

Septiembre de 2020

# El Modo Internet de Interconectarse

## Definición de las propiedades esenciales de Internet

# Índice

Resumen ejecutivo .....	3
Propiedad esencial 1: Una infraestructura accesible con un protocolo común.....	4
Propiedad esencial 2: Una arquitectura abierta de componentes básicos interoperables y reutilizables .....	5
Propiedad esencial 3: Gestión descentralizada y un único sistema de enrutamiento distribuido.....	6
Propiedad esencial 4: Identificadores globales comunes.....	7
Propiedad esencial 5: Una red de uso general y neutralidad tecnológica.....	8

## Resumen ejecutivo

**A fines de mantener el valor de Internet para nuestro futuro,  
debemos reconocer y proteger lo que lo hace único.**

¿Qué hace que Internet sea "Internet"? Hubo muchos tipos de redes de computadoras, pero ninguno de ellos fue adoptado por tanta gente a escala global e integrado a la vida cotidiana. ¿Qué tiene Internet como una "red de redes" que se ha convertido en una herramienta global esencial y un espacio completamente nuevo para la innovación, el crecimiento y la transformación?

Internet le debe su éxito no solo a la tecnología, sino a la forma en que funciona y evoluciona. Internet ofrece oportunidades sin precedentes para promover la comprensión social y cultural. El entorno en línea permite a las personas conectarse, hablar, innovar, compartir, aprender y organizarse. Existen prácticamente infinitas oportunidades en las que podemos usar Internet como una fuerza para el bien. Para garantizar que podamos seguir usándola de esta manera, debemos reconocer y proteger sus propiedades esenciales.

Internet Society ha identificado las propiedades esenciales que definen el Modo Internet de Interconectarse y que sustentan el crecimiento y la adaptabilidad de Internet. Los beneficios de estas propiedades han facilitado el desarrollo económico y tecnológico que Internet ha llevado a todo el mundo.

Las tecnologías y los modelos de negocio específicos pueden aparecer y desaparecer, pero el Modo Internet de Interconectarse ha sido una base constante para su éxito desde el principio. Para que la Internet del futuro sea tan innovadora y sostenible como lo ha sido hasta ahora, las propiedades esenciales deben guiar su evolución.

Usar el Modo Internet de Interconectarse como una lente a través de la cual vemos los desarrollos de políticas y tecnología nos ayudará a garantizar que la Internet del mañana sea abierta y dinámica para todas las personas.

Si bien las propiedades esenciales son los pilares básicos del Modo Internet de Interconectarse, se manifiestan a través de los beneficios que brindan a cualquiera que use, construya, desarrolle y opere varios componentes del ecosistema de Internet.

Propiedad esencial	Beneficios
<b>1</b> Una infraestructura accesible con un protocolo común que sea abierta y tenga pocas barreras de acceso.	El acceso sin restricciones y los protocolos comunes brindan conectividad global y fomentan el crecimiento de la red. A medida que se conectan más y más participantes, el valor de Internet aumenta para todos.
<b>2</b> Arquitectura abierta de componentes básicos interoperables y reutilizables basada en procesos de desarrollo de estándares abiertos adoptados voluntariamente por una comunidad de usuarios	La arquitectura abierta crea servicios interoperables comunes, que brindan innovación rápida y sin necesidad de permisos en todas partes. El proceso de estandarización inclusiva y la adopción impulsada por la demanda garantizan que se adopten cambios útiles, mientras que los que innecesarios desaparecen.
<b>3</b> Gestión descentralizada y un único sistema de enrutamiento distribuido que es escalable y ágil	El enrutamiento distribuido ofrece una red resiliente y adaptable de redes autónomas, lo que permite optimizaciones locales mientras se mantiene la conectividad mundial.
<b>4</b> Identificadores globales comunes que son inequívocos y universales	Un conjunto de identificadores comunes ofrece una direccionalidad uniforme y una visión coherente de toda la red, sin fragmentación ni fracturas.
<b>5</b> Una red de uso general y neutralidad tecnológica que es simple y adaptable	La generalidad brinda flexibilidad. Internet atiende continuamente a una comunidad diversa y en constante evolución de usuarios y aplicaciones. No requiere cambios significativos para secundar este entorno dinámico.

### Propiedad esencial 1: Una infraestructura accesible con un protocolo común

No se necesita permiso de una autoridad central para conectarse a Internet. Se encuentra un punto cercano, se hacen arreglos para conectarse y ya se está en Internet. La red se amplía con los diferentes tipos de organizaciones que se conectan a ella. No existe una política internacional sobre quién puede conectarse o qué se debe pagar. Estos factores son impulsados en gran medida por el mercado, no por una autoridad centralizada. Los nodos individuales se conectan a Internet usando diferentes conexiones físicas (por ejemplo: LAN inalámbrica, Ethernet, DSL) y usando una variedad de tecnologías de red subyacentes. Sin embargo, cada conexión de hardware se presenta, eventualmente, como una interfaz de conmutación de paquetes y cada nodo tiene disponible un protocolo de capa de red abierto común: el Protocolo de Internet (IP).

Esta infraestructura abierta y accesible ofrece varios beneficios clave: el primero es la conectividad global, que reúne a los participantes de todo el mundo y les permite comunicarse entre sí. El segundo es el crecimiento: la red continúa creciendo porque los participantes encuentran valor en la conexión, lo que continúa creando aún más valor para todos los que están conectados. Un usuario de Internet que intenta usar una nueva aplicación no tiene que hacer preguntas como "¿Están ejecutando el mismo protocolo que yo?" o "¿Puedo acceder a su parte de Internet desde mi parte de Internet?" De hecho, es posible que la mayoría de los usuarios de Internet ni siquiera sepan hacer estas preguntas, porque el modelo abierto de Internet significa que no tienen que pensar en tales cosas. La red está abierta a cualquier persona que desee participar, como un consumidor, un

proveedor de información, un constructor de infraestructura o un académico que quiera estudiar cómo encaja todo.<sup>1</sup> Sin una autoridad central que dicte quién, cómo y dónde se hacen las conexiones, la red puede crecer orgánicamente para atender las necesidades de sus usuarios.<sup>2</sup> Una vez que una red ha superado la tarea básica de conectarse a Internet, forma parte de la Internet global.

La Internet accesible asume un enfoque de crecimiento basado en el mercado, que tiene el efecto de privar de derechos a quienes carecen de los medios para financiar la conectividad y los servicios. Si no tiene dinero para pagarla, es posible que no exista una razón comercial para que alguien extienda Internet a su hogar o negocio. Internet es abierta, pero esto no significa que todos tengan acceso en un mercado orgánico. En áreas donde los usuarios de Internet tienen pocas opciones en cuanto a proveedores de servicios y conexiones, los beneficios de esta propiedad esencial pueden verse disminuidos: los usuarios de Internet pueden ver una Internet menos accesible.

Cuando falta la propiedad de un protocolo común, los usuarios no experimentan todo el valor de Internet. Por ejemplo: Internet está experimentando una transición de IPv4 a IPv6. Durante ese período de transición, algunos usuarios pueden estar "en Internet", pero sin poder conectarse a algunas aplicaciones porque una está en IPv4 y la otra en IPv6. El peligro de perder la conectividad y, por tanto, de fragmentar Internet es una de las razones por las que la transición ha tardado tanto y ha resultado tan cara: nadie quiere violar esta propiedad esencial y aislarse del resto de la red.

## Propiedad esencial 2: Una arquitectura abierta de componentes básicos interoperables y reutilizables

Internet proporciona servicios bien definidos y conocidos a aplicaciones que utilizan una arquitectura abierta y simple. Los componentes básicos de tecnología se ensamblan en capas y trabajan juntos para brindar servicios a aplicaciones y a usuarios finales. Cada componente básico ofrece una función específica, como admitir diferentes tipos de redes, garantizar un transporte confiable, habilitar la seguridad o proporcionar resolución de nombres.<sup>3</sup> Cualquiera puede agregar innovación en cualquier momento<sup>4</sup>, y los usuarios de Internet pueden adoptar (o rechazar) esos componentes básicos que aportan valor sin rediseñar toda la red. Cuando los componentes básicos de nuevos servicios comunes son fáciles de construir e instalar, se acelera la implementación y la innovación.

**Esta arquitectura abierta ofrece un beneficio clave: los servicios interoperables comunes y los componentes básicos reutilizables permiten una innovación rápida y sin permisos en todas partes.** Un diseñador de aplicaciones no tiene que partir de los principios básicos y preguntarse por la arquitectura y la tecnología de la red subyacente. En cambio, la arquitectura de Internet ofrece un menú de opciones fácil de entender que permite una rápida implementación e innovación. Incluso las incertidumbres como si la red subyacente es IPv4 o IPv6 se minimizan desde la perspectiva del diseñador de la aplicación, porque los componentes básicos responsables de las funciones de transporte ocultan estas diferencias.<sup>5</sup>

- 
- 1 Desde ya, las condiciones locales también deben crear una infraestructura básica a fin de unir a los usuarios y la tecnología para conectarse, lo que puede ser un desafío en algunos entornos. Sin embargo, el valor de Internet es lo suficientemente alto como para crear una demanda que puede generar cambios en la infraestructura local que ayuden a conectar más usuarios. El modelo abierto y accesible funciona en todo el mundo.
  - 2 Si bien no hay necesidad de un guardián de acceso, la política nacional interviene ocasionalmente para debilitar la accesibilidad de Internet. El resultado, casi universalmente, es que los usuarios finales eluden estas políticas para conectarse y utilizar los servicios de Internet. Esto, en sí mismo, es una fuerte evidencia del valor de una red abierta y accesible.
  - 3 Los ejemplos de los componentes básicos incluyen protocolos de redes inalámbricas IEEE 802.11 o TCP que garantizan un transporte fiable de datos entre dos sistemas finales.
  - 4 Para tener la posibilidad de ser adoptada, la innovación debe cumplir con ciertos requisitos, como interoperar con otros componentes básicos relevantes. La estandarización puede ser esencial para la adopción, especialmente para los componentes básicos fundamentales.
  - 5 Un influyente artículo de Saltzer, et al. publicado en 1984, "Argumentos de extremo a extremo en el diseño de sistemas", ofreció un argumento detallado de por qué Internet debería retener esta arquitectura en capas e impulsar servicios como los protocolos de la capa de transporte orientada a la conexión y sin conexión a los extremos de la red, e influyó en los primeros diseñadores de Internet

La estructura de los componentes básicos de Internet tiende a impulsar la innovación hacia arriba, ya que los desarrolladores construyen sobre lo que existe, brindando servicios mejores y más creativos, sin la necesidad de hacer cambios en la tecnología subyacente.

El proceso de estandarización está abierto a todas las partes interesadas e informadas, y los resultados de este proceso se implementan de forma voluntaria. Los cambios se adoptan cuando satisfacen un propósito y los que no son necesarios mueren. Incluso cuando algunos de los componentes básicos son de dominio privado (la API de Google Maps, por ejemplo), sus definiciones son lo suficientemente abiertas como para permitir el desarrollo y la implementación descentralizados, evitando la osificación.

La importancia de estos componentes básicos abiertos e interoperables se puede ver cuando encontramos partes de la red cerradas. Por ejemplo, los firewalls de Internet operan a un nivel en el que "administran" las conexiones TCP y UDP de la capa de transporte entre los nodos finales.<sup>6</sup> Estos dispositivos tienen una vista mucho más estática de Internet. Esto significa que incluso si dos sistemas finales acuerdan ejecutar un nuevo protocolo de transporte, puede ser difícil implementar este protocolo en Internet porque muchos firewalls de Internet no tendrían la capacidad de controlarlo y, por lo tanto, lo bloquearían.

La rápida innovación en Internet está respaldada por la capacidad de un diseñador de aplicaciones para aprovechar los servicios en capas bien definidos. Este es un gran beneficio tanto para la aplicación como para sus usuarios. Por ejemplo, el conocido protocolo TLS proporciona un servicio de seguridad definido para cualquier aplicación, eliminando la necesidad de crear este mecanismo desde cero. La experiencia ha demostrado que intentar reinventar la seguridad en lugar de utilizar los componentes básicos estándar, como TLS, a menudo resulta en peligros y fallas de seguridad. Si bien Internet no está libre de fallas, la capacidad de los diseñadores de seguridad para reutilizar los componentes básicos como TLS ofrece una mayor seguridad a un costo menor.

### Propiedad esencial 3: Gestión descentralizada y un único sistema de enrutamiento distribuido

Como red de redes, la infraestructura de Internet se basa en casi 70.000<sup>7</sup> redes independientes que eligen colaborar y conectarse entre sí. Cada una de estas redes ejecuta un protocolo abierto común (Protocolo de Puerta de Enlace de Frontera, BGP) que le permite intercambiar información de enrutamiento con las redes vecinas. Y cada una de estas redes toma decisiones independientes sobre cómo enrutar el tráfico a las redes vecinas, en función de sus propias necesidades y requisitos locales. No hay una dirección central o un controlador que dicte cómo y dónde se hacen las conexiones, por lo que la red crece orgánicamente, impulsada por los intereses locales.

El sistema de enrutamiento distribuido ofrece varios beneficios clave: alcance global, resiliencia y conectividad optimizada. Cada organización que se une a Internet selecciona cómo se conectan y cómo se enrutan sus datos en función de los requisitos locales. Pueden optimizar el funcionamiento de su conexión a Internet para satisfacer sus necesidades: precio, servicios disponibles, ancho de banda de conexión, fiabilidad o calidad, etc. No se requiere una coordinación central porque todos los acuerdos y decisiones políticas son entre la organización que se conecta y las redes vecinas. No es necesario solicitar un permiso de alguna

---

para que se adhirieran rígidamente a este modelo. [J. H. Saltzer et al, End-to-End Arguments in Systems Design, ACM Transactions on Computer Systems, vol. 2, nro. 4, noviembre de 1984, páginas 277-288. <https://doi.org/10.1145/357401.357402>

- 6 Los firewalls y dispositivos similares, como balanceadores de carga, traductores de direcciones y escáneres de seguridad, a menudo se denominan "elementos intermedios" porque se ubican "en el medio" de dos nodos finales, cambiando el modelo en capas para que los dos nodos finales no estén realmente comunicados de manera directa a través de una capa de red subyacente. Los elementos intermedios bien diseñados minimizan la interrupción del modelo en capas de Internet al ayudar a preservar las comunicaciones de extremo a extremo. En la medida en que los elementos intermedios interrumpen el modelo en capas, esta propiedad esencial se ve comprometida. Por esta razón, los elementos intermedios son una de las tecnologías con las que los ingenieros de Internet tienen una relación amor-odio.
- 7 Estos son "sistemas autónomos", cada uno de los cuales representa una entidad administrativa separada que puede tener cientos de redes internas. El martes 23 de junio de 2020, hubo 68.577 rutas publicitarias de Sistemas Autónomos en la Internet global.

autoridad central para conectarse a Internet.<sup>8</sup> La capacidad de tomar decisiones independientes a nivel regional, local o hiperlocal permite que Internet sea más ágil, escalable y adaptable a las necesidades de sus usuarios.

Sin embargo, la falta de una autoridad central de enrutamiento dentro de Internet también tiene sus desventajas. Sin la aplicación de una política común, tanto el error humano como la mala intención deliberada pueden provocar interrupciones en la conectividad y problemas de seguridad, como el espionaje del tráfico de Internet o la suplantación de una organización. Al adoptar un enfoque colaborativo hacia el enrutamiento, Internet depende de la presión de pares y la acción de la comunidad para resolver los problemas, y la resolución suele ocurrir muy rápidamente una vez que la comunidad ha identificado el problema.<sup>9</sup>

En ausencia de un sistema de enrutamiento distribuido común, Internet perdería tanto agilidad como escalabilidad. Sería imposible adaptar las decisiones y los requisitos locales sin actualizar el controlador central. Aplicar el enrutamiento centralizado, o incluso el enrutamiento regional, elimina la capacidad de los usuarios finales de elegir la mejor conectividad para sus necesidades, crea problemas de escalabilidad, trae desventajas económicas e inevitablemente degrada la resiliencia y el rendimiento de una red tan grande como Internet.

## Propiedad esencial 4: Identificadores globales comunes

Internet es una infraestructura que admite aplicaciones complejas, algunas de ellas tan grandes que se extienden por los continentes y tienen millones de servidores que cooperan para respaldarla. Los usuarios de Internet ven elegantes interfaces ocultas detrás de un solo nombre: Google, Facebook, Microsoft y otros. Pero existe un elemento común que permite a todos los usuarios conectarse a las aplicaciones que utilizan: las direcciones IP. Cada bit de datos que fluye entre la computadora de un usuario y las aplicaciones que se utilizan está en un paquete IP, y cada paquete IP tiene una dirección que indica a dónde va. Estas direcciones IP permiten que dos sistemas cualesquiera en Internet se encuentren entre sí, sin confusiones.

Tener identificadores globales comunes ofrece un beneficio clave: direccionalidad consistente. El espacio común de identificadores, debajo de todos los distintos niveles de aplicación, ofrece una vista coherente de toda la red. Desde cualquier punto de Internet, se puede pasar un pequeño paquete de información de una computadora a otra, cada una examinando los mismos bits (la dirección) para identificar un destino con claridad. Cuando se utiliza según su diseño, la dirección IP no está sujeta a abreviaturas o interpretaciones: las direcciones IP no pueden ser confusas ni ambiguas. El espacio común de identificadores parece algo tan pequeño, pero la congruencia que ofrece a Internet es una propiedad esencial.

Existe otro grupo de identificadores que se vincula estrechamente a las direcciones IP: los nombres de dominio admitidos por el Sistema de Nombres de Dominio (DNS) de Internet. El DNS tiene muchos usos, pero el más común es la creación de un mapeo coherente entre nombres y direcciones IP. La consistencia del DNS desempeña un papel importante a la hora de brindar un servicio fiable y predecible a todos los usuarios de Internet.

Podemos ver cuán esencial es un solo espacio común de identificadores globales al observar lo que sucede cuando esta propiedad esencial se ve amenazada. El ejemplo perfecto es la transición continua de las direcciones IPv4 más cortas a las direcciones IPv6 más largas y abundantes. Las direcciones IPv6 son cada vez más necesarias porque simplemente no hay suficientes direcciones IPv4 para satisfacer el crecimiento de Internet. Pero con la introducción de las direcciones IPv6, ahora existen dos espacios de identificadores

---

8 Para aprovechar al máximo el enrutamiento distribuido, una organización que se conecte a Internet necesita solicitar un número de Sistema Autónomo (número AS), así como un bloque de direcciones IP asignadas por los Registros Regionales de Internet que tienen por lo general tarifas de mantenimiento continuo. Sin embargo, los Registros no tienen información, influencia o conocimiento de cómo la organización solicitante se conecta a Internet o enruta su tráfico.

9 Consulte, por ejemplo, las "Normas mutuamente acordadas para la seguridad del enrutamiento", en <https://www.manrs.org/>, donde los actores de la industria demuestran su compromiso con la seguridad de enrutamiento mediante la adopción voluntaria de un conjunto de prácticas y, por lo tanto, creando un entorno más seguro.

globales, y si un dispositivo tiene una dirección en un espacio, es posible que no pueda llegar al otro. El desafío es que cada familia de direcciones es incompatible con la otra, lo que significa que un dispositivo con una dirección IPv4 no puede intercambiar datos o "hablar" con un dispositivo IPv6 sin necesidad de traducir la dirección. Esto crea una fragmentación de Internet, y la resistencia a esta fragmentación es una de las razones por las que la transición de direcciones IPv4 a direcciones IPv6 está tardando tanto.

El espacio de identificadores globales comunes de direcciones IP significa que los usuarios individuales y los administradores de red tienen una vista única de la red. Sin estos identificadores globales comunes, tendríamos que construir puertas de enlace especiales, instalar traductores y crear tablas de mapeo para mantener todo conectado. La fractura de otros espacios de nombres, como el DNS, también crea costos adicionales, gastos generales y fricción dentro de la red. La utilidad de Internet se reduciría y se desperdiciarían recursos. En cambio, con identificadores globales comunes, uniformes y predecibles, Internet, una enorme "red de redes", actúa como una única red conectada.

## Propiedad esencial 5: Una red de uso general y neutralidad tecnológica

Los usos más populares de Internet han cambiado drásticamente desde sus primeros días: las terminales remotas y la transferencia de archivos dieron paso al correo electrónico y los sistemas de comunicación colaborativa simples, que evolucionaron hacia la navegación web, las redes sociales y la transmisión multimedia. Esto fue posible porque Internet fue diseñada como una red de uso general, no optimizada para voz, patrones de uso particulares o características especiales de tráfico. Internet es completamente agnóstica sobre el tipo de contenido que fluye a través de ella: no garantiza ni calidad ni conectividad, pero brinda suficiente de ambas para constituir una capa base para los servicios de información, comercio, comunicaciones, recreación y más.

El beneficio de una red de uso general es su capacidad para satisfacer continuamente los requisitos de un entorno diverso y en constante evolución. Sin un propósito específico en mente, la red atiende las necesidades de comunicaciones de datos de miles de millones de personas, a través de un número infinito de aplicaciones, todas haciendo cosas diferentes al mismo tiempo. Internet se ha adaptado a tantos usos que está desplazando a otros tipos de redes. Las líneas telefónicas de voz en el mundo tuvieron su auge hace 15 años, reemplazadas en parte por la telefonía a través de Internet. Los servicios de transmisión de películas y televisión se están brindando a través de Internet, reemplazando parcialmente la programación difundida a través de las redes de televisión por cable y satélite. Y debido a que Internet no está sujeta a ninguna tecnología de transmisión de datos en particular, puede reutilizar la infraestructura de televisión por cable y satélite como redes de comunicaciones de datos, incorporándolas también a Internet. Los componentes básicos responsables de los servicios además del reenvío de paquetes de mejor esfuerzo, como el transporte fiable o aplicaciones específicas, residen en los nodos finales de Internet y, por lo tanto, se pueden reorganizar para lograr el resultado deseado sin la necesidad de coordinación global o de hacer cambios fundamentales al diseño de las redes subyacentes. Este enfoque arquitectónico a menudo se denomina argumento o principio de extremo a extremo<sup>10</sup>.

El uso general de Internet tiene sus inconvenientes: si bien Internet se puede utilizar para muchas cosas, no está especialmente diseñada para hacer bien ningún trabajo en particular. Por ejemplo, sin mecanismos generalizados para el control de la congestión y la calidad del servicio, o la capacidad de administrar de manera centralizada la capacidad y la escalabilidad de la red, los servicios de transmisión han tenido que establecer elaborados sistemas de almacenamiento en caché para atender a sus suscriptores, es decir, garantizar que puedan ver videos de alta definición o jugar juegos de realidad virtual sin una carga de búfer interminable. Pero este desarrollo también demuestra la capacidad de Internet para ajustar, adaptar y construir sobre la base, o modificar partes de ella.

---

10 <https://web.mit.edu/Saltzer/www/publications/endtoend/endtoend.pdf>



Si bien las redes que constituyen Internet pueden haberse construido para fines específicos, con el diseño general no fue así. Si lo hubiese sido, Internet no habría podido admitir otros tipos de aplicaciones. Por ejemplo, las primeras redes telefónicas digitales se optimizaron para voz, ofreciendo llamadas con mayor calidad y mayor eficiencia que la que ofrecía Internet. Sin embargo, estas redes tuvieron que ser reformadas por completo para ofrecer una nueva función, digamos una videollamada, conllevando un gran costo y una dificultad considerable. Es posible que una red de uso general no esté perfectamente optimizada para cada nueva aplicación, pero puede admitir la mayoría de las aplicaciones nuevas. Un diseño de Internet de uso general y duradero permite a los innovadores perseguir, sin necesidad de un permiso, sus ideas conociendo los beneficios y desventajas de la red, lo que permite un avance rápido mientras que, en comparación, los cambios de red son pequeños y graduales.