentos regulatorios en favor de una legislación más clara en materia de Neutralidad de Red.

El caso Comcast representa un punto de inflexión en la discusión sobre la regulación de Neutralidad de Red, ya que puso en evidencia los desafíos que enfrentan los organismos reguladores para hacer cumplir principios de equidad en la gestión del tráfico de Internet. Su impacto se sigue reflejando en las políticas actuales sobre el acceso abierto y transparencia en la gestión de redes. [26].

Caso Skype

En febrero de 2007, Skype presentó una solicitud ante la FCC para que se aplicara el principio Carterfone en el mercado de las telecomunicaciones móviles. Este principio, derivado de una decisión judicial de 1968, estableció que los operadores de redes telefónicas públicas debían permitir la conexión de cualquier dispositivo compatible a sus infraestructuras. La petición de Skype argumentaba que este mismo enfoque debería adoptarse en las redes móviles para garantizar un ecosistema más abierto y competitivo.

En su solicitud, Skype puso en entredicho la conveniencia del acuerdo entre operadores móviles y fabricantes de dispositivos, alegando que muchas de sus prácticas limitaban la libre elección de los consumidores. Entre las restricciones denunciadas se incluían la imposibilidad de

desbloquear teléfonos, la eliminación deliberada de funcionalidades como Wi-Fi o Bluetooth, y la obligación de utilizar exclusivamente las redes de los operadores, limitando así el acceso a servicios de VoIP. [7]

Además de abogar por la aplicación del principio Carterfone, Skype solicitó que la FCC iniciara un proceso regulador para evaluar estas prácticas restrictivas y establecer un marco normativo que promoviera la interoperabilidad y la neutralidad en las redes móviles. También propuso la creación de un organismo liderado por la industria para supervisar la adopción de estándares técnicos abiertos y garantizar la transparencia en la gestión de redes inalámbricas.

Hasta la fecha, la FCC no ha emitido una resolución definitiva sobre esta solicitud. No obstante, su presidente había defendido en varias ocasiones el derecho de los operadores a gestionar sus infraestructuras de manera autónoma, lo que sugiere que la petición de Skype no será aceptada. A pesar de la falta de regulación específica, la presión del mercado ha impulsado ciertos cambios. En abril 2009, Skype lanzó su aplicación de VoIP y mensajería instantánea para iPhone, permitiendo a los usuarios realizar llamadas gratuitas a través de redes Wi-Fi. Sin embargo, las restricciones impuestas por los operadores móviles han impedido que estas llamadas se realicen a través de sus redes de datos, lo que refleja la persistencia de barreras en la competencia dentro del ecosistema móvil.

El caso Skype sigue siendo un referente clave en la discusión sobre Neutralidad de Red y la regulación de las telecomunicaciones móviles. Su relevancia radica en la necesidad de equilibrar la innovación y la competencia con los intereses comerciales de los operadores, un debate que continúa moldeando la evolución de las políticas de acceso y uso de las redes digitales.

Google y su Estrategia en el Mercado Móvil

En 2007, Google definió una ambiciosa estrategia para ingresar en el sector de las telecomunicaciones móviles, combinando dos enfoques con el objetivo de consolidar su presencia a largo plazo. Inicialmente, su incursión en el mercado seguiría el modelo tradicional adoptado por competidores como Yahoo! y Microsoft. Para ello, estableció una alianza con Sprint-Nextel, proveedor de servicios de banda ancha mediante tecnología WiMax, con la finalidad de ofrecer a los usuarios acceso a herramientas de búsqueda en Internet, plataformas interactivas, servicios multimedia como música, televisión y video, compras en línea y redes sociales.

En una segunda fase, prevista para 2009-2010, Google planeaba convertirse en operador de red. Para ello, tenía la intención de participar en la subasta del espectro de la banda de 700 MHz, liberada tras la transición de la televisión analógica a digital. Su propuesta contemplaba un modelo de negocio innovador basado en la integración vertical y en la oferta de servicios de telefonía gratuitos financiados mediante publicidad geolocalizada.

Google argumentaba que existía un desequilibrio de incentivos entre los operadores establecidos y los nuevos entrantes en estas subastas, debido a diversas barreras estructurales. Para abordar esta problemática, propuso que las licencias se otorgaran bajo condiciones que fomentaran plataformas abiertas, facilitando así la innovación y la entrada de nuevos competidores. En este contexto, Google estableció un precio de referencia de 4.600 millones de dólares por 22 MHz del Bloque C de la banda de 700 MHz y solicitó la inclusión de cuatro principios fundamentales.

- Acceso abierto a aplicaciones
- Disponibilidad de servicios mayoristas
- Redes abiertas
- Dispositivos sin restricciones

Estas propuestas recibieron respaldo de asociaciones de consumidores y fabricantes como Nokia, quienes veían en ella una oportunidad para aumentar la competencia y democratizar el acceso a las telecomunicaciones. Sin embargo, los operadores tradicionales defendieron el

modelo de subastas vigente, argumentando que había impulsado mejoras en precios, servicios y cobertura a nivel global.

A pesar del historial positivo de este modelo, la FCC accedió parcialmente a las peticiones de Google, incorporando dos de sus propuestas clave: garantizar el acceso desde cualquier dispositivo en un tercio de banda y permitir el uso a cualquier aplicación dentro de la misma. Paradójicamente, Google no adquirió ninguna de las frecuencias subastadas, lo que evidencia que su estrategia tenía un carácter más táctico que operativo. En lugar de competir directamente como operador, su objetivo parecía estar orientado a influir en la regulación de redes móviles en beneficio de sus propios intereses comerciales. Este tipo de contradicciones sigue presente en el debate sobre la Neutralidad de Red, donde se observa cómo los principales actores del mercado intentan moldear el marco regulatorio en función de sus necesidades estratégicas.

El Caso Bell Canada y la Gestión del Tráfico P2P en Canadá

Uno de los casos más relevantes en materia de neutralidad de la red en Canadá ocurrió en 2008, cuando Bell Canada fue objeto de una denuncia por parte de la Canadian Association of Internet Providers (CAIP), una organización que representa a diversos proveedores de servicios de Internet (ISPs). La acusación señalaba que Bell Canada estaba ralentizando deliberadamente el tráfico de aplicaciones P2P, afectando tanto a sus clientes minoristas como a aquellos que utilizaban su servicio mayorista, conocido como Gateway Access Service (GAS). Este servicio permitía a otros ISPs conectarse a la red de Bell Canada para ofrecer acceso a Internet a sus propios clientes.

Bell Canada reconoció haber implementado técnicas de gestión del tráfico para limitar la velocidad del tráfico P2P en momentos de congestión, argumentando que estas medidas eran esenciales para garantizar la calidad del servicio en su red. Inicialmente, las restricciones se aplicaron solo a los clientes minoristas, pero posteriormente, al comprobar que la medida no resolvía completamente los problemas de saturación, la compañía extendió su aplicación a los clientes mayoristas del servicio GAS. Según la empresa, esta decisión aseguraba que no se generara una ventaja competitiva desleal, ya que todos los usuarios de la red enfrentaban las mismas condiciones.

El caso llegó hasta la Canadian Radio-Television and Telecommunications Commission (CRTC), la agencia reguladora de telecomunicaciones en Canadá. Tras evaluar la denuncia, la CRTC determinó que las acciones de Bell Canada no eran discriminatorias, dado que la ralentización afectaba por igual a clientes minoristas y mayoristas. Sin embargo, este caso sentó un precedente importante en el debate sobre la gestión del tráfico en el país, llevando a la CRTC a iniciar una consulta pública para analizar los efectos de estas prácticas y establecer normativas más claras sobre el tema. Este proceso culminó en la creación de nuevas reglas sobre la gestión del tráfico de Internet en Canadá. [7].

A continuación, se presentan casos más recientes:

Caso Verizon

Uno de los casos más emblemáticos en la lucha por la neutralidad de la red en Estados Unidos es el caso de Verizon contra la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC). En 2010, la FCC aprobó las reglas de neutralidad de la red bajo la administración de Barack Obama, estableciendo que los proveedores de servicios de Internet no podían bloquear ni discriminar el tráfico en función de su contenido. Sin embargo, Verizon presentó una demanda argumentando que la FCC carecía de autoridad legal para imponer estas reglas.[7].

En 2014, el Tribunal de Apelaciones del Distrito de Columbia falló a favor de Verizon, anulando partes clave de las regulaciones de la FCC. La corte determinó que la FCC no tenía la autoridad suficiente para regular a los ISP como si fueran operadores comunes, similar a las empresas de telefonía tradicional. Esta decisión debilitó significativamente las protecciones de neutralidad de

la red, permitiendo a los proveedores de Internet priorizar o ralentizar ciertos contenidos a su discreción.

La anulación de las normas impulsó a la FCC a reformular su enfoque regulatorio, lo que llevó a la aprobación de nuevas reglas en 2015 bajo la presidencia de Tom Wheeler. En esta ocasión, la FCC reclasificó a los ISP como operadores de telecomunicaciones bajo el Título II de la Ley de Comunicaciones de 1934, otorgándole la autoridad necesaria para hacer cumplir estrictamente la neutralidad de la red.

No obstante, en 2017, bajo la administración de Donald Trump y con Ajit Pai como presidente de la FCC, estas regulaciones fueron revertidas nuevamente. La decisión desató un intenso debate sobre los derechos de los consumidores y el control que los ISP pueden ejercer sobre el acceso a la información. Varios estados, liderados por California, implementaron sus propias leyes de neutralidad de la red, desafiando la decisión federal y generando nuevas disputas legales.

El caso de Verizon se mantiene como un punto clave en la historia de la neutralidad de la red en EE.UU., ya que evidenció las tensiones entre el gobierno, las grandes corporaciones de telecomunicaciones y los defensores de un Internet libre y abierto. La lucha por la regulación de la neutralidad de la red sigue siendo un tema central en la política digital estadounidense.

Caso de Violación de Neutralidad en México

En México, la neutralidad de la red ha sido un tema de creciente debate en los últimos años, particularmente tras una serie de denuncias en 2021 que señalaban prácticas discriminatorias por parte de los proveedores de servicios de Internet (ISP). Se detectó que diversas compañías estaban ofreciendo paquetes de datos con acceso preferencial a ciertas aplicaciones y servicios, como redes sociales, plataformas de mensajería y streaming, en detrimento de otros contenidos y servicios en línea. Estas prácticas levantaron preocupaciones sobre posibles violaciones a los principios de neutralidad de la red, al favorecer a determinadas empresas y restringir el acceso equitativo a Internet para los usuarios. [27].

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), organismo encargado de regular el sector en México, recibió múltiples quejas e inició una investigación sobre estas prácticas. Se argumentó que la venta de paquetes con acceso ilimitado a determinadas aplicaciones contradecía el principio de trato igualitario en el tráfico de datos, ya que incentivaba el uso de ciertos servicios sobre otros y afectaba la libre competencia en el ecosistema digital. El debate se intensificó cuando organizaciones civiles y expertos en telecomunicaciones exigieron una regulación más estricta para evitar que los ISPs condicionaran el acceso a Internet mediante acuerdos comerciales con proveedores de contenido. En respuesta, el IFT emitió lineamientos para garantizar que los operadores de telecomunicaciones respetaran la neutralidad de la red, prohibiendo la manipulación del tráfico de datos en función del tipo de contenido, servicio o aplicación.

A pesar de estas regulaciones, algunos analistas y defensores de los derechos digitales argumentan que aún persisten vacíos legales y falta de supervisión efectiva, lo que permite que ciertas empresas continúen implementando estrategias que podrían socavar la neutralidad de la red. Este caso subraya la importancia de una vigilancia constante y de un marco regulatorio robusto que asegure el acceso equitativo y libre a Internet en México. [27].

2 Supervisión y Cumplimiento Normativo

Tras haber abordado en el Capítulo 1 los principios fundamentales que sustentan la neutralidad de la red y la importancia de garantizar un acceso abierto, equitativo y no discriminatorio a los servicios de Internet, resulta necesario profundizar en los mecanismos que aseguran su aplicación efectiva en la práctica. La existencia de un marco normativo, por sí sola, no garantiza la protección de este principio si no va acompañada de una supervisión constante y de herramientas eficaces de cumplimiento.

Este capítulo se centra en el análisis del sistema de supervisión y control normativo que permite verificar que los proveedores de servicios de Internet (ISP) respetan los principios de neutralidad de la red. Para ello, se examinan los procedimientos establecidos por las autoridades competentes, principalmente la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales en el contexto español, así como los informes anuales de evaluación que identifican posibles infracciones, promueven medidas correctoras y refuerzan la transparencia hacia los usuarios finales.

A través del estudio del marco institucional y los instrumentos técnicos y jurídicos que lo acompañan, este capítulo pone en relieve el papel esencial de la supervisión en la consolidación de un entorno digital justo, competitivo y alineado con los derechos fundamentales de los ciudadanos. La vigilancia del cumplimiento normativo no solo garantiza el respeto a las reglas, sino que también actúa como salvaguarda frente a prácticas que podrían comprometer la igualdad de acceso y la libre circulación de contenidos en la red.

2.1 Revisión Anual en España de la Neutralidad de la Red

Anualmente se realiza la revisión del cumplimiento de la neutralidad de la red. Esta supervisión se materializa en el “Informe Anual de Supervisión sobre la Neutralidad de la Red” [6], publicado por la Secretaría del Estado de Telecomunicaciones e Infraestructura Digitales, adscrita al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. Este informe se elabora de forma anual en cumplimiento del artículo 76.9 de la Ley 11/2022, de 28 de junio, General de Telecomunicaciones, y del Reglamento (UE) 2015/2120 del Parlamento Europeo y del Consejo, relativo al acceso a una internet abierta. [6].

El informe tiene como objetivo principal evaluar el grado de cumplimiento de los operadores de telecomunicaciones en relación con los principios de neutralidad de la red, garantizando así los derechos digitales de los usuarios finales. Su periodicidad anual permite realizar un seguimiento continuo y actualizado de las prácticas del mercado en el ámbito nacional, contribuyendo a una supervisión eficaz y a la alineación con las directrices europeas.

La elaboración del informe corresponde al Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, a través de la Dirección General de Telecomunicaciones y Ordenación de los Servicios de Comunicación Audiovisual. La Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC) participa de manera complementaria en tareas de verificación técnica. A nivel europeo, el Organismo de Reguladores Europeos de Comunicaciones Electrónicas (BEREC) supervisa la armonización del marco regulatorio y emite directrices interpretativas, especialmente relevantes para tecnologías emergentes como 5G y servicios especializados.

El marco jurídico que respalda este informe se sustenta en los siguientes documentos normativos:

- Reglamento (UE) 2015/2120, sobre medidas relativas al acceso a una Internet abierta.
- Ley 11/2022, General de Telecomunicaciones, que incorpora las obligaciones comunitarias al derecho español.

- Directrices BEREC (2020), que interpretan los principios regulatorios y su aplicación en escenarios técnicos específicos.

2.2 Cumplimiento de la Neutralidad de la Red en España

La supervisión del cumplimiento de la neutralidad de la red constituye uno de los ejes fundamentales en el diseño de políticas públicas que promueven un acceso justo, transparente y no discriminatorio a los servicios digitales. La versión más reciente del informe, correspondiente al año 2023,[6], permite observar tanto avances como áreas de mejora en la implementación efectiva del principio de la neutralidad de la red por parte de los operadores.

El informe aborda una serie de ámbitos clave que permiten evaluar de manera integral el cumplimiento de la normativa vigente [6]:

- **Derechos de los usuarios finales:** Se garantiza el acceso sin restricciones a servicios y aplicaciones. El informe verifica que no existan bloqueos, priorizaciones injustificadas ni ralentizaciones arbitrarias del tráfico. Solo se permiten excepciones por razones técnicas estrictamente justificadas, como la gestión del tráfico ante congestiones temporales o amenazas a la seguridad de la red.
- **Transparencia contractual:** Se analiza si los operadores proporcionan información veraz y completa sobre las condiciones de prestación del servicio. Esto incluye la velocidad mínima garantizada, el tratamiento de los datos y las prácticas de gestión del tráfico. La omisión de estos aspectos puede vulnerar los derechos contractuales del usuario.
- **Gestión de tráfico y calidad de servicio (QoS):** Se revisa la aplicación de técnicas como el shaping, throttling o el uso de inspección profunda de paquetes (DPI). El informe evalúa si estas técnicas se utilizan conforme a los límites establecidos y si afectan negativamente a la experiencia del usuario o generan desigualdad entre aplicaciones.
- **Servicios especializados:** El despliegue de servicios como IPTV, telemedicina o comunicaciones de emergencia requiere una calidad de servicio diferenciada. El informe determina si estos servicios se aíslan del tráfico general de forma adecuada, evitando interferencias que comprometan la neutralidad.
- **Supervisión institucional y reclamaciones:** La Oficina de Atención al Usuario de Telecomunicaciones y la CNMC reciben y procesan reclamaciones relativas a prácticas contrarias a la neutralidad. Se incorporan datos sobre denuncias ciudadanas, frecuencia de incidencia y resolución de conflictos contractuales o técnicos.
- **Compatibilidad tecnológica e interoperabilidad:** El informe examina si los terminales permiten el acceso libre a redes de terceros, la utilización de routers propios y la transición a tecnologías como IPv6 o redes 5G standalone. Esto asegura la libertad tecnológica del usuario y la no imposición de barreras de acceso por parte de los operadores.
- **Evolución del ecosistema digital:** Se recopilan datos sobre nuevas tendencias como el zero – rating, acuerdos comerciales entre ISPs y plataformas OTT, o la integración de Edge computing, que pueden suponer retos futuros al principio de la neutralidad.

2.2.1 Revisión de Cumplimiento de la Neutralidad de la Red en España 2023

A continuación, se detallan diversas prácticas que podrían comprometer la neutralidad de la red y que motivaron recomendaciones específicas por parte de la autoridad reguladora identificadas durante la revisión del cumplimiento de la neutralidad de la red del 2023, [6]:

- **Gestión opaca del tráfico en redes móviles:** Se detectaron casos en los que los operadores aplicaban priorización o degradación del tráfico de vídeo sin informar adecuadamente a los usuarios. Estas prácticas se dirigían principalmente a limitar el consumo de datos en tarifas planas.

- **Ofertas con zero-rating selectivo:** Algunos operadores ofrecían acceso gratuito a determinadas aplicaciones (como WhatsApp o Facebook), sin que este trato diferenciado estuviese debidamente justificado ni reflejado con transparencia en las condiciones contractuales.
- **Insuficiente información sobre calidad de servicio:** Un número significativo de contratos no especificaba la velocidad mínima garantizada, lo que impide a los usuarios formular reclamaciones en caso de incumplimientos.
- **Restricciones al uso de terminales propios:** Persistían barreras técnicas o administrativas para que los usuarios configurasen sus propios routers, limitando su capacidad de conexión a redes alternativas.
- **Debilidad en el tratamiento de servicios especializados en entornos 5G:** Aunque se reconoció la introducción de servicios con requisitos de calidad específica, no siempre se aseguraba que su implementación fuese neutral respecto al tráfico general, especialmente en redes móviles emergentes.

En respuesta a estas observaciones, el Ministerio formuló recomendaciones dirigidas a reforzar la transparencia contractual, mejorar la gestión técnica del tráfico y garantizar la neutralidad en la provisión de nuevos servicios. La aplicación efectiva de estas medidas constituye un paso esencial hacia la consolidación de un ecosistema digital equitativo, conforme a los principios establecidos por el marco jurídico europeo.

3 Impacto de la Neutralidad de la Red en las Telecomunicaciones

Aunque el principio de neutralidad de la red ha sido concebido como un pilar fundamental para garantizar un Internet abierto, competitivo y no discriminatorio, su aparición ha generado profundas tensiones dentro del ecosistema digital. En particular, las operadoras de telecomunicaciones se han posicionado como uno de los actores más críticos con respecto al marco normativo vigente, al considerar que este impone limitaciones técnicas, cargas económicas desproporcionadas y una competencia desigual frente a las grandes plataformas digitales.

Este capítulo examina con detalle el impacto que la neutralidad de la red tiene sobre el modelo de negocio y la operativa de las empresas de telecomunicaciones, abordando aspectos clave como la creciente asimetría entre inversión y beneficio, las restricciones en la gestión del tráfico, el desequilibrio regulatorio frente a los proveedores de contenido, y los desafíos técnicos que plantea el crecimiento exponencial del tráfico digital. Se introduce también el surgimiento del debate en torno la denominada “contribución justa” (*fair share*), impulsado desde el sector de telecomunicaciones europeo como posible vía para equilibrar el ecosistema digital.

Este capítulo pretende contextualizar las principales preocupaciones del sector de las telecomunicaciones ante un marco normativo que, si bien protege principios esenciales para la equidad en la red, también ha abierto interrogantes sobre la sostenibilidad económica y técnica del modelo actual.

3.1 Impacto de la Neutralidad de la red en las operadoras de telecomunicaciones

Como comentamos en apartados anteriores la neutralidad de la red es un principio fundacional de Internet que garantiza que todo el tráfico de datos sea tratado de forma equitativa, sin discriminación por contenido, origen, destino o tipo de aplicación.

Aunque este enfoque ha sido defendido como esencial para preservar un Internet abierto, libre y competitivo, su aplicación regulatoria ha generado un intenso debate entre los distintos actores del ecosistema digital [28]. Entre ellos, las operadoras de telecomunicaciones se han posicionado como una de las partes más críticas con respecto al marco normativo vigente, al considerar que este afecta negativamente a su modelo de negocio, capacidad de inversión e innovación. Este apartado examina las principales quejas de las operadoras frente a la neutralidad de la red y cómo dicha regulación impacta directamente sobre su actividad en el contexto de las telecomunicaciones:

- Cargas de inversión y asimetría de beneficios
- Restricciones a la gestión del tráfico
- Desequilibrio regulatorio frente a las plataformas digitales
- El debate del “*fair share*” en Europa
- Saturación de red y sostenibilidad técnica

A continuación, explicamos cada uno de ellos con más detalle:

Cargas de inversión y asimetría de beneficios

Las operadoras sostienen que el actual modelo de Internet impone sobre ellas una carga desproporcionada en términos de inversión en infraestructura, mientras que los beneficios derivados del crecimiento exponencial del tráfico son acaparados por las grandes plataformas

digitales, las OTTs (Over-the-Top), entre las que se incluyen Google, Netflix, Meta, Amazon o TikTok [29].

El despliegue de redes de nueva generación como el 5G, la fibra óptica de alta capacidad o el refuerzo de nodos de tráfico implica costes millonarios para las empresas de telecomunicaciones, que en muchos casos deben asumir sin que exista una correlación directa con los ingresos obtenidos por el uso de la red. Las operadoras consideran que la neutralidad de la red impide establecer mecanismos de compensación económica con los grandes generadores de contenido, lo que crea una situación de desequilibrio estructural entre quienes invierten en la infraestructura y quienes obtienen una mayor rentabilidad a partir de ella [30].

Restricciones a la gestión del tráfico

Uno de los principios fundamentales de la neutralidad de la red es la prohibición de priorizar o discriminar tráfico en función de su origen, destino o tipo. Desde la perspectiva de las operadoras, esta restricción limita gravemente la capacidad de gestionar efectivamente el tráfico de red, especialmente en escenarios de alta demanda o congestión.

Además, las empresas de telecomunicaciones denuncian que la regulación de la neutralidad impide el desarrollo de modelos comerciales diferenciados basados en la calidad del servicio (QoS), como por ejemplo paquetes premium con menor latencia para clientes empresariales o sectores industriales. Esta limitación se extiende también a prácticas como el zero rating, donde ciertos servicios no computan en el consumo de datos del usuario [31].

Desequilibrio regulatorio frente a las plataformas digitales

Otro aspecto ampliamente denunciado por las operadoras es el desequilibrio regulatorio que existe entre los proveedores de red y los gigantes digitales. Mientras que las empresas de telecomunicaciones están sometidas a un marco regulatorio estricto – que incluye obligaciones de servicio universal, contribuciones fiscales, requisitos de seguridad, privacidad, interoperabilidad y cumplimiento de normas de competencia -, los OTT operan en muchos casos al margen de dichas exigencias [32].

Este desequilibrio, según las operadoras, distorsiona el mercado y compromete la viabilidad de su actividad, dificultando la competencia y generando un entorno asimétrico que perjudica la sostenibilidad a largo plazo de las redes.

El debate del “fair share” en Europa

En respuesta a estas críticas, en los últimos años ha surgido un debate creciente en el seno de la Unión Europea sobre la posibilidad de implantar un modelo de “contribución justa” (fair share), mediante el cual los grandes generadores de tráfico digital estarían obligados a realizar aportaciones económicas proporcionales al uso que hacen de la red [33]. Esta propuesta ha sido apoyada por varias operadoras europeas [34].

Sin embargo, esta idea ha generado una fuerte oposición por parte de organizaciones defensoras de la neutralidad, asociaciones de consumidores y representantes de la economía digital, quienes advierten que un modelo de pago por uso podría traducirse en un Internet fragmentado, menos accesible para los nuevos competidores y perjudicial para la innovación y la libertad de elección del usuario final [35].

Saturación de red y sostenibilidad técnica

Uno de los argumentos más reiterados por parte de las operadoras de telecomunicaciones frente a la neutralidad de la red es el creciente riesgo de saturación de las infraestructuras debido al volumen exponencial del tráfico digital. El auge de servicios como el streaming en 4K y 8K, los videojuegos en la nube (cloud gaming), las videollamadas en tiempo real, el Edge computing, la inteligencia artificial generativa y el Internet de las Cosas (IoT), ha supuesto un incremento constante y significativo de la demanda de ancho de banda. Según el informe de AXON [36],

aproximadamente el 60% del tráfico global en Internet es generado por un reducido número de grandes plataformas tecnológicas, entre las que destacan Netflix, Youtube, Meta, Amazon y TikTok.

Esta explosión de datos ha colocado una presión creciente sobre las redes de telecomunicaciones, cuya capacidad técnica y económica para absorber dicho crecimiento se ve, según las operadoras, seriamente amenazada. Las inversiones requeridas para mantener y expandir la infraestructura, tanto en redes móviles (4G,5G) como fijas (fibra óptica FTTH/X), son cada vez mayores y más recurrentes. Sin embargo, el modelo actual basado en la neutralidad estricta impide a los operadores de telecomunicaciones, tanto monetizar adecuadamente el uso intensivo de la red como modular el tráfico según criterios de eficiencia técnica, lo que limita su margen de maniobra.

Además, el diseño del marco regulatorio vigente impide priorizar paquetes de datos o establecer tarifas diferenciadas para servicios de mayor carga o criticidad que implique la colaboración de los principales generadores de tráfico, la calidad del servicio podría verse degradado en el futuro, especialmente en zonas con menor densidad de población, donde el retorno económico de las inversiones es más incierto [37].

Esta preocupación no es únicamente de orden financiero, sino también técnico. Las redes actuales están diseñadas con márgenes de sobrecapacidad, pero estos pueden volverse insuficientes frente a escenarios de consumo intensivo simultáneo (como eventos deportivos globales o lanzamientos masivos de contenido). La incapacidad para gestionar estas situaciones, por no poder aplicar priorizaciones temporales o dinámicas, puede derivar en latencia elevada, pérdida de paquetes y degradación generalizada de servicio [32], el mantenimiento de la calidad de experiencia (QoE) para el usuario final requiere una coordinación estructural entre plataformas de contenido y proveedores de red.

Desde la perspectiva de las operadoras, el principio de neutralidad no puede interpretarse como una obligación de ofrecer calidad ilimitada sin corresponsabilidad económica, ya que este modelo resulta insostenible a medidas que crece la complejidad de los servicios digitales. Por ello, defienden la necesidad de redefinir los términos del equilibrio técnico y financiero en el ecosistema digital europeo, sin renunciar a la apertura de la red, pero introduciendo mecanismos de sostenibilidad colaborativa.

4 Arquitectura del Internet y Funcionamiento de Internet

En los próximos capítulos se aborda el debate actual que afecta directamente a la neutralidad de la red: la denominada “contribución justa” o *fair share*. Para poder comprender adecuadamente sus implicaciones, resulta necesario introducir previamente algunos conceptos técnicos sobre la arquitectura y el funcionamiento de Internet. Esta red, base de toda la discusión sobre la neutralidad, está compuesta por múltiples redes interconectadas, operadores, sistemas autónomos y puntos de intercambio que permiten el flujo de datos global.

En este capítulo se introducen los elementos fundamentales de la estructura de Internet, los tipos de redes, las formas de interconexión y los organismos que regulan su funcionamiento. Entender cómo se organiza y opera la red permite contextualizar mejor cómo las decisiones regulatorias afectan su sostenibilidad, y por qué la gestión del tráfico y el reparto de costes se han convertido en un punto crítico del debate entre operadores y proveedores de contenido.

4.1 Estructura del Internet

El Internet actual constituye una infraestructura tecnológica compleja y jerárquica que permite la interconexión global de dispositivos y sistemas para el intercambio de datos. Su estructura incluye componentes físicos, protocolos de comunicación, proveedores de servicios, plataformas digitales y mecanismos de gobernanza [38].

Los principales elementos que forman la estructura del internet son:

1) Infraestructura Física

La base del Internet está construida por una red física distribuida a nivel mundial. Esta incluye:

- Cables submarinos y terrestres: Son la columna vertebral del Internet, transportando más del 95% del tráfico internacional de datos.
- Centros de datos (Data Centers): Son instalaciones especializadas que albergan servidores, sistemas de almacenamiento y dispositivos de red.
- Equipos de interconexión (routers, switches): Se encargan de enrutar, direccionar y gestionar el tráfico de datos entre dispositivos y redes.
- Puntos de Intercambio de Internet (IXIP): Son nodos estratégicos donde diferentes proveedores de red intercambian tráfico de datos para optimizar la velocidad y eficiencia de las conexiones.

2) Proveedores de Servicios de Internet (ISP)

El acceso a Internet es posible gracias a los proveedores de servicios, que se organizan en una jerarquía:

- Tier 1: Son operadores globales con infraestructura propia a nivel internacional. No necesitan pagar a otros operadores para acceder a ninguna parte de Internet.
- Tier 2: Compran acceso a redes Tier 1 y venden servicios a Tier 3 o empresas. Tienen cobertura regional o continental.
- Tier 3: Proveen conexión directamente a los usuarios finales (hogares, empresas) y dependen de los Tier 2 para conectarse al resto del mundo.

3) Capas de Protocolo (Modelo TCP/IP)

El funcionamiento lógico del Internet se organiza según el modelo TCP/IP, compuesto por cuatro capas principales:

- Capa enlace: Define los métodos de acceso físico (Wi-Fi, Ethernet, 4G/5G)
- Capa de red: Se encarga del direccionamiento IP y el enrutamiento entre redes (IPv4/IPv6).

- Capa de aplicación: Interactúa directamente con el usuario mediante servicios como HTTP, SMTP, FTP, entre otros.

4) Capas de Aplicación

En la capa de aplicación se encuentran los servicios que hacen funcional y útil a Internet para los usuarios:

- Web (www): Conjunto de páginas y aplicaciones accesibles mediante navegadores.
- DNS (Sistema de Nombres de Dominio): Traduce nombres de dominio (ej. www.upc.es) en direcciones IP comprensibles para las máquinas.
- CDN (Redes de Distribución de Contenido): Distribuyen contenido web estático o multimedia a servidores más cercanos al usuario, reduciendo la latencia.
- Servicios en la nube: Proveen infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software como servicio (SaaS).

5) Dispositivos y Usuarios Finales

Un extremo de la red lo conforman los usuarios y dispositivos conectados, que pueden incluir:

- Ordenadores personales, smartphones, tablets, consolas de videojuegos.
- Dispositivos IoT (Internet of Things), como relojes inteligentes, electrodomésticos, sensores.
- Aplicaciones que permiten navegación, comunicación, trabajo colaborativo, entretenimiento, comercio electrónico, entre otros.

6) Gobernanza y Seguridad

Internet cuenta con organismos responsables de su coordinación y regulación:

- ICANN: Administra los nombres de dominio y las direcciones IP.
- IETF y W3C: Desarrollan estándares técnicos de protocolos y tecnología web.
- Organismos nacionales e internacionales: Establecen políticas de ciberseguridad, privacidad y neutralidad de la red.

Introducidos los conceptos que forman la estructura del Internet, a continuación, se expone en los apartados de la estructura de la red donde incide la neutralidad de la red:

Proveedores de Servicios de Internet (ISP)

Los ISP constituyen el principal objeto de regulación en la regulación de la neutralidad de la red. Estos operadores, que actúan como intermediarios entre los usuarios y el resto del ecosistema digital, tienen la capacidad técnica de priorizar, ralentizar o bloquear determinados flujos de datos.

La neutralidad de la red interviene para:

- Impedir prácticas de discriminación en el tráfico de datos.
- Prohibir el bloqueo o la degradación del acceso a aplicaciones, servicios o contenidos específicos.
- Evitar la creación de “carriles rápidos” (fast lanes) para ciertos proveedores de contenido que paguen por un mejor servicio, lo que comprometería la igualdad de condiciones en el acceso a la red.

La neutralidad de la red asegura que los usuarios accedan a todos los contenidos y servicios disponibles en Internet en igualdad de condiciones, sin interferencias impuestas por intereses comerciales de los operadores.

Capa de Red (Nivel IP y Transporte)

En esta capa se gestionan el direccionamiento, el enrutamiento y la transmisión de paquetes de datos. Los mecanismos técnicos que rigen esta capa, como la priorización del tráfico, la gestión de congestión y la calidad del servicio (QoS) pueden ser utilizados de forma legítima o abusiva, según el contexto.

La regulación interviene para:

- Establecer criterios técnicos objetivos y transparentes para la gestión razonables del tráfico.
- Limitar o prohibir la manipulación del flujo de datos basada en criterios comerciales o de contenido.
- Garantizar que todas las aplicaciones y servicios recibían el mismo tratamiento técnico en condiciones normales de red.

Esta intervención promueve un comportamiento neutro en el nivel donde se toman decisiones sobre la ruta y la velocidad con la que viajan los datos.

Capa de Aplicación (Servicios y Plataformas)

Aunque los servicios de la capa de aplicación (como plataformas streaming, redes sociales, aplicaciones de mensajería, etc.) no son directamente regulados por las normas de neutralidad, sí se ven afectados.

La neutralidad de la red interviene para:

- Garantizar que las plataformas tengan igualdad de acceso a los usuarios, sin depender de acuerdos con los ISP.
- Fomentar un entorno competitivo, donde tanto grandes empresas como nuevos emprendimientos puedan ofrecer servicios sin restricciones artificiales.

De este modo, se protege la innovación, se evita el monopolio del tráfico digital por parte de unos pocos actores, y se garantiza que los usuarios puedan elegir libremente qué servicios utilizar.

Gobernanza y Regulación

La neutralidad de la red está respaldada por un marco institucional y normativo establecido por organismos reguladores nacionales e internacionales.

Por lo que interviene en este apartado mediante:

- El establecimiento de leyes, normativas técnicas y principios éticos.
- La supervisión del comportamiento de los ISP y su cumplimiento.
- La imposición de sanciones en caso de infracciones.

FCC (Estados Unidos) y el BEREC (Unión Europea), garantizan el respecto a la neutralidad de la red y la protección de los derechos de los usuarios.

Usuarios Finales

La protección del usuario final es el objetivo de la neutralidad de la red. A través de este principio, se garantiza que todas las personas puedan acceder libremente a los contenidos y servicios disponibles en Internet, sin interferencias arbitrarias por parte de los intermediarios técnicos.

Interviene para:

- Salvaguardar el derecho de los usuarios a la libre elección de contenidos y aplicaciones.
- Asegurar la igualdad de oportunidades de acceso a la información.
- Evitar que se generen brechas digitales basadas en capacidad de pago o acuerdos comerciales.

A continuación, en la Tabla 4.1 se muestra en los elementos donde interviene la neutralidad de la red, la comparativa de aplicar neutralidad de la red y no aplicarla:

Elemento de la estructura	Antes de aplicar NN	Después de aplicar NN
Gestión del tráfico por los ISP	Libre, sin supervisión, propensa a abusos	Regulada y sujeta a justificación técnica
Acceso a contenidos y servicios	Puede estar condicionado por acuerdos comerciales	Libre, sin bloqueos ni priorización indebida

Igualdad entre proveedores de contenido	Desigual, favoreciendo grandes empresas	Equitativa, protección a nuevos actores
Transparencia operativa	Limitada	Reforzada mediante obligaciones legales
Rol del usuario	Pasivo, sujeto a decisiones del ISP	Activo, con derechos garantizados de acceso.

Tabla 4.1 Comparativa Estructural

4.2 Estructura de redes en internet

Internet se define como una “red de redes”, se trata de una infraestructura global que interconecta millones de redes privadas, públicas, académicas y comerciales. Esta red distribuida está formada por diferentes tecnologías de hardware y es mantenida por múltiples entidades, tanto públicas como privadas, que cooperan mediante estándares y protocolos comunes.

El correcto funcionamiento de Internet depende de la coordinación entre distintos elementos técnicos, organizativos y administrativos. A continuación, se presentan los principales componentes que permiten entender la arquitectura general de las redes que la conforman [39]:

Organismos de coordinación internacional

Para garantizar una asignación ordenada de los recursos técnicos, existen entidades encargadas de su gestión a nivel mundial y regional. La IANA (Internet Assigned Number Authority) es responsable de coordinar el sistema global de direcciones IP y otros identificadores críticos, delegando en los Registros Regionales de Internet (RIRs) la distribución de direcciones IP a escala regional.

Estos organismos también identifican los Sistemas Autónomos (AS), es decir, redes operadas por una sola entidad que mantienen políticas de enrutamiento coherentes.

Arquitectura jerárquica de red

La estructura de Internet se basa en una jerarquía lógica y funcional de redes, determinadas principalmente por su robustez y alcance geográfico. Estas redes no están conectadas directamente entre sí, sino que la información suele atravesar varias redes intermedias antes de llegar a su destino. En este proceso intervienen grandes redes troncales, también conocidas como backbones, gestionadas por proveedores de servicio a nivel global (Tier 1), que permiten la interconexión entre continentes mediante enlaces físicos como cables submarinos.

Direccionamiento y enrutamiento

La conectividad entre dispositivos distribuidos se logra mediante un sistema de direccionamiento IP, que asigna una dirección única a cada dispositivo conectado. Este sistema se complementa con protocolos de enrutamiento como el BGP (Border Gateway Protocol), que permite a los distintos Sistemas Autónomos intercambien información sobre rutas de red.

El tráfico entre redes se encamina a través de dispositivos como routers de alto rendimiento, que seleccionan las rutas más eficientes para cada paquete de datos. Además, la conexión entre diferentes redes puede establecerse mediante acuerdos de tránsito (una red paga a otra por transportar su tráfico) o de peering (intercambio de tráfico sin compensación económica entre redes de igual nivel), normalmente gestionados a través de Puntos de Intercambio de Internet (IXPs).

Otro componente esencial es el Sistema de Nombres de Dominio (DNS), que traduce los nombres legibles por humanos (por ejemplo www.upc.es) en direcciones IP comprensibles por los sistemas.

4.2.1 Organizaciones Internacionales y Regionales

La infraestructura técnica y administrativa de Internet requiere de una coordinación global rigurosa para asegurar el correcto funcionamiento de las redes. Este rol lo desempeña la IANA (Internet Assigned Numbers Authority), una entidad internacional responsable de la gestión centralizada de ciertos parámetros clave como direcciones IP, números de sistemas autónomos y otros identificadores técnicos [39].

IANA delega aparte de sus funciones en cinco Registros Regionales de Internet (RIR). Cada uno de estos registros gestiona los recursos de numeración IP en su respectiva región geográfica:

American Registry for Internet Numbers	ARIN	Estados Unidos y Canadá
RIPE Network Coordination Centre	RIPE NCC	Europa, Oriente Medio y Asia Central
Asia-Pacific Network Information Centre	APNIC	Asia y la Región Pacífica
Latin American and Caribbean Internet Address Registry	LACNIC	América Latina y el Caribe
African Network Information Centre	AfriNIC	África

Tabla 4.2. Organismos Regionales [39]

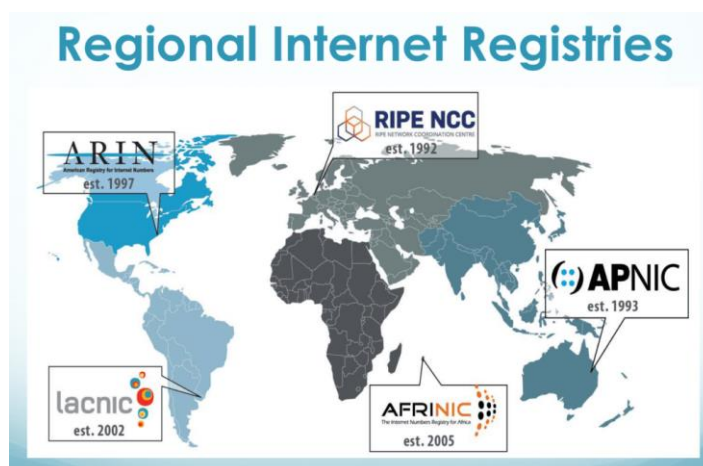


Figura 4.1. Organismos Regionales [39]

Estos organismos regionales (Figura 4.1), bajo la supervisión de la IANA, realizan un registro de las redes y sus recursos que comprende principalmente:

- Asignación de direcciones IP públicas:** Los RIR son responsables de la distribución de direcciones IP públicas, que asignan a proveedores de servicios de Internet (ISP), entidades académicas, gubernamentales y otras organizaciones. A su vez, estos operadores redistribuyen las direcciones a los usuarios finales. Este sistema garantiza una asignación ordenada y evita conflictos en el espacio de direccionamiento global.
- Asignación de números de Sistema Autónomo (ASN):** Cada AS recibe un número único (ASN), el cual permite su identificación en el protocolo BGP (Border Gateway Protocol), utilizado para el intercambio de rutas entre redes. Estos sistemas autónomos son la base de la estructura jerárquica de enrutamiento de Internet.
- Gestión del sistema de nombres de dominio (DNS):** colaboran en el mantenimiento de los servidores raíz que forman la base del DNS global. También participan en la

definición y control de ciertos parámetros técnicos relacionados con los protocolos de Internet, en coordinación con la comunidad técnica y organismos como la IETF.

4.2.1.1 Sistemas Autónomos (ASN)

En la arquitectura de Internet, los Sistemas Autónomos (AS) representan una unidad clave de organización y control del tráfico de red. Un Sistema Autónomo es un conjunto de redes IP que opera bajo una única autoridad administrativa y técnica, capaz de definir sus propias políticas de enrutamiento hacia y desde otras redes. Estas entidades pueden ser proveedores de servicios de Internet (ISP), universidades, organismos públicos, grandes corporaciones tecnológicas como Google o Amazon, empresas de alojamiento web, o cualquier organización con la capacidad técnica y operativa para gestionar su infraestructura de red de forma independiente.

Cada Sistema Autónomo está identificado por un número único, denominado ASN (Autonomous System Number), asignado por los Registros Regionales de Internet (RIR) bajo la supervisión de la IANA. Inicialmente, los ASN se codificaban utilizando 16 bits, lo que permitía un máximo de 65.536 asignaciones. Sin embargo, el crecimiento exponencial del número de redes en Internet forzó la ampliación del espacio de numeración a 32 bits, permitiendo así una expansión mucho mayor de sistemas autónomos en todo el mundo. [39]

En términos técnicos, un AS puede considerarse como una “isla lógica” compuesta por múltiples redes internas interconectadas, identificadas por rangos de direcciones IP públicas. Estas redes se comunican entre sí y con el exterior a través de routers de alto rendimiento y enlaces físicos, como cables de fibra óptica. La comunicación entre diferentes Sistemas Autónomos no se realiza de forma directa, sino que depende de una infraestructura de encaminamiento basada en el Border Gateway Protocol (BGP), el protocolo de puerta de enlace que permite intercambiar información de rutas entre los distintos AS del mundo. El BGP utiliza tablas dinámicas de enrutamiento que se actualizan constantemente y que permiten determinar la mejor ruta para que un paquete de datos llegue desde su origen hasta su destino, incluso si debe pasar por varios AS intermedios (Figura 4.2).

Por ejemplo, cuando un usuario conectado a Internet mediante un proveedor como Movistar o Orange en España accede a una página web alojada en un servidor extranjero, su solicitud no viaja de forma directa desde su red local al destino. En cambio, atraviesa diversos Sistemas Autónomos interconectados, que colaboran mediante BGP para encontrar la ruta más eficiente. Cada uno de estos AS, por su parte, gestiona internamente sus múltiples redes, asegurando la conectividad tanto interna como con otros operadores globales.

La complejidad y magnitud de muchos Sistemas Autónomos, especialmente los pertenecientes a grandes ISP o multinacionales, requiere de estructuras técnicas robustas, incluyendo centros de datos, infraestructura redundante, sistemas de monitoreo de tráfico, y personal altamente especializado. Este modelo descentralizado pero coordinado, basado en ASN y en BGP, constituye uno de los pilares técnicos que permite que Internet sea una red global, resiliente y escalable [39].

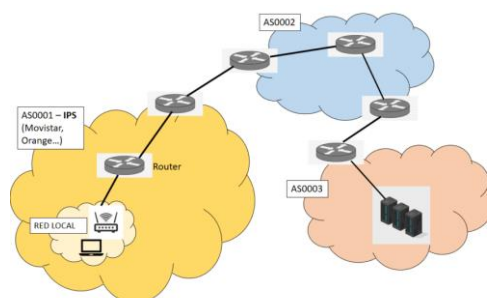


Figura 4.2. Ejemplo trazado de ruta entre ASN [39]

Tipos de redes – Operadores en Internet

Las redes que componen la estructura de Internet, además de estar registradas por la IANA y los Registros Regionales de Internet (RIRs), también pueden clasificarse según su posición jerárquica. Esta clasificación se basa en el alcance geográfico de su infraestructura tecnológica y en el tipo de relación que mantienen con otras redes. En esencia, algunas redes actúan como intermediarias que facilitan el tránsito de datos entre redes de menor tamaño o que no están conectadas directamente, mientras que otras se dedican principalmente a ofrecer servicios comerciales de acceso a Internet para usuarios finales, ya sean particulares o empresas. Bajo este enfoque, las redes de Internet se agrupan en categorías conocidas como niveles TIER:

Clasificación	Descripción	Ejemplos
TIER 1	Son redes que pertenecen a grandes operadores que poseen tendidos de cables de fibra óptica por al menos dos continentes. Es una condición necesaria que todas las redes TIER 1 estén interconectadas entre sí, haciendo efectivo poder acceder a cualquier red de internet desde cualquier parte del mundo. Son la raíz y parte fundamental del tránsito de datos por Internet, sino el resto de las redes no podrían comunicarse.	<ul style="list-style-type: none"> • OL Transit Data Network • Verizon • NTT Communications • Telefonica International • Wholesale Services
TIER 2	Son grandes operadoras, pero de ámbito más restringido (no pueden alcanzar todas las redes de Internet) que las TIER 1 y ejercen de mediación en la comunicación y tránsito de datos entre las TIER 1 y las TIER 3.	<ul style="list-style-type: none"> • Cable&Wireless • British Telecom • Singapore • Telecommunications Limited
TIER 3	Pertenecen a diferentes actores con capacidad de operar a nivel nacional normalmente, entre los que hay algunos entes de carácter público (universidades y algunos órganos), empresas de servicios de alojamiento web o correo electrónico, corporaciones tecnológicas y sobretodo los Proveedores de Servicios de Internet (IPS) que a través de sus redes ofrecen acceso a Internet a particulares y otras empresas, asignándoles las IP Pública que disponen y de routers que realizan la conexión a la red principal de la IPS.	<ul style="list-style-type: none"> • Movistar • Vodafone • Orange • Ono

Tabla 4.3. Clasificación de TIER [39]

Las redes clasificadas en distintos niveles TIER establecen entre sí diversos tipos de interconexión que permiten garantizar el acceso a servicios ubicados en cualquier parte del mundo. Estas conexiones hacen posible que, por ejemplo, un usuario pueda acceder a un servidor web alojado en un país distante, aunque no exista una conexión directa entre ambos. Para lograrlo, la comunicación ente el cliente y el servidor se realiza mediante una serie de saltos a través de múltiples redes intermedias, gestionadas y coordinadas por protocolos específicos de enrutamiento.

Cabe destacar que están interconexiones no se producen de forma espontánea, sino que dependen de acuerdos comerciales y técnicos entre los distintos operadores de red, los cuales se encuentran jerárquicamente organizados según su capacidad y cobertura. Estos acuerdos, supervisados en última instancia por organismos como la IANA y los RIRs, permiten mantener operativa la infraestructura global de Internet. No obstante, esta cooperación conlleva intereses económicos significativos, cuyos costes son asumidos, directa o indirectamente, por los usuarios finales para sostener la continuidad y escalabilidad del sistema.

En la Figura 4.3 se puede ver como una solicitud realizada por un usuario a través de su proveedor de Internet (ISP) atraviesa múltiples redes (representadas en rojo) hasta alcanzar el servidor de destino, que pertenece a una red distinta.

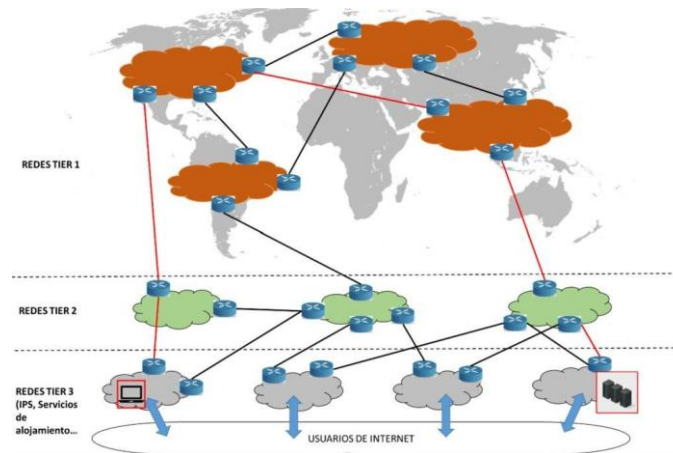


Figura 4.3. Trazado de ruta en sistema TIER [39]

4.2.2 Métodos de interconexión de redes

La interconexión de redes constituye un elemento esencial para el funcionamiento eficiente de Internet. A través de diversos métodos técnicos y acuerdos comerciales, redes administradas por distintos operadores se conectan para intercambiar tráfico de datos. Esta conectividad determina no solo el alcance de los servicios ofrecidos por cada autor, sino también la eficacia del tráfico, los costes operativos y la calidad de experiencia del usuario final. Entre los mecanismos más relevantes de interconexión se encuentran el peering, el tránsito IP, los puntos de intercambio de Internet (IXP) y las redes de distribución de contenido (CDN) [39]:

Peering

El peering es un acuerdo entre dos redes para intercambiar tráfico directamente, sin intermediarios ni costes financieros asociados, bajo el principio de reciprocidad. En un método habitual entre redes de tamaño similar o con volúmenes de tráfico equivalentes, cuyo objetivo es optimizar la eficacia y reducir los costes derivados del tránsito por terceros.

Se distinguen dos modalidades principales de peering:

- **Peering público:** se realiza a través de un punto de intercambio de Internet (IXP), donde múltiples operadores conectan sus sistemas autónomos (AS) a un conmutador compartido. Este modelo facilita la conexión con muchas redes a través de una sola infraestructura compartida.
- **Peering privado:** implica una conexión directa y dedicada entre dos redes, normalmente establecida cuando el volumen de tráfico entre ambas justifica el coste de la infraestructura privada.

Tránsito IP

El tránsito IP es un servicio comercial mediante el cual una red (el cliente) paga a otra red (el proveedor de tránsito) por el acceso a toda la tabla de enrutamiento global, permitiéndole enviar y recibir tráfico hacia cualquier parte de Internet.

A diferencia del peering, el tránsito representa una relación asimétrica, donde el proveedor garantiza conectividad global. Este método es especialmente útil para redes pequeñas o emergentes, que aún no poseen una infraestructura ni acuerdos suficientes para acceder directamente a todas las redes relevantes.

El tránsito suele estar regulado por contratos que definen niveles de servicio (SLA), capacidad de ancho de banda y tarifas según el volumen de tráfico.

Puntos de Intercambio de Internet (IXP/INX)

Un Internet Exchange Point (IXP), también denominado Internet Network Exchange (INX), es una infraestructura física que facilita el intercambio de tráfico entre múltiples redes a través de acuerdos de peering público. Su principal finalidad es permitir que los operadores conectados puedan intercambiar tráfico local de manera más eficiente, sin necesidad de redirigirlo por rutas internacionales o por redes de tránsito.

Los IXP aportan beneficios clave como:

- Reducción de costes de tránsito
- Mejora en la latencia y la velocidad de conexión
- Optimización del enrutamiento regional
- Estabilidad y redundancia en la infraestructura local del Internet

Algunos ejemplos destacados de IXP a nivel internacional incluyen DE-CIX (Alemania), AMS-IX (Países Bajos) y LINX (Reino Unido). En España, destaca ESPANIX, ubicado en Madrid, que conecta a múltiples operadores nacionales e internacionales. [39]

A continuación, en la Figura 4.4 se muestra cómo se interconectan las redes en internet mediante los tres métodos descritos anteriormente: peering, tránsito IP e IXP:

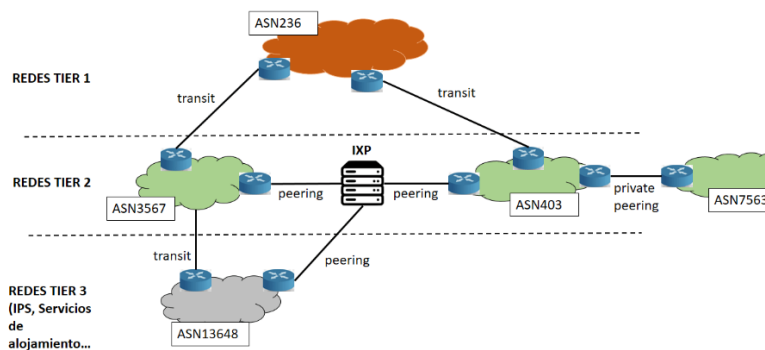


Figura 4.4. Ejemplo conexiones peering, tránsito y IXP [39]

Redes de Distribución de Contenido (CDN)

Las Content Delivery Networks (CDNs) son infraestructuras distribuidas geográficamente que permiten almacenar copias de contenido (como videos, imágenes, software o páginas web) cerca del usuario final. [40]

Aunque no constituyen un método de interconexión en el sentido tradicional, desempeñan un papel clave en la optimización del tráfico y en la mejora del rendimiento de la red.

Las CDNs establecen puntos de presencia (PoPs) en diversas ubicaciones estratégicas, a menudo dentro de IXP o en acuerdos de peering directo con los ISP, para servir contenido desde servidores más cercanos al usuario, lo que reduce significativamente la latencia y el consumo de ancho de banda de las redes troncales.

Entre los principales proveedores de CDN destacan Akamai, Cloudflare, Google Cloud CDN y Amazon CloudFront.

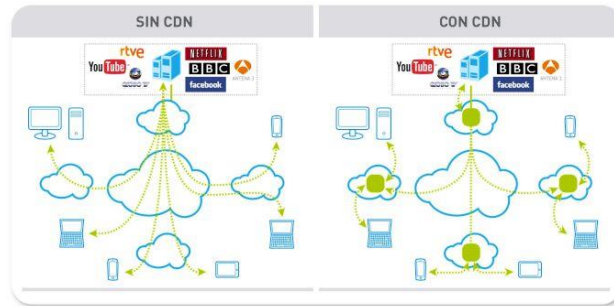


Figura 4.5. Ejemplo tráfico con CDN y sin CDN [40]

En la Figura 4.5 se ilustra de forma comparativa cómo fluye el contenido desde los servidores a los usuarios finales:

Sin CDN: todo el tráfico va directamente desde el servidor de origen hacia cada usuario final, sin importar su ubicación geográfica. Esto genera una gran carga sobre el servidor principal y puede provocar latencias elevadas, especialmente para usuarios alejados geográficamente.

Con CDN: el contenido está replicado en múltiples servidores distribuidos por el mundo. Cuando un usuario solicita contenido, lo recibe desde el nodo más cercano a su ubicación. Esto reduce la latencia, descongestiona el servidor de origen y mejora la experiencia de usuario.

El CDN actúa como una red intermedia que optimiza el tráfico, aliviando la carga del servidor central y mejorando la eficiencia en la entrega de contenidos.

4.3 Arquitectura inicial y arquitectura actual de la red

La arquitectura de Internet ha evolucionado significativamente desde sus inicios. Mientras que en sus inicios se diseñó como un sistema descentralizado, simétrico y jerárquico, en la actualidad se ha transformado en una red altamente centralizada, con un número reducido de actores que concentran la mayoría del tráfico y el control en las infraestructuras de distribución de contenidos. Esta transformación no es solo tecnológica, sino también económica y política, con implicaciones profundas en el debate sobre la neutralidad de la red y la sostenibilidad del ecosistema digital. [41]

Durante las primeras décadas de desarrollo de Internet, su estructura respondía a una arquitectura jerárquica de tres niveles: redes de nivel 1 (Tier1), redes de nivel 2 (Tier 2) y redes de acceso o nivel 3 (Tier 3). Las redes de nivel 1 proporcionaban conectividad global y formaban el núcleo del “backbone” de Internet, mientras que las de nivel 2 ofrecían conectividad regional y las del nivel 3 se encargaban de proporcionar acceso a los usuarios finales. [41]

En la etapa inicial de Internet, los proveedores de aplicaciones y contenidos y los usuarios se conectaban a un operador que les proporcionaba el servicio de acceso a Internet, y que se encargaba de la conexión a un operador de nivel superior para lograr el tránsito a la Internet global.

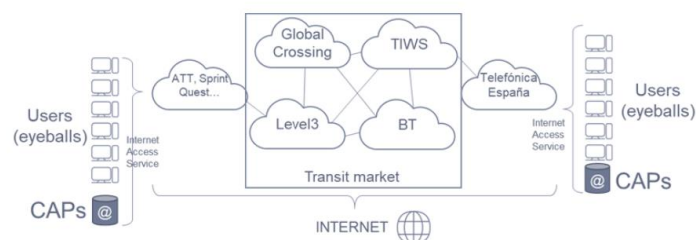


Figura 4.6. Arquitectura inicial de la red [41]

Como se observa en la Figura 4.6, la interconexión entre las diferentes redes que configuran Internet se realizaba utilizando dos servicios diferentes. Cuando una red de un nivel inferior se conecta a una red de un nivel superior, paga por el denominado servicio de tránsito. Este servicio permite que un usuario de esta red puede alcanzar cualquier destino, o acceder a cualquier contenido, alojado en cualquier red conectada a Internet. Las redes del mismo nivel también podían interconectarse directamente mediante los acuerdos de *peering* (interconexión entre iguales). Al interconectar directamente dos redes, se evita el uso del servicio de tránsito. Estos acuerdos daban acceso directo a los usuarios y contenidos de las dos redes que se interconectan, pero no proporcionaban visibilidad de los usuarios y contenidos de otras redes. [41]

Este modelo asumía una simetría tanto en la generación como en el transporte del tráfico, lo que justificaba el equilibrio económico entre las partes interconectadas. La neutralidad de la red se veía reforzada por la arquitectura misma del sistema, al no existir intermediarios que pudieran discriminar el acceso a los intermediarios que pudieran discriminar el acceso a los contenidos o servicios.

La creciente demanda de contenido multimedia, especialmente de vídeo en streaming y servicios en la nube, ha provocado una transformación estructural de la arquitectura del Internet. Actualmente, el tráfico se encuentra fuertemente concentrado en un número reducido de grandes plataformas tecnológicas (conocidas como *hyperscalers*), como Google, Meta, Amazon o Netflix, que generan más del 50% del tráfico mundial en las redes fijas. Como se puede observar en la Figura 4.7. [36]

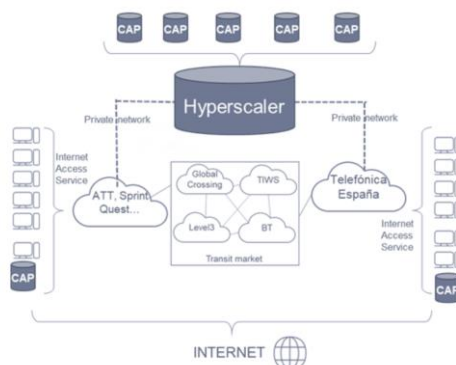


Figura 4.7. Arquitectura actual de la red [41]

Este cambio ha conllevado una progresiva “aplanación” de la red, en la que los niveles jerárquicos tradicionales pierden relevancia frente a una arquitectura dominada por interconexiones directas entre generadores de contenido y redes de acceso. En este nuevo modelo:

- Los *hyperscalers* han desplegado sus propias redes privadas globales, que incluyen cables submarinos, infraestructuras de tránsito y sistemas de entrega de contenido (CDNs).
- Estas plataformas negocian acuerdos de *peering* con operadores locales, pero bajo condiciones asimétricas, dado que el tráfico es casi unidireccional: de los *hyperscalers* hacia los usuarios finales.
- Las redes tradicionales de nivel 1 y 2 han visto reducido su papel como intermediarios en el tránsito IP, siendo en muchos casos de eliminación de intermediarios por la infraestructura privada de los generadores de contenido.

La arquitectura actual de Internet representada en la Figura 4.7 ha evolucionado hacia una estructura profundamente asimétrica, en la que un reducido número de grandes plataformas tecnológicas, los denominados *hyperscalers*, concentran la mayor parte del tráfico global. Estas

compañías, como Netflix, YouTube, Meta, Amazon o TikTok, han creado redes propias basadas en infraestructuras de *cloud computing* y CDNs (Content Delivery Networks), permitiéndoles entregar su contenido directamente a los usuarios finales, eludiendo en muchos casos la jerarquía tradicional de Internet y los mecanismos clásicos de interconexión [41].

Este nuevo paradigma genera desequilibrios estructurales y económicos significativos. Aunque los hyperscalers actúan de facto como operadores de red, al negociar acuerdos de *peering* en condiciones privilegiadas, sin pagar por el tránsito ni contribuir al mantenimiento de las redes de acceso, no están sujetos a las mismas obligaciones regulatorias que los operadores de telecomunicaciones. Esta posición dominante les otorga un poder de negociación desproporcionado, consolidando un modelo en el que la mayoría del valor generado en el ecosistema digital queda capturado por quienes generan el tráfico, mientras que los costes de infraestructura siguen recayendo casi exclusivamente sobre los operadores.

Este desequilibrio tiene implicaciones directas sobre la neutralidad de la red. Si bien el principio prohíbe en teoría cualquier forma de discriminación del tráfico por origen, destino o tipo de servicio, la presión financiera sobre los operadores podría generar incentivos para aplicar políticas de gestión diferenciada o establecer acuerdos preferenciales con ciertos generadores de contenido. En este sentido, la neutralidad de la red se ve debilitada por una arquitectura técnica y económica que no contempla mecanismos efectivos de redistribución.

La sostenibilidad del modelo actual se ve, por tanto, profundamente cuestionada. La transformación de la arquitectura de Internet exige replantear el marco normativo, reconociendo el papel híbrido de los hyperscalers como proveedores de servicios y actores fundamentales de la conectividad. En este contexto, han cobrado fuerza las propuestas que abogan por un mecanismo de *fair share* o “contribución justa”, orientado a equilibrar la carga económica entre quienes generan el tráfico y quienes deben transportarlo y mantener la infraestructura [41].

5 Cadena de valor del Internet

La cadena de valor de Internet permite visualizar cómo diferentes actores intervienen en el funcionamiento y prestación de servicios digitales, desde la infraestructura física hasta la entrega de contenidos al usuario final. Este enfoque resulta especialmente útil para entender cómo se distribuyen actualmente los beneficios y las responsabilidades dentro del ecosistema digital.

En este capítulo se describe el papel que desempeñan cada uno de los agentes implicados, operadores de red, proveedores de contenidos, plataformas, puntos de intercambio, entre otros, así como su relación funcional y económica. Comprender esta cadena de valor es fundamental para analizar de forma crítica el origen de las tensiones actuales entre operadores de telecomunicaciones y grandes generadores de tráfico, y sirve como base introductoria para abordar el debate sobre la sostenibilidad del modelo actual y la propuesta de una “contribución justa” o fair share.

5.1 Cadena de valor del Internet

Internet no es únicamente una red de redes, sino un ecosistema económico y tecnológico en el que múltiples actores interactúan para ofrecer valor a los usuarios finales. Según el modelo propuesto por la Cátedra CMT-UPC (2011), la cadena de valor de Internet se divide en cinco bloques, que reflejan tanto las funciones técnicas como los modelos de negocio que sustentan el funcionamiento de la red [42].

Esta clasificación no es estática: debido al carácter innovador y cambiante del entorno digital, los roles y fronteras entre actores evolucionan constantemente, dando lugar a nuevos modelos comerciales, integraciones verticales y conflictos por el control del valor generado:

Derechos de contenidos: Este bloque lo integran los propietarios intelectuales del contenido: productoras audiovisuales, discográficas, editoriales, emisoras de televisión, estudios de videojuegos, medios de comunicación, etc. Su objetivo es preservar, monetizar y expandir el valor de sus creaciones, ya sea mediante licencias, suscripciones, distribución directa o acuerdos con plataformas digitales.

Aunque su poder fue dominante en la era analógica, en el entorno digital han perdido parte del control directo sobre la distribución, quedando muchas veces subordinados a las plataformas (por ejemplo, Netflix o Spotify distribuyendo contenido de terceros bajo sus propias condiciones).

Servicios online: Aquí se incluyen las plataformas digitales y aplicaciones web que prestan servicios sobre Internet: motores de búsqueda (Google), redes sociales (Meta), plataformas de vídeo (YouTube, TikTok), comercio electrónico (Amazon), servicios financieros, mensajería, etc.

Su modelo de negocio suele basarse en ofrecer servicios gratuitos para el usuario final, monetizando a través de:

- Publicidad digital (modelo dominante, basado en datos personales).
- Suscripciones freemium o premium.
- Comisiones por transacción o marketplaces.

Estos actores son hoy los principales generadores de tráfico en la red, y ocupan posiciones dominantes en la cadena de valor por su capacidad de captura económica.

Habilitación de servicio: Este bloque agrupa a los proveedores de infraestructura y soporte necesarios para que los servicios online funcionen. Incluye:

- Servicios de alojamiento web y cloud computing (ej.: Amazon Web Services, Microsoft Azure).
- Redes de distribución de contenido (CDNs) como Akamai o Cloudflare.
- Plataformas de pagos online, certificación digital y seguridad (como PayPal o Stripe).
- Agencias y tecnologías de publicidad programática.

Su valor radica en la innovación técnica y la eficiencia, permitiendo escalar servicios digitales globales, reducir costes y mejorar la calidad de experiencia.

Conectividad: Este bloque está compuesto por todos los actores responsables del transporte físico y lógico de los datos a través de Internet:

- Operadores de red troncales (Tier-1), que forman el núcleo de Internet.
- ISPs mayoristas y minoristas, como Telefónica, Vodafone u Orange.
- Puntos de intercambio de tráfico (IXPs) y acuerdos de peering/transito.

Es un mercado caracterizado por su dinamismo competitivo y por el constante aumento de la demanda de capacidad. Aunque invierten intensamente en infraestructuras, suelen tener márgenes más ajustados que otros bloques de la cadena, lo que ha motivado el debate sobre la necesidad de redistribuir el valor económico generado (*fair share*).

Usuario: El último eslabón corresponde a los usuarios finales, tanto en su dimensión de hardware como de software:

- En el plano físico: ordenadores, smartphones, tablets, consolas, routers, televisores inteligentes, etc.
- En el plano lógico: navegadores, apps, sistemas operativos, antivirus, VPNs, etc.

Los usuarios no solo consumen contenido, sino que también generan valor indirecto a través de sus datos, interacciones y decisiones de consumo. El desarrollo de dispositivos cada vez más versátiles y aplicaciones más integradas ha sido clave en la expansión de Internet como fenómeno global.

A continuación, en la Figura 5.1 se ve como se estructuran los conceptos explicados en los párrafos anteriores:



Figura 5.1. Elementos en la cadena de valor de Internet [42]

La estructura de la cadena de valor de Internet revela una asimetría creciente entre los distintos actores que forman parte del ecosistema digital. Esta asimetría ha motivado un debate político, económico y normativo centrado en cómo debe distribuirse el valor generado por Internet, quién debe financiar la infraestructura y qué reglas deben regir el tráfico de datos.

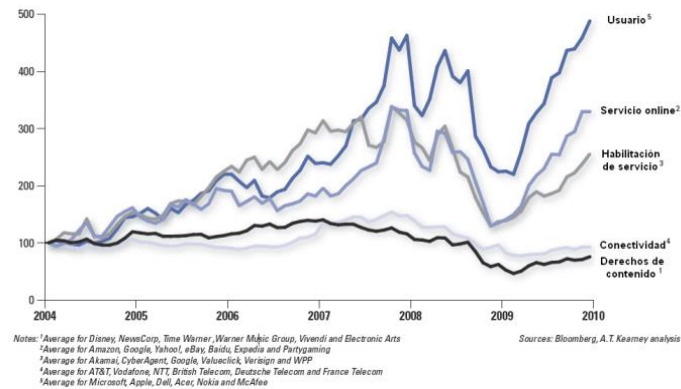


Figura 5.2. Evolución por sectores del mercado de Internet [42]

Como se puede observar, en la Figura 5.2, el crecimiento en los sectores de servicios online y de habilitación de servicios supera notablemente al de conectividad.

El modelo actual permite que los grandes proveedores de contenido y servicios online (CAPs), como Google, Meta, Amazon, Netflix o TikTok, concentren una parte significativa del tráfico global y, al mismo tiempo, moneticen a los usuarios finales sin contribuir directamente a la financiación de la infraestructura de red. Mientras tanto, los operadores de telecomunicaciones (ISPs) soportan el coste creciente de desplegar, mantener y ampliar las redes (5G, fibra, centros de datos, IXPs), pero no pueden cobrar a los CAPs por el tráfico que estos generan debido a los principios de la neutralidad de la red.

Este desajuste económico es el origen del concepto de *fair share*, que se va a explicar en el próximo capítulo, impulsado especialmente por los operadores europeos, que reclaman una contribución obligatoria por parte de los grandes generadores de tráfico para garantizar la sostenibilidad de la infraestructura digital.

6 Un debate sobre la Sostenibilidad de las Redes

En los últimos años, el crecimiento exponencial del tráfico en Internet ha intensificado las tensiones entre los operadores de telecomunicaciones y los grandes generadores de contenido (GGT), como plataformas de streaming, redes sociales o servicios en la nube. Este desequilibrio ha reabierto el debate sobre la sostenibilidad económica de las infraestructuras digitales y ha dado lugar a la propuesta de una “contribución justa” o *fair share*, mediante la cual los GGT contribuirían económicamente al coste del despliegue y mantenimiento de redes.

Este capítulo analiza en profundidad los argumentos a favor y en contra de esta propuesta, el contexto regulatorio en el que se enmarca, y las posiciones de los distintos actores implicados (operadoras, instituciones europeas, plataformas digitales y organismos reguladores). También se examina si el modelo actual permite alcanzar los objetivos establecidos para la Década Digital 2030 en términos de conectividad y desarrollo tecnológico.

A través de este análisis, se busca evaluar si el reparto de responsabilidades y costes en el ecosistema digital es justo, eficiente y compatible con el principio de neutralidad de la red.

6.1 Una contribución justa para la sostenibilidad de las redes

El debate en torno al “*fair share*” o “*contribución justa*” para la sostenibilidad de las redes de telecomunicaciones se ha presentado como uno de los puntos más controversiales y cruciales en el ámbito de las políticas digitales europeas. Este debate tiene su origen en una problemática estructural del ecosistema digital actual, que se ha intensificado ante los objetivos planteados por la Unión Europea para la Década Digital de Europa 2030. Entre dichos objetivos se encuentran el despliegue universal de redes gigabit, la cobertura total de 5G en todas las zonas pobladas del continente y la implementación de al menos 10000 nodos Edge para respaldar servicios digitales avanzados [43] [44].

El concepto de *fair share* se sitúa así en el epicentro del debate regulatorio, y se propone como una respuesta estructural ante las asimetrías económicas del ecosistema digital. Estas metas, si bien necesarias para garantizar la competitividad tecnológica de Europa, implican un esfuerzo inversor alto: se estima que la inversión necesaria en conectividad fija (FTTP) y móvil (5G) supera los 148 000 millones de euros, cifra que podría alcanzar más de 200 000 millones de euros si se incluyen los costos asociados a nodos edge y a desequilibrios sectoriales [45].

Este desfase económico obliga a que las operaciones de red recaigan casi en exclusiva en los operadores de telecomunicaciones, quienes deben modernizar y ampliar sus infraestructuras sin recibir una compensación proporcional por parte de los actores que más se benefician de ellas: los grandes generadores del tráfico (GGT), como Netflix, Meta, Google, Amazon o TikTok. De hecho, estas plataformas representan más del 57 % del tráfico total de datos en las redes europeas [36], lo que intensifica la presión sobre unas infraestructuras financiadas principalmente por operadores que no ven reflejado este uso intensivo en sus ingresos. Consulte la Figura 6.2 para ver el detalle.

En este contexto, la propuesta del *fair share* se plantea como un nuevo modelo económico que busca que los GGT asuman una parte proporcional del coste de mantenimiento y expansión de las infraestructuras digitales. Esta contribución no solo se concibe como un acto de justicia económica, sino también como una condición imprescindible para garantizar la sostenibilidad financiera de las redes europeas en el largo plazo. Los defensores de esta medida argumentan que, sin una participación directa de los GGT en la financiación del ecosistema digital, será inviable cumplir los objetivos estratégicos de conectividad establecidos para 2030 [34].

6.1.1 El modelo de negocio unilateral y su impacto en la sostenibilidad de las redes

La arquitectura del actual mercado digital presenta una estructura de ingresos profundamente asimétrica. Mientras los operadores de telecomunicaciones solo perciben ingresos desde el lado del consumidor final, mediante tarifas de acceso, abonos móviles o fijos, los grandes proveedores de contenidos (GGT) operan en mercados bilaterales, obteniendo ingresos tanto de usuarios (a través de suscripciones o la monetización de sus datos personales) como de anunciantes o terceros que acceden a sus plataformas. Esta situación ha dado lugar a una creciente desigualdad en la cadena de valor de Internet.

Según datos de GSMA y Kearney, los operadores de telecomunicaciones apenas captan un 15% del total de los ingresos generados en el sistema digital, mientras que los proveedores de servicios online se reparten más del 60% de dicha renta [46]. Esta disparidad se agrava por el hecho de que los operadores europeos generan el 100% de sus ingresos desde el lado del usuario final, mientras que los GGT explotan un modelo bilateral basado tanto en pagos de usuarios como en ingresos por publicidad [34].

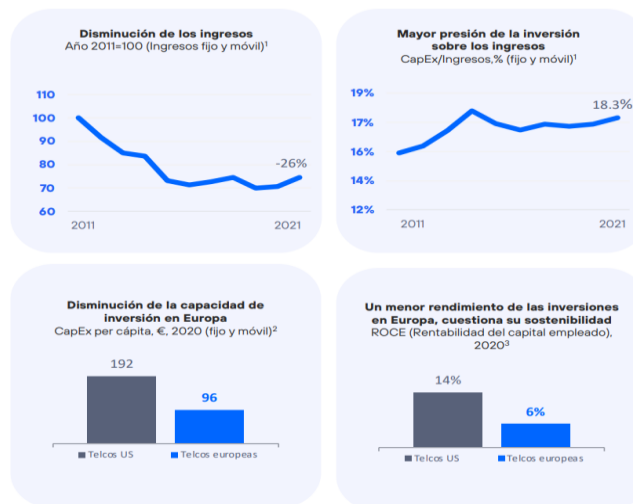


Figura 6.1. La situación financiera del sector europeo de las telecomunicaciones [34]

En la Figura 6.1, se puede observar cómo el sector de las telecomunicaciones en Europa se enfrenta a una situación financiera cada vez más insostenible. Mientras que el tráfico de datos no deja de crecer de forma exponencial, impulsado en gran parte por las plataformas de contenido, los ingresos por usuario no han seguido el mismo ritmo. Esta brecha ha generado una presión creciente sobre los operadores, que deben afrontar elevadas inversiones en la infraestructura para cumplir con los objetivos digitales europeos para 2030. A su vez, Europa invierte menos por habitante en redes que otras regiones como EE. UU, lo que amenaza con agravar aún más el desequilibrio.

Asimismo, solo seis grandes plataformas digitales, incluyendo Netflix, Meta, Google, Amazon, Apple y Microsoft, son responsables de más del 57% del tráfico global en las redes europeas. Dicho tráfico proviene en un 70% de contenidos como vídeo, redes sociales y videojuegos online, lo que refleja una alta concentración del consumo de ancho de banda en manos de unos pocos agentes como se observa en la Figura 6.2 [34].

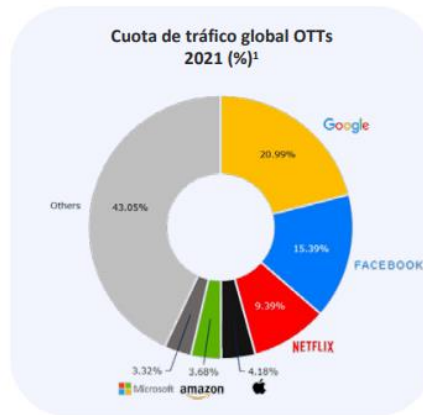


Figura 6.2. Cuota de tráfico global OTTs 2021 [34]

Esta concentración de valor y tráfico obliga a los operadores a realizar inversiones millonarias para mantener y expandir sus infraestructuras de red, garantizando así la calidad del servicio. Sin embargo, los generadores de ese tráfico no asumen ningún coste relacionado con el uso intensivo de la red. Según el informe de Frontier Economics, [47], se estima que los operadores europeos soportan entre 36.000 y 40.000 millones de euros anuales en costes derivados únicamente del tráfico generado por los GGT, una cifra que compromete su viabilidad financiera a medio plazo.

Además, este impacto económico se produce en un contexto de estancamiento de ingresos para las operadoras. Entre 2011 y 2022, sus ingresos han decrecido a un ritmo medio del -3 % anual, según la tasa de crecimiento anual compuesta (*Compound Annual Growth Rate, CAGR*), que permite estimar la evolución promedio de una variable a lo largo del tiempo considerando un efecto acumulado. Al mismo tiempo, el ingreso medio por usuario (*Average Revenue Per User, ARPU*) en los servicios de banda ancha fija en Europa se sitúa en apenas 21,8 €/mes, frente a los 50,6 €/mes registrados en Estados Unidos, como se observa en la Figura 6.3 [46].



Figura 6.3. Evidencia de desequilibrio económico en el ecosistema digital [34]

En la Figura 6.3, se observa una creciente desvinculación entre el volumen de tráfico gestionado por las redes de telecomunicaciones y los ingresos que obtienen los operadores. Mientras que el tráfico de datos crece exponencialmente año tras año, los ingresos de las operadoras permanecen estancados o incluso decrecen, lo que pone en evidencia la falta de sostenibilidad del modelo actual.

Esta brecha refleja un entorno comercial restrictivo que, sumando a políticas regulatorias enfocadas en mantener bajos los precios para el consumidor final, ha erosionado los márgenes de beneficio del sector.

Como consecuencia, muchas operadoras europeas operan actualmente con retornos financieros por debajo del coste capital, lo que representa una amenaza crítica para la sostenibilidad del modelo de negocio actual sin reformas estructurales o nuevos mecanismos de contribución por parte de los agentes que más tráfico generan.

6.1.2 ¿Pueden las operadoras de telecomunicaciones llegar a los objetivos definidos para la Década Digital de 2030?

El programa de la Década Digital de Europa para 2030 establece metas cuantificables en materia de conectividad: cobertura 5G en todas las áreas pobladas, acceso universal a redes gigabit y la instalación de al menos 10 000 nodos Edge distribuidos por todo el territorio europeo [44]. Estas metas, si bien alienadas con la digitalización plena del continente, suponen un reto económico y operativo sin precedentes para las operadoras de telecomunicaciones.

Las cifras oficiales ya evidencian esta tensión estructural. Según el Informe de ETNO [48], la inversión actual conjunta de los operadores europeos en redes FTTH (fibra hasta el hogar) y 5G fue de aproximadamente 59 100 millones de euros en 2023, como se observa en la Figura 6.4, marcando un crecimiento sostenido respecto a ejercicios anteriores:

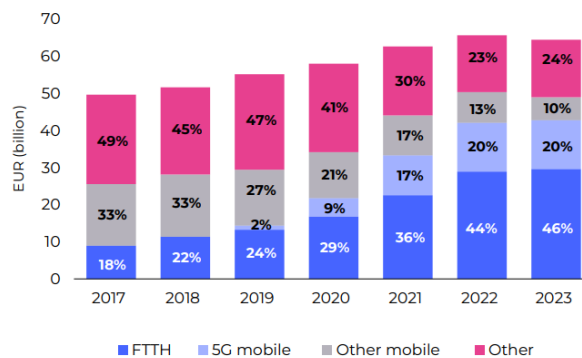


Figura 6.4. European telecom capex, FTTH, 5G, 4G and other, 2017-2023 [48]

A pesar de esta tendencia al alza, el volumen acumulado dista aún del umbral estimado por la Comisión Europea para alcanzar los objetivos del decenio: entre 174 000 y 200 000 millones de euros adicionales hasta 2030 [44], como se menciona en apartados anteriores. En términos anuales, esto se traduce en una necesidad de inversión adicional de entre 25 000 y 29 000 millones de euros al año hasta 2030, a fin de cumplir con los objetivos de conectividad establecidos por la Comisión Europea [44].

Esta brecha se agrava si se consideran no solo los costes de despliegue físico, sino también los asociados al mantenimiento de la red, a la adaptación energética, a la resiliencia cibernética y a la integración de nodos Edge. La fragmentación del mercado europeo y los bajos retornos financieros limitan la capacidad de las operadoras a asumir de forma exclusiva este esfuerzo.

Como se refleja en informes sectoriales, State of Digital Communications 2023, [49], de ETNO, muchas operadoras europeas enfrentan un entorno financiero adverso en el que el rendimiento sobre el capital empleado (ROCE) ha caído significativamente en los últimos años, situándose en un 5,8% en 2022, por debajo del coste medio del capital estimado (WACC), lo que compromete su sostenibilidad financiera a largo plazo. Esta situación limita no solo la capacidad de las operadoras para reinvertir beneficios, sino también su atractivo para captar inversión privada, ya que los retornos obtenidos no compensan los riesgos asumidos por los inversores. La Figura 6.5, ilustra claramente esta tendencia descendente del ROCE frente a un coste de

capital relativamente estable (WACC). Si el ROCE es menor que el WACC, significa que las operadoras no están recuperando el coste de la inversión realizada. Esto puede reflejar que las inversiones en despliegue o mantenimiento de redes no son suficientemente rentables en el corto o medio plazo.

Este desequilibrio evidencia que, aunque las operadoras mantienen un esfuerzo inversor notable, los márgenes de rentabilidad no acompañan, generando una presión financiera estructural que justifica la demanda de nuevos modelos de reparto de costes, como el que se plantea en el debate de *fair share*.

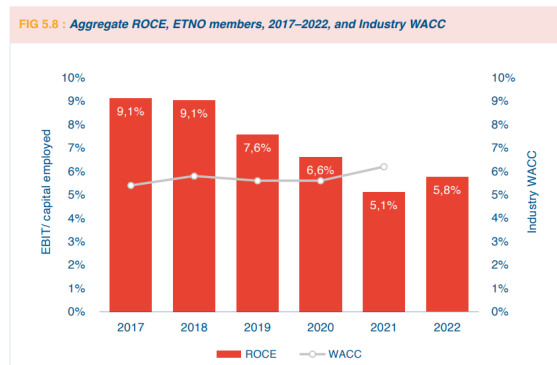


Figura 6.5. Rendimiento de las operadoras europeas (ROCE) en relación con su coste de capital (WACC) [49]

En este contexto, aunque las previsiones acumuladas para el periodo 2020 - 2030 indiquen que las operadoras ingresarán más de 330 000 millones de euros en concepto de acceso a servicios y conectividad, esta cifra no garantiza los recursos financieros necesarios para afrontar la totalidad de la inversión exigida. Esto se debe a varios factores: los márgenes netos del sector están presionados por políticas de bajo precio al consumidor, una competencia fragmentada y una alta carga regulatoria, además, buena parte de esos ingresos deben cubrir otros gatos operativos, fiscales y financieros, lo que reduce la capacidad de inversión neta real disponible.

Por ello, el debate sobre la “contribución justa” o *fair share* vuelve a cobrar centralidad. No se trata solo de redistribuir equitativamente los costes del tráfico generado, sino de la viabilidad de las infraestructuras que sostendrán los servicios digitales del futuro. Aunque el volumen de ingresos previstos parece elevado, sin una implicación proporcional de los principales beneficiarios del ecosistema digital (GGT), existe un riesgo de incumplimiento de los objetivos fijados para 2030.

En conclusión, sin nuevos mecanismos de financiación colaborativa o sin un cambio estructural en el modelo económico de Internet, los objetivos de la Década Digital corren el riesgo de no cumplirse en tiempo y forma. La sostenibilidad financiera de las inversiones en conectividad no puede recaer de manera unilateral sobre un solo eslabón de la cadena de valor.

6.1.3 ¿Las GGT invierten en la infraestructura?

En el contexto del debate sobre el reparto justo (*fair share*) en el ecosistema digital, una de las principales cuestiones gira en torno a si las grandes generadoras de tráfico (GGT), como Netflix, Google, Meta, Amazon o Akamai, contribuyen o no financieramente al mantenimiento y expansión de la infraestructura de conectividad sobre la que operan.

Desde el punto de vista técnico y económico, puede afirmarse que sí existe una inversión sustancial por parte de estas plataformas en infraestructura digital, especialmente en aquellas áreas que les permiten optimizar la entrega de contenido y mejorar la experiencia del usuario final. No obstante, la naturaleza, localización y finalidad de estas inversiones difiere

significativamente de la que realizan los operadores de telecomunicaciones en redes de acceso, transporte o última milla [49].

La mayoría de las GGT ha desarrollado o utiliza redes de distribución de contenidos (CDN) y nodos de borde (edge nodes), con el fin de aproximar el contenido al usuario final, reducir la latencia, mejorar la eficiencia del tráfico y disminuir el consumo de ancho de banda en los tramos intercontinentales [50]. Estas infraestructuras son financiadas y gestionadas directamente por las propias plataformas, sin intermediación de los operadores de red:

- **Netflix**, ha desplegado más de 8.000 servidores Open Connect (OCA) distribuidos globalmente como parte de su red CDN propia, lanzada en 2012 [51]. Solo en infraestructura tecnológica —que incluye redes de distribución de contenido (CDN), servicios en la nube y desarrollo interno— la empresa invirtió en 2022 más de 2.500 millones de dólares. De esa cifra, unos 115 millones anuales se destinan únicamente a servicios cloud como AWS, Azure o Akamai [51]. En paralelo, la compañía ha reforzado su compromiso con Europa mediante inversiones estratégicas. Entre 2025 y 2028, Netflix prevé destinar más de 1.000 millones de euros a iniciativas de desarrollo y producción en España, lo que incluye también inversión tecnológica y de infraestructura asociada a su ecosistema digital [52].
- **Google**, a través de su Media CDN y la infraestructura de YouTube, opera una de las redes edge más extensas del mundo, con más de 100 Tbps de capacidad de salida. Aunque los datos precisos de inversión no son públicos, las estimaciones sitúan el gasto anual en cientos de millones de dólares, considerando los miles de nodos distribuidos globalmente.
- **Amazon, Meta, Akamai** y otros grandes generadores de tráfico también despliegan importantes inversiones en redes CDN propias y centros de datos edge, particularmente en regiones con alta demanda o mercados emergentes. Por ejemplo, en India se han intensificado las inversiones para mejorar la entrega local de contenido, lo que reduce el uso de redes troncales y mejora el rendimiento en áreas remotas [50].

Estas inversiones, si bien representan una contribución técnica significativa al ecosistema digital, están orientadas principalmente a la optimización interna de los servicios de cada plataforma. Su objetivo no es sostener ni ampliar la red de acceso general, sino reducir costes propios y mejorar el rendimiento del tráfico.

En consecuencia, la infraestructura financiada por las GGT no sustituye a las redes de acceso FTTH, 5G o backhaul desplegadas por los operadores de telecomunicaciones, ni cubre las necesidades de conectividad en áreas rurales o de baja rentabilidad. Estas siguen siendo responsabilidad casi exclusiva de los operadores, cuya capacidad de inversión está actualmente limitada por márgenes operativos decrecientes y rendimientos por debajo del coste de capital [49].

En resumen, las GGT sí realizan inversiones relevantes en infraestructura, especialmente en CDN, redes edge y centros de datos, y estas contribuyen a la eficiencia global del ecosistema digital. Sin embargo, dichas inversiones no constituyen un mecanismo de financiación compartida de la red pública de telecomunicaciones. Por ello, dentro del marco del debate regulatorio europeo, se plantea que estas plataformas, como principales generadoras y beneficiarias del tráfico, podrían asumir una mayor implicación financiera en los costes comunes de conectividad, en línea con los principios de sostenibilidad del modelo europeo.

6.1.4 La visión de los operadores: Telefónica, Orange y la demanda de equilibrio

Desde el punto de vista de los operadores de telecomunicaciones, la situación actual es insostenible. Compañías como Telefónica y Orange han liderado las reclamaciones públicas para revisar el modelo de contribución al ecosistema digital, argumentando que la arquitectura

económica de Internet se basa en principios obsoletos de los años 90, cuando el tráfico era simétrico y los acuerdos de peering entre iguales tenían sentido.

Telefónica ha señalado que el modelo actual permite a los grandes generadores de tráfico (GGT) imponer condiciones unilaterales en las negociaciones de peering, obteniendo acuerdos gratuitos o con ventajas que reflejan su poder de mercado, no una reciprocidad justa. Telefónica insiste en que debe evolucionar hacia esquemas más equilibrados basados en el impacto real del tráfico sobre la infraestructura, reclamando la implementación de un modelo *fair share* en la UE, que establezca pagos justos por tráfico significativos (por ejemplo, superior al 5% del ancho de banda pico), así como mecanismos para resolver conflictos [34] [49].

Además, Telefónica afirma que el déficit de inversión del sector alcanza los 174 000 millones de euros, y que el actual sistema de interconexión data de los años 90.

Por su parte, Orange ha enfatizado que la fragmentación del mercado de telecomunicaciones dentro de la UE debilita la posición negociadora de los operadores frente a las plataformas globales. Mari – Noëlle Jégo-Laveissière, directora de Orange, declaró que la contribución de las grandes tecnologías no buscaría aumentar la rentabilidad del operador, sino “balancear extensiones de cobertura y capacidad para cumplir los objetivos de la Década Digital”.

En conjunto, tanto Telefónica como Orange, junto con asociaciones del sector como ETNO y GSMA, han pedido públicamente que se legisle el modelo de “contribución justa” (*fair share*), de forma que las GGT paguen una tarifa razonable a los operadores de red por el uso intensivo de sus infraestructuras.

6.1.5 La postura de los grandes generadores de tráfico

Frente a las demandas de los operadores, los grandes proveedores de contenido han mostrado una fuerte resistencia a cualquier cambio en el modelo actual. Netflix, una de las plataformas más señaladas en este debate, defiende que ya contribuye de forma significativa al ecosistema digital mediante inversiones en tecnología, el despliegue de infraestructura propia y el pago a proveedores de tránsito.

Entre esas inversiones destaca su red global de distribución de contenido, Open Connect, una infraestructura CDN (Content Delivery Network) diseñada para optimizar la entrega de vídeos y reducir la carga en las redes de los operadores. Actualmente, esta red cuenta con más de 1.000 appliances Open Connect (OCA) instalados en todo el mundo, lo que permite almacenar los contenidos más populares de forma local y mejorar la eficiencia en el uso del ancho de banda. [51].

Netflix argumenta que imponerles un pago adicional por el tráfico que generan constituiría una forma de “doble pago”, ya que además de invertir en su propia red y en pagos de tránsito, se les exigiría un coste adicional solo por entregar su contenido. Según la compañía, este modelo distorsionaría los principios de la neutralidad de la red, afectaría a la competencia e innovación digital y terminaría por trasladar el coste al usuario final.

Además, Netflix ha anunciado una inversión de más de 1.000 millones de euros en producción audiovisual en España entre 2025 y 2028, lo que refuerza su papel como actor económico relevante en el entorno digital europeo [52].

Otras grandes plataformas, como Google y Meta, han mostrado posturas similares. Ambas empresas consideran que un sistema regulado de pagos obligatorios por interconexión no solo crearía precedente negativo, sino que podría obstaculizar el desarrollo de servicios emergentes, ralentizar la innovación y generar barreras de entrada en el ecosistema digital europeo.

6.1.6 La postura de BEREC frente a la propuesta del *fair share*

Ante la propuesta de establecer un esquema en el que los grandes proveedores de contenido contribuyan económicamente a los costos de infraestructura soportados por los operadores de red, BEREC emitió un informe en 2022 evaluando su viabilidad y posibles implicaciones [53].

En dicho informe, BEREC concluye que no existen evidencias económicas contundentes que justifiquen la necesidad de un modelo obligatorio de pagos por parte de los GGT. Según el organismo, el modelo actual, basado en la facturación a los usuarios finales y en acuerdos comerciales voluntarios (como acuerdos de peering y Content Delivery Networks – CDNs). Ha permitido una financiación adecuada de las inversiones en infraestructura de red sin comprometer la sostenibilidad del ecosistema [53]

Además, BEREC advierte que imponer un esquema de *fair share* podría socavar principios fundamentales de la neutralidad de la red, dado que introduciría desigualdades en el tratamiento del tráfico y podría limitar la competencia al crear barrera para nuevos proveedores digitales que no puedan asumir dichos costos adicionales [53]. Esta medida, señala el informe, también podría afectar negativamente la innovación y la diversidad de servicios accesibles para los usuarios, y generar tensiones regulatorias a nivel global, especialmente en relación con las legislaciones vigentes en otras jurisdicciones como Estados Unidos [53].

En su análisis, BEREC enfatiza la importancia de mantener un entorno competitivo que incentive a los operadores a invertir en infraestructura sin depender de transferencias obligatorias de los proveedores de contenido, argumentando que los esquemas de subsidios cruzados podrían distorsionar el mercado y debilitar la competencia [53].

En conclusión, la postura oficial de BEREC es rechazar la introducción de un modelo obligatorio de *fair share* en la Unión Europea, fundamentando su decisión en la falta de pruebas suficientes sobre su necesidad y en los riesgos que conlleva para la neutralidad de la red, la competencia y la innovación en el sector digital europeo.

6.1.7 Conclusión personal

Después de analizar todos los puntos de vista, creo que es razonable apoyar la idea de que los grandes generadores de tráfico, como las plataformas de streaming o redes sociales, deberían contribuir económicamente al mantenimiento y desarrollo de las redes. El actual modelo de negocio unilateral impone sobre los operadores de telecomunicaciones la carga exclusiva de mantener y expandir las infraestructuras digitales, a pesar de que son las plataformas digitales globales quienes más se benefician de su uso. Esta asimetría económica, además de erosionar los márgenes de beneficio del sector, amenaza la viabilidad de cumplir con los objetivos de conectividad planteados para la Década Digital 2030.

En este contexto, la implementación de un esquema de *“faire share”* no debe interpretarse como una distorsión del mercado o una barrera a la innovación, sino como una evolución lógica del marco económico de Internet, que responda a los desafíos estructurales actuales. Exigir que los GGT contribuyan financieramente en proporción al tráfico que generan es una medida de repartir de forma equitativa los costes entre quienes realmente usan y se benefician del sistema.

Por tanto, apoyar esta reforma no significa oponerse al progreso tecnológico ni a la libre competencia, sino más bien asumir que la sostenibilidad de las redes es un interés común que debe ser compartido por todos los actores del ecosistema digital. Si Europa desea liderar la transformación digital global sin comprometer la calidad, universalidad y resiliencia de sus infraestructuras, será imprescindible revisar los modelos de reparto de costes. En mi opinión, el principio de “quien más consume, más contribuye” debe incorporarse como eje regulador de la nueva economía digital europea.

7 Análisis Práctico: Viaje del Dato y Aplicación de la Neutralidad de la Red

Tras haber abordado el marco teórico, técnico y regulatorio de la neutralidad de la red, este capítulo tiene como objetivo mostrar su impacto desde una perspectiva práctica. Para ello, se analiza el recorrido que realiza un dato desde su origen hasta su destino, destacando cómo influyen en dicho proceso factores como la gestión del tráfico, los acuerdos de interconexión o las políticas de priorización de datos.

A través de un ejemplo ilustrativo, se comparan dos escenarios: uno con una aplicación estricta del principio de neutralidad y otro donde este principio no se respeta. Esta comparación permite visualizar de forma clara cómo pueden verse afectadas la calidad del servicio, la velocidad de transmisión y el acceso equitativo a los contenidos. De esta manera, se facilita una comprensión técnica aplicada de las consecuencias reales que tiene la neutralidad (o su ausencia) sobre el funcionamiento cotidiano de Internet.

7.1 Viaje del dato con y sin neutralidad de la red

La transmisión de datos digitales desde un emisor hacia un receptor constituye el proceso fundamental en cualquier comunicación en redes IP. Este recorrido implica una serie de fases técnicas que garantizan que los paquetes de información lleguen íntegramente a su destino. Sin embargo, la aplicación o no del principio de la neutralidad de la red afecta significativamente la forma en que este flujo se gestiona a lo largo de su trayecto.

La neutralidad de la red, tal y como se define en el Reglamento (UE) 2015/2120 del Parlamento Europeo y del Consejo, implica que todo el tráfico debe tratarse de manera equitativa, sin discriminación, restricción o interferencia, independientemente del remitente, del receptor, del tipo de contenido o del medio utilizado para su transmisión [55]. Cuando este principio se vulnera, se habilita a los operadores de red para aplicar políticas de priorización, bloqueo o degradación del tráfico.

A continuación, se describe el recorrido técnico del dato bajo ambos regímenes, con referencias legales y casos reales de discriminación:

1) Generación y emisión del dato

Con Neutralidad de la red: El dato es generado por el usuario emisor (por ejemplo, la reproducción de un vídeo o el envío de un mensaje). Este contenido se encapsula en paquetes TCP/IP y es transmitido a través del router doméstico sin que el proveedor discrimine su naturaleza. El Reglamento (UE) 2015/2120 prohíbe a los proveedores aplicar restricciones técnicas o comerciales que discriminen en función del contenido [55], fuente o destino del dato.

Sin Neutralidad de la red: Aunque la generación del dato sigue el mismo principio técnico, el operador podría aplicar inspección profunda de paquetes (Deep Packet Inspection, DPI) para analizar el tipo de datos generados por los usuarios. Por ejemplo, en EE. UU, antes de la introducción de las reglas de la FCC en 2015, Comcast fue denunciada por bloquear el tráfico BitTorrent, detectándolo desde su origen.

2) Enrutamiento a través del proveedor de acceso (ISP)

Con Neutralidad de la red: El ISP actúa como transportista. Los paquetes son enrutados de forma neutra, sin alteraciones ni prioridades por tipo de contenido, salvo en casos justificados como la gestión de congestión temporal (Reglamento (UE) 2015/2120). El artículo 3.3 del

Reglamento (UE) 2015/2120 establece que los ISP deben tratar equitativamente todo el tráfico, sin favorecer ni perjudicar aplicaciones o contenidos específicos [55]. Las medidas de gestión de tráfico solo se permiten si son “transparentes, no discriminatorias y proporcionadas”.

Sin Neutralidad de la Red: El ISP puede alterar el trayecto aplicado políticas como traffic shaping, throttling o priorización de contenido de socios comerciales. Esto afecta directamente a la calidad de la transmisión, incluso cuando las redes no están saturadas. Casos como Telecom Italia en 2012 mostraron cómo el ISP limitaba el tráfico P2P y VoIP en sus tarifas móviles, priorizando ciertos servicios comerciales [58]. Estas restricciones fueron posteriormente ajustadas por la presión normativa europea. Similarmente, en India, antes de la regulación TRAI de 2016, algunos ISP ofrecían paquetes que bloqueaban ciertos sitios, impidiendo la navegación general [59].

3) Tránsito por la red troncal (backbone)

Con Neutralidad de la Red: Los datos atraviesan la red troncal de forma óptima según criterios técnicos (menor latencia, menor número de saltos), sin interferencia política o comercial. En contextos regulados, los acuerdos de interconexión entre redes (peering y transit) no deben perjudicar a ninguna parte del tráfico.

Sin Neutralidad de la Red: Los operadores pueden definir rutas diferenciadas para ciertos servicios, ralentizando deliberadamente las de otros competidores, lo que reduce su competitividad en la experiencia de usuario. En EE. UU, AT&T y Verizon establecieron acuerdos de peering de pago con Netflix en 2014, ralentizando su tráfico intencionadamente hasta que la empresa accedió a pagar por mejor conexión [60]. Esto supuso un caso paradigmático de discriminación por nivel de interconexión, documentado por el *Open Technology Institute* (2015).

4) Llegada al ISP receptor y entrega al destinatario

Con Neutralidad de la Red: El ISP receptor entrega los paquetes sin distinción, garantizando la integridad del contenido y su calidad técnica. La legislación europea obliga a mantener la calidad del servicio conforme al contrato y sin alteraciones no justificadas (art. 4, Reglamento (UE) 2015/2120) [55].

Sin Neutralidad de la Red: El ISP receptor puede implementar políticas de bloqueo, redireccionamiento o ralentización según el contenido, origen, o tipo de aplicación (por ejemplo, VoIP o plataformas P2P). Las ofertas con “zero rating”, como las de T-Mobile o Orange [61], muestran cómo ciertos contenidos no consumen datos mientras que otros sí, favoreciendo a aplicaciones concretas (por ejemplo, Spotify o Facebook). Aunque estas prácticas se presentan como beneficiosas, han sido criticadas por generar desigualdad de acceso y competencia desleal.

7.1.1 Ejemplo práctico

Caso A (con neutralidad)

Un usuario accede a Netflix, Telegram y una aplicación de videollamada poco conocida desde su conexión fija. La calidad de todos los servicios depende exclusivamente de su ancho de banda contratado, sin restricciones por parte de su proveedor.

Caso B (sin neutralidad)

El mismo usuario accede a Netflix sin consumo de datos (por una oferta “zero-rating”), pero experimenta mala calidad en la videollamada con la app desconocida. El proveedor ha priorizado ciertas plataformas sobre otras, degradando intencionadamente la experiencia con aplicaciones no asociadas.

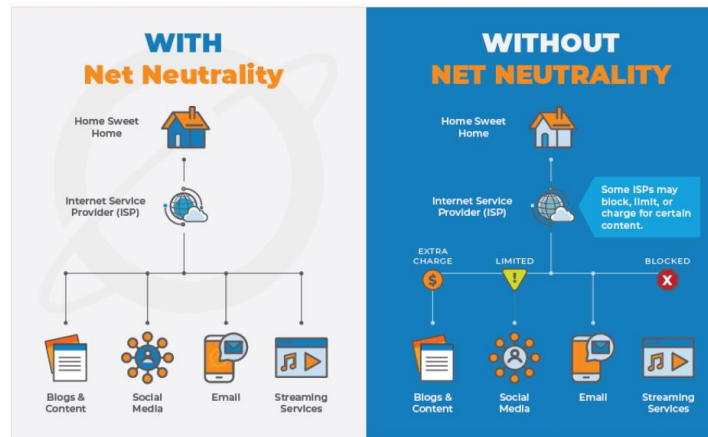


Figura 7.1. Con Neutralidad de la Red sin Neutralidad de la Red [54]

8 Estado de la Neutralidad de la Red en el Mundo y Comparativa entre un País con y sin Neutralidad

Este capítulo examina el estado actual de la neutralidad de la red a nivel global, con el objetivo de evaluar su grado de implementación y evolución desde 2015. Para ello, se clasifica la situación de los países en tres categorías: implementada, no implementada y en debate, lo que permite obtener una visión comparativa del alcance de esta regulación en distintas regiones del mundo.

El análisis pone de manifiesto cómo, a lo largo de los últimos años, un número creciente de países ha reconocido la importancia de regular la neutralidad de la red como principio fundamental para garantizar el acceso libre, equitativo y no discriminatorio a los servicios digitales. Esta tendencia refleja una mayor conciencia internacional sobre los riesgos de prácticas restrictivas por parte de los proveedores de acceso a Internet, así como sobre la necesidad de proteger la innovación, la competencia y los derechos de los usuarios.

Como complemento, se incluye una comparativa entre dos países con enfoques opuestos: uno con una normativa clara a favor de la neutralidad de la red y otro que carece de dicha regulación. Esta comparación permite ilustrar de forma concreta los efectos de la normativa sobre el funcionamiento de Internet, la calidad del servicio y las dinámicas entre operadores y proveedores de contenido.

8.1 Estado actual de la implementación de la regulación de la Neutralidad de la Red a nivel Mundial

La neutralidad de la red ha sido objeto de debate y legislación a nivel global, aunque su implementación varía considerablemente entre regiones y países. Mientras algunas naciones han adoptado normativas claras y estrictas que garantizan la igualdad en el acceso y gestión del tráfico en internet, otras mantienen posturas restrictivas o carecen de regulación efectiva, permitiendo prácticas discriminatorias por parte de los proveedores de servicios de internet (ISP). A su vez, varios países se encuentran en procesos legislativos o de deliberación pública, sin una regulación definida, pero con un debate activo sobre su adopción.

Para ofrecer una visión clara del panorama mundial, se presenta a continuación una clasificación de los países según el grado de protección regulatoria implementada de neutralidad de la red. Esta categorización se divide en tres estados:

- **Protegido:** países donde existen leyes o normativas explícitas que garantizan la neutralidad de la red y donde se han establecido mecanismos de supervisión o sanción ante su incumplimiento.
- **No protegido:** países que no cuentan con legislación que asegure la neutralidad de la red, o donde existen prácticas autorizadas de gestión discriminatoria del tráfico sin regulación que lo limite.
- **En debate:** países donde la neutralidad de la red no está aún protegida por ley, pero existe un debate público, parlamentario o judicial activo para su posible regulación futura.

Esta clasificación refleja la complejidad del tema y las distintas realidades que enfrentan los usuarios y proveedores de servicios en diferentes partes del mundo.

Estado	Países
Protegido	Alemania, Argentina, Austria, Bahamas, Bélgica, Brasil, Bulgaria, Canadá, Chile, Chipre, Colombia, Croacia, Dinamarca, Ecuador, Eslovenia, España, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Guayana Francesa, Hungría, India, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Luxemburgo, Malta, Noruega, Países Bajos, Perú, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, Rumania, Singapur, Suecia, Suiza.
No Protegido	Arabia Saudita, Argelia, Australia, Azerbaiyán, Bielorrusia, Brunéi, Bután, Camboya, Chad, China, Cuba, Egipto, El Salvador, Emiratos Árabes Unidos, Eritrea, Estados Unidos, Etiopía, Fiyi, Guatemala, Guayana, Guinea Ecuatorial, Haití, Honduras, Irán, Islas Salomón, Kazajistán, Laos, Líbano, Maldivas, Mali, Marruecos, Myanmar, Níger, Nigeria, Nicaragua, Nueva Zelanda, Omán, Papúa Nueva Guinea, Paraguay, Qatar, República Centroafricana, República Democrática del Congo, Rusia, Samoa, Sudán, Sudán del Sur, Suriman, Siria, Tanzania, Tayikistán, Tonga, Turkmenistán, Turquía, Uzbekistán, Vanuatu, Venezuela, Vietnam, Yemen, Zimbabue.
En debate	Albania, Armenia, Bolivia, Bosnia, Corea del Sur, Costa Rica, Filipinas, Georgia, Ghana, Indonesia, Kenia, Kosovo, Macedonia del Norte, Malasia, México, Moldavia, Montenegro, Nepal, Pakistán, Panamá, Puerto Rico (EE. UU), República Dominicana, Serbia, Sri Lanka, Sudáfrica, Túnez, Ucrania, Uruguay.

Tabla 8.1. Países clasificados según la implementación de la Neutralidad de la Red

En la Figura 8.1 se representan los datos recopilados en la Tabla 8.1, los cuales reflejan el estado actual de la implementación de la neutralidad de la red en diferentes países a fecha de 2025. Esta recopilación permite observar el nivel de desarrollo normativo y la efectividad de las políticas aplicadas en cada región del mundo.

Con el objetivo de mostrar la evolución temporal de dicha implementación, se ha incluido la Figura 8.2, que muestra la situación correspondiente al año 2015. La comparación entre ambas figuras permite identificar los avances y retrocesos que han tenido lugar en la última década, así como analizar la consolidación o estancamiento de las políticas de neutralidad de la red a nivel global.

Finalmente, la Figura 8.3 presenta una visualización porcentual que resume el grado de aplicabilidad total de la neutralidad de la red en el mundo. Este gráfico proporciona una visión del alcance global de esta regulación en términos cuantitativos, permitiendo valorar su impacto y extensión más allá del marco normativo.

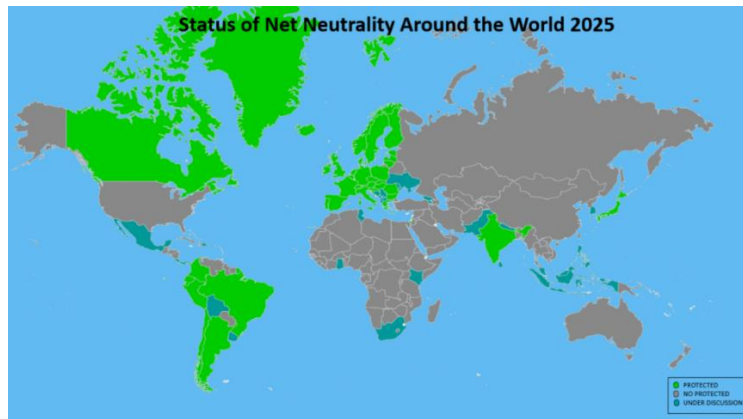


Figura 8.1. Aplicación de la Neutralidad de la Red en el mundo el 2025 (elaboración propia)

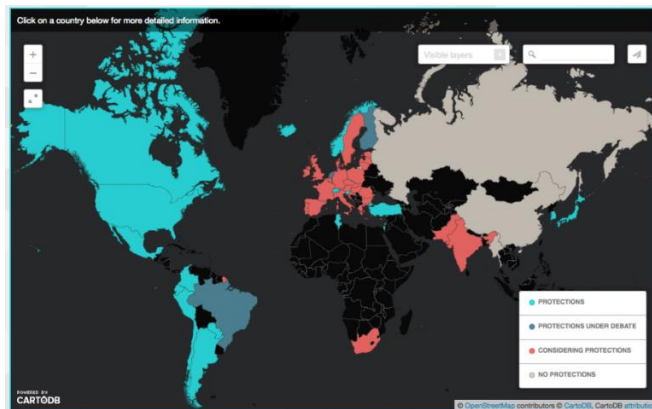


Figura 8.2. Aplicación de la Neutralidad de la Red en el mundo el 2015 [83]

Implementación de la Neutralidad de la Red a nivel Mundial

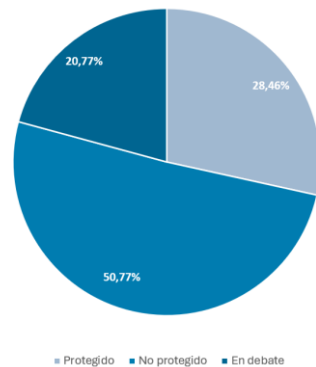


Figura 8.3. Porcentaje de Implementación de la Neutralidad de la Red a nivel Mundial (elaboración propia)

A continuación, se presenta un análisis por regiones para reflejar la situación actual de la neutralidad de la red:

Europa

Europa se posiciona como un referente global en la defensa de la neutralidad de la red. El Reglamento (UE) 2025/2120 establece un marco jurídico armonizado para garantizar el acceso igualitario a Internet en todos los estados miembros. Además, la Autoridad Europea de Regulación de las Comunicaciones Electrónicas (BEREC) supervisa y emite directrices que aseguran la correcta implementación y cumplimiento [62].

Países como Alemania, Francia, España e Italia aplican rigurosamente estas normas, promoviendo una infraestructura digital inclusiva y competitiva. Actualmente, se está revisando

la normativa para adaptarla a nuevos retos tecnológicos, como la llegada masiva de 5G y servicios OTT (Over-The-Top) [19].

Asia

En Asia, la situación es heterogénea. India ha sido pionera en el establecimiento de reglas de neutralidad mediante las Directrices para el servicio de Internet de la Telecom Regulatory Authority of India (TRAI) de 2018, que prohíben prácticas discriminatorias [63][64]. Japón, Singapur e Israel también cuentan con marcos regulatorios que protegen la neutralidad, aunque con distintos enfoques y grados de aplicación

Sin embargo, países como China [66], Corea del Norte [67] y varios de Asia Central adoptan modelos donde el control estatal sobre el acceso a Internet limita la neutralidad, privilegiando la censura y vigilancia. Otros países, como Filipinas, Pakistán e Indonesia, se encuentran en procesos regulatorios o debates para establecer medidas que garanticen la neutralidad [65].

África

El continente africano enfrenta desafíos regulatorios y estructurales para la implementación de la neutralidad de la red. La mayoría de los países no cuentan con leyes específicas al respecto, reflejo de limitaciones en infraestructura, recursos regulatorios y prioridades nacionales [68]. No obstante, Sudáfrica y Túnez están avanzando en procesos de debate y establecimiento de normativas para proteger la neutralidad de la red [69].

La ausencia de una regulación clara en gran parte de África puede afectar en el acceso a la información y la innovación digital, aumentando la brecha digital regional.

América del Norte

En Estados Unidos, la neutralidad de la red ha sido objeto de una notable polarización política y jurídica. Tras la derogación del Reglamento de neutralidad federal por la FCC en 2017, varios estados han adoptado leyes propias a su protección, mientras que a nivel federal se discuten posibles reimplementaciones [70][71][72]. Canadá mantiene un marco regulatorio sólido que protege la neutralidad, a través del CRTC (Canadian Radio Television and Telecommunications Commission) [73]

México está en proceso de debate regulatorio para fortalecer sus normas sobre neutralidad, con consultas públicas y proyectos legislativos recientes [74]

América del Sur

En América del Sur, países como Brasil, Chile, Argentina y Colombia cuentan con leyes o regulaciones vigentes que garantizan la neutralidad de la red [75]. Otros países, como Uruguay y Bolivia, están en etapas de discusión o implementación de medidas regulatorias para proteger este principio.

El avance regulatorio en la región es notable, aunque persisten diferencias en la efectividad de la aplicación y en la capacidad de supervisión de los organismos reguladores.

Oceanía

Australia y Nueva Zelanda no disponen de leyes específicas de neutralidad de la red. La regulación se basa principalmente en principios de competencia y transparencia, sin una protección explícita del principio [76]. No existen debates regulatorios significativos en esta materia en la actualidad.

8.2 Comparativa entre un país con Neutralidad de la Red y sin Neutralidad de la Red

El objetivo de este apartado es analizar y comparar el funcionamiento y las aplicaciones prácticas de la gestión de acceso a internet en un país que aplica la neutralidad de la red, España, con otro que no la implementa, China. A través de este contraste, se pretende evidenciar cómo la regulación o ausencia de esta afecta factores clave como la libertad de expresión, el mercado digital, la innovación tecnológica y la experiencia de los usuarios. Este análisis permitirá comprender las diferencias estructurales y operativas que derivan de cada modelo, aportando una visión clara sobre las consecuencias de aplicar o no esta regulación.

España: Aplicación de la Neutralidad de la Red

España, integrada en el marco normativo europeo, garantiza la neutralidad de la red mediante el Reglamento (UE) 2015/2120, que impone a los proveedores de servicios de internet la obligación de tratar todos los datos de manera no discriminatoria [77]. Este enfoque asegura un acceso abierto y equitativo a contenidos y servicios digitales [78]. La regulación ha contribuido a un entorno propicio para la innovación y la inversión en infraestructuras digitales avanzadas, como redes de fibra óptica y 5G [79].

China: Ausencia de Neutralidad y Control Estatal

Por su parte, China opera bajo un modelo en el que la neutralidad de la red no está contemplada legalmente, permitiendo un control exhaustivo del tráfico y los contenidos por parte del Estado [80]. El acceso a internet está sujeto a bloqueos, censura y priorización de plataformas nacionales alineadas con la política estatal, limitando el acceso libre a la información y restringiendo la competencia abierta [81][82]. Aunque este modelo ha favorecido el desarrollo tecnológico interno, también ha generado un entorno digital cerrado y controlado, con significativas limitaciones para los derechos digitales.

Aspecto	País con NN (España)	País sin NN (China)
Regulación legal	Reglamento (UE) 2015/2120 garantiza tratamiento no discriminatorio	Ausencia de legislación específica sobre neutralidad
Acceso a contenidos	Acceso libre e igualitario a todos los contenidos legales	Bloqueos y censura selectiva según intereses políticos
Libertad de expresión	Protegida dentro del marco legal	Limitada por control estatal y censura
Competencia en mercado digital	Entorno competitivo con igualdad de oportunidades para nuevos actores	Mercado dominado por plataformas estatales y nacionales
Innovación tecnológica	Incentivada por regulación que protege el acceso y fomenta inversión	Desarrollo tecnológico robusto, pero en ecosistema cerrado
Gestión del tráfico de datos	Transparente, sin bloqueos ni priorización basada en pago	Prioridad asignada a servicios alineados con intereses estatales
Protección al consumidor	Obligación de informar sobre gestión del tráfico y condiciones del servicio	Escasa transparencia y limitación en derechos digitales
Impacto en infraestructura	Facilita inversiones en redes avanzadas (fibra, 5G)	Desarrollo tecnológico dirigido y controlado por el Estado

Tabla 8.2. Comparativa país con Neutralidad de la Red y sin Neutralidad de la Red

9 Estudio de sostenibilidad

Este apartado analiza la sostenibilidad del principio de la neutralidad de la red y de las infraestructuras digitales desde tres perspectivas fundamentales: ambiental, económica y social.

El trabajo ya incorpora un análisis más extenso de estas cuestiones en el capítulo 6. *Un debate sobre la sostenibilidad de las redes*, donde se abordan en detalle las tensiones entre inversión, regulación y viabilidad del modelo económico digital. En este apartado se enfoca en estructurar dicha información según los criterios de sostenibilidad definidos desde los ámbitos ambiental, económico y social.

Perspectiva Ambiental

Desde el punto de vista ambiental, la expansión de infraestructuras como la fibra óptica (FTTH), las redes móviles 5G o los nodos de edge computing requiere una gran cantidad de recursos materiales, energía y espacio físico. Aunque estas tecnologías suelen asociarse a una mayor eficiencia energética por bit transmitido, también comportan una intensificación del consumo energético global debido al constante crecimiento del tráfico de datos y la densificación de las redes.

El despliegue masivo de estas infraestructuras debe evaluarse considerando tanto su impacto directo (consumo eléctrico, generación de residuos electrónicos, uso de materiales críticos) como su impacto indirecto, como la urbanización de espacios, la contaminación asociada a su fabricación o el aumento de la demanda energética de centros de datos.

Existe, además, una clara tensión entre la necesidad de garantizar conectividad universal y la obligación de cumplir objetivos de sostenibilidad medioambiental. Este equilibrio exige planificación a largo plazo, integración con fuentes de energía renovables y el desarrollo de estándares ecológicos aplicables a toda la cadena de valor digital.

En cuanto a riesgos, destacan la dependencia de recursos no renovables, el posible incremento de la obsolescencia tecnológica si las infraestructuras no se diseñan con criterios de durabilidad, y la dificultad de mitigar los impactos acumulativos si no se adoptan políticas de economía circular.

Perspectiva Económica

A nivel económico, el mantenimiento y la ampliación de las infraestructuras digitales plantea importantes desafíos de financiación. El coste estimado para alcanzar los objetivos de conectividad en Europa asciende a 148 mil millones de euros, una cifra que pone de manifiesto el desequilibrio entre la inversión necesaria y la capacidad real de los operadores de telecomunicaciones para asumirla en solitario.

Este desequilibrio ha abierto un debate en torno a la equidad del modelo económico actual, en el que los operadores asumen los costes estructurales mientras que los grandes generadores de tráfico digital concentran la mayor parte de los beneficios. La falta de una contribución económica directa por parte de estas plataformas, al menos en el modelo vigente, compromete la sostenibilidad financiera de la red a medio y largo plazo.

Entre los riesgos más significativos se encuentran el estancamiento de la inversión, la concentración del mercado en manos de unos pocos actores dominantes, la ralentización del despliegue en zonas rurales o poco rentables, y la dependencia de subvenciones públicas que podrían no ser sostenibles en el tiempo. También debe considerarse la posible pérdida de competitividad si no se encuentran mecanismos de compensación equilibrados que fomenten la inversión sin romper la neutralidad ni distorsionar el mercado.

Perspectiva Social

Desde una perspectiva social, la neutralidad de la red actúa como un principio democratizador del acceso a la información, los servicios y las oportunidades digitales. Garantizar una Internet abierta y no discriminatoria es esencial para preservar derechos como la libertad de expresión, la igualdad de oportunidades y el acceso a la educación o a servicios públicos digitales.

Sin embargo, la sostenibilidad social del modelo actual se ve amenazada por varios factores: el riesgo de exclusión digital en zonas menos rentables, la falta de transparencia en la gestión del tráfico, la escasa participación ciudadana en los procesos regulatorios, y el debilitamiento del servicio universal en favor de lógicas de mercado.

El debate sobre la contribución de las grandes plataformas de contenido no es solo económico: también es social, ya que plantea cuestiones sobre la equidad en el reparto de cargas y beneficios del entorno digital. Si estas plataformas utilizan intensivamente las redes sin contribuir a su sostenimiento, se corre el riesgo de que los costes sean trasladados al usuario final o que se degrade el servicio en áreas menos rentables, acentuando las desigualdades.

Los principales riesgos identificados en esta dimensión incluyen la ampliación de la brecha digital, la pérdida de confianza en los actores responsables de garantizar el acceso universal y la concentración de poder en plataformas que pueden condicionar el acceso a la información y la libertad de elección de los usuarios.

Conclusiones

Cuando comencé este Trabajo de Fin de Grado, no conocía el concepto de neutralidad de la red; de hecho, ni siquiera lo había escuchado antes. A medida que me adentré en el tema, me sorprendió profundamente el grado de desconocimiento que existe en torno a esta regulación, especialmente considerando su relevancia en aspectos tan fundamentales como el acceso libre a la información, la libertad de expresión y la igualdad de oportunidades en el entorno digital.

Gracias a la neutralidad de la red, cualquier persona, independientemente de su posición social o del tipo de tarifa que pueda pagar, tiene garantizado el mismo acceso a los contenidos, aplicaciones y servicios en Internet. Este principio impide que los proveedores discriminen el tráfico o prioricen ciertos servicios a cambio de pagos adicionales, evitando así una Internet segmentada por capacidad económica o intereses políticos. Sin esta protección, el riesgo de que se limite el acceso a información crítica se favorezca a ciertos actores o se apliquen restricciones ideológicas sería considerablemente mayor.

Por este motivo, el objetivo principal de este trabajo ha sido explicar desde cero qué es la neutralidad de la red, cómo se estructura técnicamente el entorno en el que opera y por qué ha generado tanto debate en los últimos años. Quise construir un recorrido progresivo, desde los aspectos históricos y conceptuales hasta los argumentos regulatorios, técnicos y económicos más actuales, de manera que cualquier persona, incluso sin conocimientos previos, pueda desarrollar su propio criterio al respecto.

Después de este proceso de análisis, aprendizaje y reflexión, mi conclusión personal es clara: sí estoy a favor de la regulación de la neutralidad de la red. Considero que es un principio necesario para garantizar la igualdad de acceso a la información, preservar la competencia en el entorno digital y proteger a los usuarios frente a posibles abusos de poder por parte de los proveedores de servicios de Internet. Sin una normativa clara, se abre la puerta a prácticas discriminatorias como el bloqueo, la ralentización selectiva del tráfico o los acuerdos preferentes con grandes plataformas, lo que afectaría negativamente tanto a los pequeños creadores como a los consumidores finales.

Además, regular la neutralidad no significa oponerse a la innovación o a la sostenibilidad de las redes. Al contrario, creo que se puede, y se debe, avanzar hacia modelos más equilibrados que, respetando la neutralidad, permitan también que los costes de infraestructura se repartan de forma justa, siempre con transparencia, supervisión pública y sin vulnerar el acceso equitativo a los contenidos.

En definitiva, la neutralidad de la red no es un concepto técnico reservado a especialistas: es una cuestión de derechos digitales y de equidad social en la era de Internet, y por ello debería tener mucho más alcance y presencia en los debates públicos. Este trabajo ha sido, para mí, una forma de aprenderlo y, ojalá, de contribuir también a difundirlo.

En términos generales, este trabajo ha demostrado que la neutralidad de la red es un principio clave para el funcionamiento abierto y justo de Internet. A través del análisis técnico, regulatorio y comparativo, se ha evidenciado que los países que implementan normas claras en defensa de la neutralidad tienden a ofrecer entornos más competitivos, mayor protección para los usuarios y mejores condiciones para la innovación. Por tanto, más allá de las posturas individuales, queda claro que la neutralidad de la red es un elemento central en el diseño de políticas digitales sostenibles y democrática.

Bibliografía

- [1] F. Pinzani, “La storia di Internet,” *Pinzani*, 2025. [En línea]. Disponible: <https://www.pinzani.it/storia-internet.php>. [Consultado: 04-Jan-2025].
- [2] “Historia de Internet,” *Retro-informàtica*, Facultat d’Informàtica de Barcelona, Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona. [En línea]. Disponible: <https://www.fib.upc.edu/retro-informatica/historia/internet.html>. [Consultado: 05-Jan-2025].
- [3] J. Emspak y K. A. Zimmermann, “Internet history timeline: ARPANET to the World Wide Web,” **Live Science**, 8 abr. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.livescience.com/20727-internet-history.html>. [Consultado: 5-Jan-2025].
- [4] J. Sánchez Pérez, “Internet y el World Wide Web,” **Mètode: Revista de difusió de la investigació**, anuario nº 2000, pp.140–143, 2000. [En línea]. Disponible en: <https://metode.es/revistas-metode/monograficos/internet-y-el-world-wide-web.html>. [Accedido: 5-Jan-2025].
- [5] A. Ibáñez (@Alvy), “Una breve historia de internet en España,” **Microservos**, 26 sept. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.microservos.com/archivo/internet/breve-historia-internet-espana.html>. [Accedido: 5-Jan-2025].
- [6] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, “Informe sobre Neutralidad de la Red en España 2023,” Ministerio para la Transformación Digital, Informe NN_informe_ESPAÑA_2023, 2023. [En línea]. Disponible en: https://avance.digital.gob.es/banda-ancha/Informesneutralidadred/NN_informe_ESPA%C3%91A_2023.pdf [Accedido: 5-Jan-2025].
- [7] M. J. Orozco Salgado, “El principio de neutralidad de la red,” Universidad Centroamericana (UCA), Nicaragua. [En línea]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5973541>. [Accedido: 15-Feb-2025].
- [8] “Net Neutrality Law Timeline,” **Sutori**. [En línea]. Disponible en: <https://www.sutori.com/en/story/net-neutrality-law-timeline--19yGvhPmiXykai2tYVD3cZHm> [Accedido: 5-jul-2025].
- [9] FFC, “FCC reinstates net neutrality,” **AP News**, 25 abr. 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.politico.com/news/2024/04/25/fcc-reinstates-net-neutrality-rules-00154296?utm_source=chatgpt.com. [Accedido: 15-Feb-2025].
- [10] “Net neutrality rules struck down by Sixth Circuit Court of Appeals,” **The Verge**, 2 ene. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.theverge.com/2025/1/2/24334309/net-neutrality-struck-down-sixth-circuit-chevron-deference>. [Accedido: 15-Feb-2025].
- [11] Comisión Europea, “The open internet and net neutrality,” **EUR-Lex**, 19 abr. 2011. [En línea]. Disponible en: [The open internet and net neutrality | EUR-Lex](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32011R0015) [Accedido: 15-Feb-2025].
- [12] R. Davies, “Net neutrality in Europe,” **European Parliament Research Service Briefing 140773REV2**, https://www.europarl.europa.eu/RegData/bibliotheque/briefing/2014/140773/LDM_BRI%282014%29140773_REV2_EN.pdf. [Accedido: 15-Feb-2025].
- [13] Eurostat, **Eurostat Regional Yearbook 2013**, Publications Office of the European Union, ISBN 978-92-79-29982-7, ISSN 1830-9674, doi:10.2785/44451, Luxemburgo, oct. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3217494/5784301/KS-HA-13-001-EN.PDF.pdf/ec68c62e-0ca9-40af-83c2-949e152f9269?t=1414777689000> [Accedido: 25-Feb-2025].

- [14] BEREC, "BEREC Annual Report 2012," BoR (13) 67, 27 may 2013. [En línea]. Disponible en: https://www.berec.europa.eu/sites/default/files/files/document_register_store/2013/5/20130528181447_BoR%2813%29_67_BEREC_Annual_Reports_for_2012_20130527.pdf. [Accedido: 25-Feb-2025].
- [15] Comisión Europea, "Propuesta de Reglamento (UE) COM(2013)594 final del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el mercado único de las comunicaciones electrónicas," Bruselas, 14 feb. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0594:FIN:ES:PDF> [Accedido: 25-Feb-2025].
- [16] EDRI, "EDRI's work in 2014," European Digital Rights, 14 ene. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://edri.org/our-work/edris-work-2014/> [Accedido: 25-Feb-2025].
- [17] Parlamento Europeo, "Resolución legislativa del Parlamento Europeo sobre la propuesta de Reglamento del Parlamento Europeo y del Consejo por el que se establece un mercado único de las telecomunicaciones ('Continente Conectado')," 3 abr. 2014. [En línea]. Disponible en: https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-7-2014-0281_ES.html. [Accedido: 25-Feb-2025].
- [18] Parlamento Europeo y Consejo de la Unión Europea, "Reglamento (UE) 2015/2120 por el que se establecen medidas relativas al acceso a una Internet abierta y se modifica la Directiva 2002/22/CE relativa al servicio universal y los derechos de los usuarios y el Reglamento (UE) 531/2012 relativo a la itinerancia," *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 310, pp. 1–18, 26 nov. 2015. Publicado en DOUE-L-2015-82352. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2015-82352>. [Accedido: 25-Feb-2025].
- [19] BEREC, "BEREC Annual Report 2023," BoR (24) 92, 05 jun. 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.berec.europa.eu/system/files/2024-06/BoR%20%2824%29%2092_BEREC%20Annual%20Report%202023.pdf. [Accedido: 05-jul-2025].
- [20] BEREC, "BEREC Annual Report 2024," BoR (25) 75, 05 jun. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.berec.europa.eu/system/files/2025-06/BoR%20%2825%29%2075%20BEREC%20Annual%20Report%202024.pdf>. [Accedido: 5-jul-2025].
- [21] CNMC, "Informe sectorial telecomunicaciones y audiovisual 2017," 23 nov. 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.cnmc.es/sites/default/files/editor_contenidos/Competencia/2017/CNMC%20competition%20web.pdf. [Accedido: 13-Mar-2025].
- [22] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, "Informe sobre la neutralidad de la red en España 2019," Ministerio para la Transformación Digital, 28 jul. 2020. [En línea]. Disponible en: https://avance.digital.gob.es/banda-ancha/Informesneutralidadred/NN_informe_ESPANA_2019_28_07_20.pdf. [Accedido: 13-Mar-2025].
- [23] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, "Informe sobre supervisión en España de normativa europea en materia de acceso a una Internet abierta (Neutralidad de la red) – Año 2020," Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, 2021. [En línea]. Disponible en: https://avance.digital.gob.es/banda-ancha/Informesneutralidadred/NN_informe_ESPANA_2020.pdf. [Accedido: 13-Mar-2025].
- [24] J. L. Redondo Maíllo, "Net Neutrality y Fair Share: una pareja bien avenida," *Telefónica Sala de Comunicación – Blog*, 22 jul. 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/net-neutrality-fair-share-una-pareja-bien-avenida/>. [Accedido: 13-Mar-2025].

- [25] Secretaría de Estado de Telecomunicaciones e Infraestructuras Digitales, “La red 5G y la neutralidad de la red: principios y garantías,” *Avance Digital*, 28 abr. 2022. [En línea]. Disponible en: https://avance.digital.gob.es/es-es/notasprensa/paginas/220428_np_5g.aspx. [Accedido: 13-Mar-2025].
- [26] E. Dans, “El caso Comcast vs. FCC y la neutralidad de la red,” *El blog de Enrique Dans*, 7 abr. 2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.enriquedans.com/2010/04/el-caso-comcast-vs-fcc-y-la-neutralidad-de-la-red.html> [Accedido: 14-Mar-2025].
- [27] Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), “Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red,” *Diario Oficial de la Federación*, México, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.dof.gob.mx/nota_detalle_popup.php?codigo=5622965. [Accedido: 5-jul-2025].
- [28] B. van Schewick, “Network neutrality and quality of service: What a nondiscrimination rule should look like,” *Stanford Law Review*, vol. 67, no. 1, pp. 1–166, ene. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://cyberlaw.stanford.edu/content/files/2024/08/van-Schewick-2015-Net-Neutrality-and-Quality-of-Service-Stanford-Law-Review.pdf>. [Accedido: 14-Mar-2025].
- [29] BEREC, “BEREC Report on the Internet Ecosystem,” BoR (22) 167, 12 dic. 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.berec.europa.eu/system/files/2023-04/20230418_BoR%20%2822%29%20167%20%20BEREC%20Report%20on%20the%20Internet%20Ecosystem.pdf [Accedido: 14-Mar-2025].
- [30] ETNO, “ETNO’s position on a fair contribution by large traffic generators,” European Telecommunications Network Operators’ Association, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.wiggin.co.uk/insight/european-telecommunications-network-operators-association-etno-publishes-nine-questions-and-answers-on-the-fair-contribution-debate/#:~:text=ETNO%20says%20that%20%E2%80%9Cfair%20contribution,argument%20can%20be%20properly%20evaluated.> [Accedido: 20-Mar-2025].
- [31] OECD, “The Effects of Zero Rating,” *OECD Digital Economy Papers*, no. 2852, Working Party on Communication Infrastructure and Services Policy, julio 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2019/07/the-effects-of-zero-rating_45c41e82/6eefc666-en.pdf [Accedido: 20-Mar-2025].
- [32] WIK, “WIK Conference 2023: Is Europe fit for the Digital Age? Programme,” Brussels, Belgium, 13–14 sept. 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.wik.org/fileadmin/user_upload/Unternehmen/Veranstaltungen/2023/WIK_Conference_Programme_2023.pdf. [Accedido: 23-Mar-2025].
- [33] European Commission, “Results of the exploratory consultation on the future of the electronic communications sector and its infrastructure,” *Digital Strategy Library*, 10 oct. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/results-exploratory-consultation-future-electronic-communications-sector-and-its-infrastructure> [Accedido: 23-Mar-2025].
- [34] Telefónica, “Una contribución justa para la sostenibilidad de las redes,” Telefónica Políticas Públicas Digitales, mar. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.telefonica.com/es/wp-content/uploads/sites/4/2023/03/Contribucion-Justa-para-Sostenibilidad-en-Redes.pdf>. [Accedido: 23-Mar-2025].
- [35] EDRI, “Commission launches internet fee consultation full of biased questions,” *European Digital Rights*, 1 jun. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://edri.org/our-work/commission-launches-internet-fee-consultation-full-of-biased-questions/>. [Accedido: 5-jul-2025].
- [36] Axon Partners Group Consulting S.L.U., “Fair contribution for network sustainability: socio-economic benefits of a fairer internet ecosystem,” comisionado por ETNO, BoR(22) ..., mayo 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.telefonica.com/es/wp-content/uploads/sites/4/2023/02/Axon.pdf> [Accedido: 25-Mar-2025].

- [37] Connect Europe & Analysys Mason, "State of Digital Communications 2025," 5 ene. 2025. [En línea]. Disponible en: [https://connecteurope.org/sites/default/files/2025-01/State%20of%20Digital%20Communications%20\(2025\).pdf](https://connecteurope.org/sites/default/files/2025-01/State%20of%20Digital%20Communications%20(2025).pdf). [Accedido: 25-Mar-2025].
- [38] Universitat Oberta de Catalunya (UOC), "Arquitectura de Internet: infraestructura, protocolos y estándares," Curso "Internet y Redes", Módulo 90_143, 2025. [En línea]. Disponible en: https://cv.uoc.edu/UOC/a/moduls/90/90_143/web/main/m1/3/v2/v2_1.html [Accedido: 5-Abr-2025].
- [39] Malwaresa.com, "Estructura de redes en Internet," sección 3.1.1 del módulo "Information Gathering and Scanning," 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.malwaresa.com/docs/3-information-gathering-and-scanning/internet/3-1-1-estructura-de-redes-en-internet/>. [Accedido: 5-Abr-2025].
- [40] N. Gallego, "¿Por qué la llaman red si es una nube?," *NorbertoGallego.com*, 20 sept. 2011. [En línea]. Disponible en: <https://norbertogallego.com/%C2%BFpor-que-la-llaman-red-si-es-una-nube/2011/09/20/> [Accedido: 5-Abr-2025].
- [41] A. Vázquez, "El drástico cambio de Internet en los últimos 10 años," *Telefónica Sala de Comunicación – Blog*, 10 mar. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/el-drastico-cambio-de-internet-en-los-ultimos-10-anos/> [Accedido: 5-Abr-2025].
- [42] J. Molina Rodríguez, *La Neutralidad de Red: Gestión de tráfico mediante DPI/DFI (Net Neutrality: Traffic management through DPI/DFI)*, Proyecto Final de Carrera, Ingeniería de Telecomunicación, Universitat Politècnica de Catalunya, 2011. [En línea]. Disponible en: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/13900/pfc_memoria.pdf [Accedido: 15-Abr-2025].
- [43] Telefónica, "Década Digital 2030: ¿Un horizonte aún alcanzable para Europa?," *Telefónica Blog*, 24 jun. 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.telefonica.com/es/sala-comunicacion/blog/decada-digital-2030-horizonte-aun-alcanzable-europa/> [Accedido: 15-Abr-2025].
- [44] Comisión Europea, "La década digital de Europa: Metas para 2030", *Comisión Europea*, [En línea]. Disponible en: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/europes-digital-decade-digital-targets-2030_es/ [Accedido: 15-Abr-2025].
- [45] S. De Luca, "A future-proof network for the EU: Full fibre and 5G," *EPRS Briefing* 762 298, European Parliamentary Research Service, abr.2024. [En línea]. Disponible en: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/762298/EPRS_BRI\(2024\)762298_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2024/762298/EPRS_BRI(2024)762298_EN.pdf) [Accedido: 20-Abr-2025].
- [46] A. Freyberg y C. Rand, "The Internet Value Chain 2022," *GSMA Public Policy Report*, comisión de GSMA y Kearney, mayo 2022. [En línea]. Disponible en: <https://www.gsma.com/solutions-and-impact/connectivity-for-good/public-policy/wp-content/uploads/2022/05/Internet-Value-Chain-2022-1.pdf>. [Accedido: 20-Abr-2025].
- [47] Frontier Economics, "Estimating OTT traffic-related costs on European telecommunications networks," informe encargado por Deutsche Telekom, Orange, Telefónica y Vodafone, 31 mar. 2022. [En línea]. Disponible en: <C:\Users\cholderbaummas\Downloads\Estimating-OTT-Traffic-related-costs-on-European-Telecommunications-Networks.pdf>. [Accedido: 20-Abr-2025].
- [48] R. Wood y S. Sherrington, "State of Digital Communications 2025," Connect Europe & Analysys Mason, 5 ene. 2025. [En línea]. Disponible en: [https://connecteurope.org/sites/default/files/2025-01/State%20of%20Digital%20Communications%20\(2025\).pdf](https://connecteurope.org/sites/default/files/2025-01/State%20of%20Digital%20Communications%20(2025).pdf) [Accedido: 05-May-2025].

- [49] ETNO & Analysys Mason, “State of Digital Communications 2023,” ETNO, sept. 2024. [En línea]. Disponible en: [etno-state%20of%20digital%20communications%202023.pdf](#) [Accedido: 05-May-2025].
- [50] K. Lee, A. Gangidi y M. Oldham, “Building Meta’s GenAI Infrastructure,” *Engineering at Meta*, 12 mar. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://engineering.fb.com/2024/03/12/data-center-engineering/building-metas-genai-infrastructure/> [Accedido: 05-jul-2025].
- [51] Netflix Inc., “Open Connect Overview,” Open Connect, mayo 2023. [En línea]. Disponible en: [Open-Connect-Overview.pdf](#) [Accedido: 05-May-2025].
- [52] Netflix Inc., “Netflix will invest more than EUR 1 billion in Spain between 2025 and 2028,” *Netflix News*, 10 jun. 2025. [En línea]. Disponible en: https://about.netflix.com/es_es/news/netflix-will-invest-more-than-eur1-billion-in-spain-between-2025-and-2028 [Accedido: 05-May-2025].
- [53] BEREC, “BEREC preliminary assessment of the underlying assumptions of payments from large CAPs to ISPs,” BoR (22) 137, 7 oct. 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.berec.europa.eu/system/files/2022-10/BEREC%20BoR%20%2822%29%20137%20BEREC_preliminary-assessment-payments-CAPs-to-ISPs_0.pdf. [Accedido: 10-May-2025].
- [54] DICS, “Net Neutrality – UPSC,” *DICS Current Affairs*, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dics.co/current-affairs/net-neutrality-upsc> [Accedido: 10-May-2025].
- [55] Parlamento Europeo y Consejo de la UE, “Reglamento (UE) 2015/2120 relativo al acceso abierto a Internet,” *Diario Oficial de la UE*, L 310, pp. 1–18, 26 nov. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/2120/oj/> [Accedido: 10-May-2025].
- [56] Electronic Frontier Foundation, “FCC Rules Against Comcast for BitTorrent Blocking,” 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.eff.org/deeplinks/2008/08/fcc-rules-against-comcast-bit-torrent-blocking> [Accedido: 13-May-2025].
- [57] U.S. Court of Appeals for the D.C. Circuit, *Comcast Corp. v. FCC*, 600 F.3d 642, 2010. [En línea]. Disponible en: https://en.wikipedia.org/wiki/Comcast_Corp._v._FCC [Accedido: 13-May-2025].
- [58] Ofcom, “Monitoring compliance with the EU Open Internet Regulation,” 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0026/143766/monitoring-compliance-with-the-eu-net-neutrality-regulation.pdf [Accedido: 13-May-2025].
- [59] TRAI, “Prohibition of discriminatory tariffs for data services regulations,” India, 2016. [En línea]. Disponible en: <https://traai.gov.in> [Accedido: 20-May-2025].
- [60] Open Technology Institute, “Paid Prioritization, Peering, and the Shaping of Internet Traffic,” 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.newamerica.org/oti/reports/> [Accedido: 20-May-2025].
- [61] BEREC, “Implementation of Regulation (EU) 2015/2120 – zero-rating cases,” BoR (17) 240, 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.berec.europa.eu/system/files/2017-11/BoR17_240_BEREC_Guidelines.pdf [Accedido: 20-May-2025].
- [62] Parlamento Europeo y Consejo de la UE, “Reglamento (UE) 2015/2120 relativo al acceso abierto a Internet,” *Diario Oficial de la UE*, L 310, pp. 1–18, 26 nov. 2015. [En línea]. Disponible en: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2015/2120/oj/> [Accedido: 23-May-2025].
- [63] The Diplomat, “India’s Telecom Commission Adopts Strict Net Neutrality Regulations,” 7 jul. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://thediplomat.com/2018/07/indias-telecom-commission-adopts-strict-net-neutrality-regulations/> [Accedido: 23-May-2025].

- [64] CNN, "India now has the 'world's strongest' net neutrality rules," 12 jul. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://money.cnn.com/2018/07/12/technology/india-net-neutrality-rules-telecom/index.html>. [Accedido: 3-jun-2025].
- [65] CyberPeace Foundation, "Net Neutrality: India," 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.cyberpeace.org/resources/blogs/net-neutrality-india>. [Accedido: 5-jun-2025].
- [66] M. Á. Garduño, "Distopía digital en China," *Política Exterior*, 7 sept. 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.politicaexterior.com/distopia-digital-en-china/> [Accedido: 05-jun-2025].
- [67] E. Shilton, "La restrictiva realidad de conectarse a internet en Corea del Norte," *Wired España*, 2022. [En línea]. Disponible en: <https://es.wired.com/articulos/restrictiva-realidad-de-conectarse-a-internet-en-corea-del-norte>. [Accedido: 05-jun-2025].
- [68] Neutralidad.es, "La neutralidad en la Red en África es cosa de ciencia ficción," *Neutralidad.es*, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://neutralidad.es/red-africa-ciencia-ficcion/> [Accedido: 05-jun-2025].
- [69] FatsheMetrie, "El meteórico surgimiento de Internet móvil en la República Democrática del Congo: desafíos y oportunidades," FatsheMetrie, 24 jun. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://es.fatshemetrie.org/2024/12/01/evolucion-de-la-conectividad-a-internet-en-africa-desafios-y-oportunidades/> [Accedido: 10-jun-2025].
- [70] Reuters, "FCC reinstates net neutrality rules," 25 abr. 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.reuters.com/technology/us-agency-vote-restore-net-neutrality-rules-2024-04-25/> [Accedido: 5-jul-2025].
- [71] Congress.gov, "Net Neutrality Law: An Overview," CRS Report R46973, 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.congress.gov/crs-product/R46973>. [Accedido: 10-jun-2025].
- [72] Route Fifty, "FCC reinstates net neutrality rules," 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.route-fifty.com/infrastructure/2024/04/fcc-reinstates-net-neutrality-rules/396079/>. [Accedido: 15-jun-2025].
- [73] Torys LLP, "Net neutrality is the general rule: CRTC releases framework to assess differential pricing," Torys Publications, 18 abr. 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.torys.com/fr-ca/our-latest-thinking/publications/2017/04/net-neutrality-is-the-general-rule-crtc-releases-framework-to-assess-differential-pricing>. [Accedido: 18-jun-2025].
- [74] Instituto Federal de Telecomunicaciones, "Lineamientos para la gestión de tráfico y administración de red (Neutralidad de la Red)," IFT, feb. 2020. [En línea]. Disponible en: https://www.ift.org.mx/sites/default/files/neutralidad_de_la_red_v.pdf. [Accedido: 20-jun-2025].
- [75] Derechos Digitales, "Neutralidade de rede na América Latina," set. 2017. [En línea]. Disponible en: https://www.derechosdigitales.org/wp-content/uploads/NeutralidadeRedeAL_SET17.pdf [Accedido: 20-jun-2025].
- [76] Neutralidad.es, "Neutralidad en la red en Australia," *Neutralidad.es*, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://neutralidad.es/tempos-revuelos-neutralidad-red-australia/neutralidad-en-la-red-en-australia/> [Accedido: 20-jun-2025].
- [77] Parlamento Europeo y Consejo, "Reglamento (UE) 2015/2120 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 25 de noviembre de 2015," *Diario Oficial de la Unión Europea*, L 310/1, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2015-82352>. [Accedido: 20-jun-2025].
- [78] Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC), "Informe de seguimiento de la neutralidad de la red," 2023. [En línea]. Disponible en: https://avance.digital.gob.es/banda-ancha/Informesneutralidadred/NN_informe_ESPANA_2020.pdf. [Accedido: 20-jun-2025].

[79] Comisión Europea, “State of the Digital Decade 2023 report,” 2023. [En línea]. Disponible en: <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/2023-report-state-digital-decade>. [Accedido: 05-jul-2025].

[80] S. Qiang, “The Road to Digital Unfreedom: President Xi’s Surveillance State,” *Journal of Democracy**, vol. 30, no. 1, pp. 53–67, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.journalofdemocracy.org/articles/the-road-to-digital-unfreedom-president-xis-surveillance-state/> [Accedido: 05-jul-2025].

[81] Freedom House, “Freedom on the Net 2024 – China,” 2024. [En línea]. Disponible en: <https://freedomhouse.org/country/china/freedom-net/2024>. [Accedido: 05-jul-2025].

[82] G. King, J. Pan y M. E. Roberts, “How Censorship in China Allows Government Criticism but Silences Collective Expression,” *American Political Science Review**, vol. 107, no. 2, pp. 326–343, 2013. [En línea]. Disponible en: <https://gking.harvard.edu/publications/how-censorship-china-allows-government-criticism-silences-collective-expression>. [Accedido: 05-jul-2025].

[83] Access Now, “How’s your country on Net Neutrality?,” Access Now, 11 ago. 2015, actual. 13 ene. 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.accessnow.org/how-your-country-on-net-neutrality/>. [Accedido: 05-jul-2025]