

# Propuestas para la medición **de infraestructura digital** *en México*

## Proposals for Measuring Digital **Infrastructure in Mexico**

Clara Luz Álvarez\*



La infraestructura digital (ID) es esencial para aquellas que son estratégicas y críticas, por lo que su medición se convierte en imperativo. Este artículo busca dar una primera aproximación a propuestas para ello, en el ámbito de las telecomunicaciones en el país, como instrumento para las políticas públicas y de inversión. Se presenta,

Digital infrastructure (DI) is essential for those that are strategic and critical, so its measurement becomes imperative. This article seeks to provide a first approach to proposals for it, in the field of telecommunications in the country, as an instrument for public and investment policies. First, it presents what would comprise the ID,

\* Universidad Panamericana, calvarezg@up.edu.mx.

primero, lo que comprendería la ID, lo relacionado con su propiedad pública, privada o social, de entes locales, nacionales o globales; y con diferentes niveles de sofisticación. Enseguida, se hace referencia a los repositorios que contienen información sobre esta tecnología en México, los aspectos de medición a considerar en cuanto a inventario físico o con base en inversión y, para finalizar, a las conclusiones y propuestas.

**Palabras clave:** infraestructura digital; medición; telecomunicaciones; espectro radioeléctrico.

**Recibido:** 29 de febrero de 2024.

**Aceptado:** 1 de julio de 2024.

## Introducción

La infraestructura digital (ID) —que comprende las redes y los sistemas de telecomunicaciones— es esencial para un sinnúmero de otras de carácter estratégicas y críticas sin las cuales sería impensable el funcionamiento de la sociedad, política y economía de un país (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, OCDE, 2021). Además, el establecimiento de políticas públicas encaminadas a la equidad y justicia precisan, necesariamente, de conocer qué tipo de infraestructura existe (Lardé *et al.*, 2014).

Para el caso de la ID, la eliminación de la brecha digital requiere tener conocimiento de qué tipo de infraestructura de telecomunicaciones existe, dónde está desplegada, cuál es su capacidad y vida útil, así como quiénes son propietarios de esta. De ahí que poder medirla y ampliar la valoración al resto de la digital se convierta en un imperativo.

Sin menospreciar la dificultad que representa la medición de cualquier tipo de infraestructura, el caso de la digital tiene múltiples retos adicionales, de entre los cuales se encuentran la rápida evolución tecnológica y el surgimiento de nuevos componentes de lo que debe estimarse como ID. El artículo tiene como objetivo dar una primera aproximación a propuestas para su valoración en el ámbito de las telecomunicaciones en México como instrumento para las políticas públicas y de inversión que delinee aspectos para futuras investigaciones y acciones.

related to its public, private or social ownership, of local, national or global entities, and with different levels of sophistication. Next, reference is made to the repositories containing information on this technology in Mexico, the measurement aspects to be considered in terms of physical inventory or based on investment and, finally, the conclusions and proposals.

**Key words:** digital infrastructure; measuring; telecommunications; radio spectrum.

## 1. Infraestructura digital

El término infraestructura es un concepto que tradicionalmente evocaba a algo físico, palpable con los sentidos, sin embargo, hoy en día, este debe comprender también inversiones realizadas en *software*, que en algunos casos no será posible distinguir de las destinadas a estructuras físicas (van de Ven, 2021).

Debe señalarse que la ID es un concepto que engloba diferentes componentes de lo que forma el ecosistema del mundo digital, incluyendo las redes de telecomunicaciones (RT), los puntos de intercambio de internet (*Internet Exchange Points* o IXP), centros de datos y redes de distribución de contenidos (*Content Distribution Networks* o CDN). Enseguida, se expondrán brevemente estos componentes, así como a quién pertenece la infraestructura en México.

### 1.1. Redes de telecomunicaciones

Existen diferentes tipos de estas según la clase de servicio que presten (p. ej. telefonía, acceso a internet, televisión), de si hay o no movilidad (servicio fijo versus móvil) y si son terrestres o satelitales.<sup>1</sup> Las RT están interrelacionadas, y una comunicación puede utilizar infraestructura de varios tipos de redes para prestar servicios de punta a punta.

<sup>1</sup> Para más información sobre los servicios y medios de transmisión de redes de telecomunicaciones, véase Álvarez, 2013 y para los sistemas satelitales, Álvarez, 2023.

Adicionalmente, las RT tienen tecnología tanto de vanguardia como anterior o legada (*legacy*). La medición de infraestructura deberá considerar esto, pues la *legacy* puede ser más costosa de mantener que la de vanguardia, por ejemplo.

Las redes de telecomunicaciones se están virtualizando, es decir, se ha incrementado el uso de *software* con el cual se sustituyen las funcionalidades que antes se prestaban por *hardware* (*Network Function Virtualization* o NFV)<sup>2</sup> y, a través de *software*, se puede programar y gestionar la red de manera centralizada (*Software Defined Network* o SDN)<sup>3</sup> (Gijrath, 2021; Madi *et al.*, 2021).

La virtualización de las redes para efectos de medición de infraestructura hace que deba considerarse un incremento sustancial en las inversiones en *software* y sus actualizaciones.

## 1.2. IXP, centros de datos y CDN

La ID va más allá de lo que tradicionalmente se consideraban las redes de telecomunicaciones, para abarcar también los IXP, centros de datos y redes de distribución de contenidos.

### IXP

La existencia de múltiples propietarios de RT, la necesidad de que las redes estén interconectadas y de que se haga un uso más eficiente de estas ha conducido a la creación de puntos de intercambio de internet. Estos también pueden considerarse componentes a incluir como infraestructura digital en las mediciones.

<sup>2</sup> La NFV reemplaza el *hardware* que anteriormente prestaba ciertas funciones de la red con *software* (máquinas virtuales), de tal suerte que, en lugar de utilizar diferentes tipos de *hardware* para distintas funcionalidades, ahora ocupa *hardware* estándar donde se instalan las máquinas virtuales que dan origen a la NFV, las cuales pueden funcionar sin SDN.

<sup>3</sup> El SDN separa las funciones de control de la red (p. ej. rutear o conducir o dirigir el tráfico) con las funciones de envío (de tráfico) con la finalidad de que se pueda programar y gestionar la red de manera centralizada. Las SDN pueden funcionar tanto con redes físicas como con las NFV.

### Centros de datos

La era digital está ligada a estos, y la OCDE propuso que se incluyan en la definición de la ID (van de Ven, 2021). Son instalaciones físicas que cuentan con los *hardware* y *software* necesarios tanto para almacenar y procesar datos como para el uso de aplicaciones (p. ej. *Enterprise Resource Management* o ERP) (CISCO, 2024).

Los centros de datos pueden ser de una empresa para su propia operación o bien, lugares que prestan servicios a terceros mediante esquemas diversos.<sup>4</sup> Con la creciente necesidad de aprovechar los datos masivos (*Big Data*) y con el uso de inteligencia artificial para distintas actividades, la medición de la ID debiera considerarlos.

Al existir diferentes tamaños de estos, la medición pudiera ser en relación con los centros de datos de grandes dimensiones por ser los que pueden proveer servicios a múltiples partes.

### CDN

Estas han surgido ante el incremento del tráfico en las redes y buscan que los contenidos estén más cerca de las personas usuarias. Perfeccionan la latencia (disminución del tiempo de acceso a datos), reducen la congestión de las redes y mejoran la experiencia de quienes las utilizan (IBM, 2024).

Las CDN son como almacenes de contenidos que los acercan. Válgase la siguiente analogía: en una ciudad, los productos están en la central de abastos y las tiendas de barrio son las CDN, que permiten que las personas vayan ahí con el fin de adquirirlos en lugar de tener que desplazarse de ida y vuelta al centro distribuidor para comprar lo que van a consumir.

Es debatible si se deben incluir o no las CDN en las mediciones de ID, pero no se pueden descartar de la

<sup>4</sup> Los modelos de negocios en relación con los servicios ofertados por los centros de datos han evolucionado y pueden proporcionar el alojamiento, el procesamiento y la utilización de las aplicaciones de una empresa, ya sea en sitio o a través de la nube.

valoración *a priori*. De ahí que prefiera dejar mencionada su existencia para una reflexión futura.

### 1.3. De quién es la infraestructura digital

La ID es propiedad de los sectores público, privado o social. Dentro de ellos existen de gran tamaño con presencia mundial, algunos nacionales y otros de redes locales y pequeñas. Lo anterior hace que hablar de propietarios de infraestructura digital comprenda personas y entidades con diferentes niveles de sofisticación. Esto debe estar presente al decidir sobre la información que se recabará de estos. No es lo mismo solicitar datos pormenorizados a una empresa de RT o centros de datos a escala global que a una red de telecomunicaciones comunitaria en la sierra de Oaxaca.

La distribución geográfica de la ID para efectos de medición es de la mayor relevancia. En países como México, con una desigual distribución de la riqueza y disponibilidad de infraestructura (García-Mora y Mora-Rivera, 2023), las mediciones macro de la infraestructura digital ocultarán las disparidades y restarán utilidad para el diseño e implementación de políticas públicas que contribuyan a reducir las brechas de acceso a la ID y al pleno ejercicio de derechos humanos. De ahí que sea indispensable vincular su valoración con la ubicación física.

## 2. ¿Qué información existe en México hoy y dónde?

Se encuentra dispersa en diferentes repositorios o inventarios, algunos de los cuales pueden ser de acceso restringido a cargo de particulares o entidades gubernamentales y otros, de carácter público. Adicionalmente, las finalidades de cada uno de estos pueden ser diversas (p. ej. incentivar la compartición de infraestructura por parte del regulador de telecomunicaciones versus el inventario de la de una empresa) y también diferir en el nivel de desagregación de los elementos que forman la infraestructura (p. ej. eNodeB con indicador de marca y modelo versus el número de postes para desplegar cable).

En el caso de la información e inventarios de infraestructura de telecomunicaciones a cargo de particulares, puede tratarse de aquella de operadores de telecomunicaciones o empresas que se dedican a desplegarla para después arrendarla a los operadores; también están las instancias gubernamentales que prestan estos servicios (p. ej. la CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos y el Sistema Satelital Mexicano, a través de Financiera del Bienestar) o que tienen RT para su propia operación (p. ej. la Comisión Federal de Electricidad) y deben tener información e inventarios de su infraestructura de telecomunicaciones (CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos, 2019).

Es importante destacar que la manera en la cual cada particular o entidad gubernamental registra su infraestructura puede variar, además de que la vida útil de esta puede o no estar contemplada más allá de la depreciación fiscal y contable.

El Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT), como instancia reguladora, cuenta con:

- a) Datos de la inversión privada en infraestructura en México en el Banco de Información de Telecomunicaciones (IFT, s/f). Esta incluye instalaciones para la operación, adiciones o modificaciones a las ya existentes para utilización por un amplio periodo (p. ej. equipos de conmutación, señalización, sincronización, transmisión, fuerza eléctrica y clima; compra de terrenos y/o edificios asociados al servicio). Se excluye el costo de licencias por uso de frecuencias del espectro radioeléctrico, gastos en investigación y desarrollo, empleo de recursos económicos en *software* y equipos de telecomunicaciones para uso interno (IFT, 2021).
- b) El Sistema Electrónico de Gestión (SEG), el cual tiene información sobre infraestructura de los agentes preponderantes, es decir, del grupo corporativo de América Móvil. El objetivo del SEG es que otros operadores puedan expandir su servicio en áreas donde no tienen infraestructura compartiendo aquella del agente preponderante, para lo cual se les provee acceso al Sistema. Dentro de la información disponible y

georreferenciada está la de ductos, postes, pozos, torres, sitios, predios y espacios físicos.

- c) El Sistema Nacional de Información de Infraestructura (SNII) pretende llegar a ser una base de datos nacional georreferenciada de cierta infraestructura activa y pasiva, la cual será alimentada con las aportaciones de concesionarios, autoridades de los tres órdenes de gobierno y particulares que ofrezcan sitios para realizar instalaciones. El acceso al Sistema estará restringido a operadores de telecomunicaciones actuales y potenciales, así como para autoridades de seguridad y procuración de justicia. El SNII tendrá componentes de la red desagregados e información detallada que incluya el tipo, la marca y el modelo de un equipo (p. ej. de una antena o una central) (IFT, 2019). Durante el 2024, recibirá la carga de datos por parte de los concesionarios (IFT, 2024).

### 3. ¿Medición de inventario, inversión o ambos?

Los retos para medir lo que es la ID, de acuerdo con Bennett *et al.* (2020), incluyen: 1) la evolución tecnológica; 2) la insuficiencia de datos granulares en las cuentas nacionales; 3) definir qué activos forman parte de la ID, pues los hay que también se utilizan para otros fines; 4) que el *software* y *hardware*, activos de centros de datos, pueden caer en otras categorías que nada tienen que ver con estos, por lo cual puede ser difícil aislar los activos de unos y otros; 5) que si bien la inversión en activos de ID ha crecido debido a inversiones en el sector de comunicaciones, la parte relativa a *software* y propiedad intelectual también lo ha hecho, mientras que la de estructuras (p. ej. radiobases de celular) ha disminuido; y 6) las tasas de depreciación de *software* y *hardware* son elevadas, por lo cual no se incrementan los *stocks* netos.

Dejando por un momento los retos, medir infraestructura de telecomunicaciones obliga a considerar las virtudes y desventajas de qué evaluar y cómo hacerlo. A continuación, abordaré la medición con base en un inventario y en inversión, así

como algunas reflexiones en torno a la evolución de la valoración en telecomunicaciones y el impulso a evaluaciones experimentales.

#### 3.1. Inventario

La medición que refleje el inventario o catálogo de la infraestructura digital existente es conveniente, pues "... permitirá identificar: qué es lo que existe; desde cuándo; si es propiedad gubernamental, del sector privado, del sector social o de una asociación público privada; el pronóstico de su vida útil; la posibilidad de ampliarla para acceder a zonas sin cobertura; etcétera..." (INEGI y PUED, 2023).

Ahora bien, debe definirse qué redes y elementos de estas formarán parte del inventario, en especial porque, según el tipo de red y servicio(s) que preste, podrán tener distintos componentes. A manera de ejemplo, las telecomunicaciones móviles tienen estaciones base o radiobases, los sistemas satelitales cuentan con satélites y estaciones terrenas; etcétera.

En Alemania, la agencia gubernamental de redes, la Bundesnetzagentur (2024), cuenta con un atlas de infraestructura (*Infrastrukturatlas*) para favorecer el despliegue de RT de altas capacidades. Ese sitio web tiene la ubicación precisa de los elementos de red para que empresas de telecomunicaciones y autoridades gubernamentales puedan acceder a la información con el fin de planificar el despliegue de redes para lograr el incremento en la capacidad de transmisión de datos (*expansión gigabit*).

El caso alemán confirma la importancia de la georreferenciación de la infraestructura de telecomunicaciones. En México, existen disparidades en esto, por ejemplo, la región suroeste (Chiapas, Guerrero y Oaxaca), con grado de marginación alto y escasa infraestructura de fibra óptica, contrasta con la centro-sur (Ciudad de México, el estado de México y Morelos), que tiene la mayor penetración de fibra óptica (IFT, 2023a). Por ello, la medición de infraestructura en telecomunicaciones como inventario y georreferenciado contribuiría a dar remedio a la

brecha digital en la República Mexicana para impulsar políticas públicas y empresariales.

### 3.2. Inversión

La medición de ID con base en la inversión que se realice en esta contribuye a saber lo que hay, siempre y cuando sean adecuados los elementos que se opten por incluir en lo que se estimará como inversión.

En Canadá, la medición sobre infraestructura de telecomunicaciones se registra de distintas maneras, destacando la basada en activos, en la cual se mide la inversión en dólares realizada en redes de comunicaciones, que incluye cables y líneas, fibra óptica y estructuras de soporte para la transmisión (Rasata, 2023; Wile, 2022).

Ahora bien, si se va a medir la ID, no se debe olvidar que las redes se están digitalizando con el incremento de soluciones de *software* para emplear menos *hardware* y hacer su empleo más eficiente (p. ej. NFV y SDN). De ahí que deban considerarse también las licencias para el uso de *software*.

En cuanto a México, si solo se mide la inversión en infraestructura de telecomunicaciones a nivel nacional sin una manera de identificar en qué zonas o regiones se está llevando a cabo el gasto, es posible que se esté canalizando únicamente hacia las de altos ingresos y rentabilidad. Para la implementación de políticas que favorezcan la igualdad y eviten la discriminación de personas por su situación geoeconómica, es importante conocer el vínculo de la inversión con la ubicación geográfica donde se realiza.

### Frecuencias del espectro radioeléctrico

Estas se encuentran en el espacio aéreo y, con la existencia de tecnología adecuada, se convierten en un medio de transmisión indispensable para la prestación de servicios de telecomunicaciones (Ál-

varez, 2018).<sup>5</sup> Las frecuencias son un intangible que está sujeto a la jurisdicción de cada nación,<sup>6</sup> quien decide si otorga o no una concesión o licencia para autorizar su uso, determina su tiempo, entre otros aspectos. Se estipula comúnmente que por ese derecho a usarlas, los concesionarios paguen una contraprestación al Estado.

Si bien en algunos países se consideran a los pagos que realizan los concesionarios por el derecho de usar las frecuencias como inversión en infraestructura, esa partida contable presenta múltiples aristas para conocer la infraestructura de telecomunicaciones que efectivamente existe. Ello pues, las frecuencias sin los equipos de telecomunicaciones que las hagan útiles para el servicio de nada sirven.

En el caso de México, se ha documentado que los precios por el derecho a utilizarlas son excesivos (IFT, 2023b). Entonces, si se considera como inversión, se puede llegar a la idea errónea de que se cuenta con mucha infraestructura de telecomunicaciones, cuando lo que se tiene en realidad es un sistema impositivo que grava muy fuerte el uso de las frecuencias, independientemente de si hay o no infraestructura.

Además, cabe la siguiente pregunta: ¿al vencer el plazo de la concesión o licencia de uso de frecuencias del espectro, se acaba la infraestructura al ya no haber pagos por el uso de estas?

### 3.3. Evolución de la medición

Para conocer la ID instalada en alguna región del país, no es suficiente la información estadística y de encuestas sobre el número de suscriptores,<sup>7</sup> líneas telefónicas ni accesos a telefonía o internet.

<sup>5</sup> Para más información sobre espectro radioeléctrico, su naturaleza jurídica, la importancia que reviste para los derechos humanos y para un sector abierto a la competencia, así como las disposiciones del marco jurídico mexicano, véase Álvarez, 2018.

<sup>6</sup> Las frecuencias del espectro radioeléctrico jurídicamente se consideran un bien de dominio público de la nación, donde el Estado ejerce su rectoría (artículo 27, párrafos cuarto y sexto de la *Constitución*).

<sup>7</sup> Se entiende por suscriptor a la persona física o moral que tiene contratado algún servicio de telecomunicaciones (p. ej. de una línea telefónica, de acceso a internet, TV restringida...).

Lo anterior, porque puede existir una zona con infraestructura de telecomunicaciones instalada pero que, por razones económicas, carezca de suscriptores al servicio. En este caso, se trataría de una instalada y no utilizada o subutilizada.

La medición con base en líneas telefónicas está superada, pues con la digitalización de las redes y los servicios digitales, una misma línea telefónica puede multiplicarse en varias y contabilizarse como un solo acceso a la red de telefonía.

En cuanto al número de accesos a los servicios fijo y móvil de banda ancha, esto reflejará, en su caso, la cantidad de suscriptores, mas no dará cuenta real de la infraestructura instalada. Ello es posible porque en una región puede existir infraestructura instalada para prestar el servicio a mil hogares u oficinas, pero si únicamente 50 lo contratan, una medición con base en el número de accesos contratados haría pensar que se tiene poca infraestructura, cuando en realidad sí la hay (oferta), pero no existen clientes (demanda) que contraten los servicios que se provean a través de ella.

### 3.4. Medición experimental

La inexistencia de una evaluación integral de la ID —incluyendo la de telecomunicaciones— en la República Mexicana no debe conducirnos a renunciar a realizar mediciones experimentales en otros componentes de la infraestructura digital, como los IXP, centros de datos y, eventualmente, de las redes de distribución de contenidos. No ignoro los retos significativos de medir esta parte de la ID, en especial porque sus propietarios serían del sector privado y sin tener el carácter de concesionarios de telecomunicaciones, pero estoy convencida de que debe intentarse una valoración experimental que se vaya robusteciendo con el tiempo.

## 4. Conclusiones y propuestas

Es clara la necesidad de que los países cuenten con un inventario de su infraestructura digital y

que se debe medir la inversión en ella, lo que es incierto es cómo lograrlo.

El primer paso será definir, para efectos de medición, qué comprenderá la ID, así como si podrá ser con base en inventarios físicos, en relación con la inversión que se haga en ella o de otra forma.

Considerando el contexto mexicano, las propuestas que hago son:

- Sin importar el tipo de medición que se adopte, se deberá contar con georreferencia. Esto permitirá reflejar las disparidades entre zonas geográficas para que se puedan diseñar mejores políticas públicas para la igualdad.
- Incluir medición de RT, IXP y centros de datos, dejando para una etapa posterior a las redes de distribución de contenidos.
- Al diseñar la metodología e implementar la medición de infraestructura digital, se debe considerar que existen múltiples propietarios de esta con diferentes grados de sofisticación. De ahí que las obligaciones de proveer información deberán ser congruentes con el tamaño y la complejidad del propietario.
- Elaborar una metodología uniforme para la medición de infraestructura que homologue la manera en la que los distintos propietarios la registren, incluyendo lo relacionado con la vida útil de esta.
- No incluir como inversión en infraestructura los pagos por uso de frecuencias que realizan los operadores de telecomunicaciones. Ello en atención a que puede distorsionar la información sobre la existencia real y actual de ID; más aún, considerando que en México se ha documentado que los pagos que se realizan anualmente pueden ser elevados en ciertas bandas del espectro.
- En la medición, debe tenerse presente que: convivirán las tecnologías legada y nueva, la vida útil de los componentes puede variar significativamente y el *software* está cada vez más presente y representa costos considerables.

Por último, determinar qué es lo que comprende la infraestructura digital y qué debe medirse puede ser en extremo debatible; sin embargo, ello no serviría de excusa para dilatar la medición; es mejor realizar aproximaciones sucesivas que vayan mejorándola, que postergarla hasta que se encuentre un modelo sólido.

## Fuentes

- Álvarez, Clara Luz. *Derecho de las telecomunicaciones*. 2.ª ed. México, Fundación para la Libertad de Expresión y Posgrado en Derecho, UNAM, 2013 (DE) <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/8/3716/1.pdf>.
- \_\_\_\_\_. *Telecomunicaciones y radiodifusión en México*. México, Posgrado en Derecho, UNAM, 2018 (DE) [bit.ly/3AQMutP](https://bit.ly/3AQMutP).
- \_\_\_\_\_. *Derecho satelital y del espacio exterior*. México, Instituto de Investigaciones Jurídicas de la UNAM y Universidad Panamericana, 2023 (DE) <https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/7352-derecho-satelital-y-del-espacio-exterior>.
- Bennett, J., R. Kornfeld, D. Sichel, and D. Wasshausen. *Measuring Infrastructure in the Bureau of Economic Analysis National Economic Accounts*. US Bureau of Economic Analysis Working Paper. Estados Unidos de América, U.S. Department of Commerce, 2020 (DE) [bit.ly/3MxYjaW](https://bit.ly/3MxYjaW).
- Bundesnetzagentur. *Gigabit Grundbuch*. 2024 (DE) [bit.ly/3XsUtpz](https://bit.ly/3XsUtpz).
- CISCO. *¿Qué es un centro de datos?* CISCO (DE) [https://www.cisco.com/c/es\\_mx/solutions/data-center-virtualization/what-is-a-data-center.html](https://www.cisco.com/c/es_mx/solutions/data-center-virtualization/what-is-a-data-center.html), consultado el 21 de abril de 2024.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE). “Acuerdo por el que se crea CFE Telecomunicaciones e Internet para Todos (México)”, en: *Diario Oficial de la Federación (DOF)*. México, 2 de agosto de 2019, última modificación publicada en el DOF el 29 de noviembre de 2022.
- García-Mora, Fernando y Jorge Mora-Rivera. “Exploring the impacts of Internet access on poverty: A regional analysis of rural Mexico”, en: *New Media and Society*. Vol. 25, 1, enero del 2023, pp. 26-49 (DE) [bit.ly/47knbML](https://bit.ly/47knbML).
- Gijrath J. H., Serge. “(Re-)defining software defined networks under the European electronic communications code”, en: *Computer Law and Security Review*. Vol. 40, Reino Unido, 2021 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.clsr.2020.105492>.
- IBM. *¿Qué es una red de distribución de contenido (CDN)?* IBM (DE) [bit.ly/3TePdmY](https://bit.ly/3TePdmY), consultado el 21 de abril de 2024.
- Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT). “Acuerdo mediante el cual el Pleno del Instituto Federal de Telecomunicaciones aprueba y emite los Lineamientos para la entrega, inscripción y consulta de información para la conformación del Sistema Nacional de Información de Infraestructura (México)”, en: *Diario Oficial de la Federación (DOF)*. México, 28 de octubre de 2019, última modificación publicada en el DOF el 28 de febrero de 2024.
- \_\_\_\_\_. *Nota técnica de información estadística de los indicadores de los sectores de Telecomunicaciones y Radiodifusión al 4T 2021*. México, IFT, 2021 (DE) [https://www.ift.org.mx/sites/default/files/nota\\_tecnica\\_4t\\_2021.pdf](https://www.ift.org.mx/sites/default/files/nota_tecnica_4t_2021.pdf).
- \_\_\_\_\_. *Conectividad de banda ancha fija y costeo de redes de fibra óptica a nivel municipal en México*. México, IFT, 2023a (DE) [https://despliegueinfra.ift.org.mx/docs/Estudio%20conectividad%20y%20costeo\\_DGCI\\_UPR\\_0\\_0.pdf](https://despliegueinfra.ift.org.mx/docs/Estudio%20conectividad%20y%20costeo_DGCI_UPR_0_0.pdf).
- \_\_\_\_\_. *Estudio de mercado sobre los costos del espectro radioeléctrico para servicios móviles en México*. México, IFT, 2023b (DE) [https://www.ift.org.mx/sites/default/files/estudio\\_costos\\_del\\_espectro\\_0.pdf](https://www.ift.org.mx/sites/default/files/estudio_costos_del_espectro_0.pdf).
- \_\_\_\_\_. *El IFT pone en marcha el Sistema Nacional de Información de Infraestructura (SNII)*. Comunicado 51/2024, 20 de junio. México, IFT, 2024 (DE) <https://www.ift.org.mx/comunicacion-y-medios/comunicados-ift/es/el-ift-pone-en-marcha-el-sistema-nacional-de-informacion-de-infraestructura-snii-comunicado-512024>.
- \_\_\_\_\_. *Banco de Información de Telecomunicaciones*. México, IFT, s/f (DE) <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/>.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y Programa Universitario de Estudios del Desarrollo (PUED) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). *Medición de infraestructura: informe final. Grupo Técnico de Expertos en Infraestructura en México*. México, INEGI, PUED-UNAM, 2023 (DE) [bit.ly/4e9K0F3](https://bit.ly/4e9K0F3).
- Lardé, J., S. Marconi y J. Oleas. *Aspectos metodológicos para el tratamiento estadístico de la infraestructura en América Latina y el Caribe*. CEPAL, 2014 (DE) <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37322-aspectos-metodologicos-tratamiento-estadistico-la-infraestructura-america-latina>.
- Madi, T., H. Assem, M. Pourzandi y A. Boukhtouta. “NFV security in 5G networks: A three dimensional threat taxonomy”, en: *Computer Networks*. Vol. 197, Amsterdam, 2021 (DE) <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2021.108288>.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). *OECD Implementation Handbook for Quality Infrastructure Investment*. OCDE, 2021 (DE) [bit.ly/3z7ArYu](https://bit.ly/3z7ArYu).
- Rasata, Hasina (Statistics Canada). Comunicación personal por correo electrónico, 25 de abril de 2023.
- van de Ven, Peter. *Defining infrastructure*. OCDE, SDD/CSSP/WPNA(2021)1/REV1, 2021.
- Wile, Scott. *Canada’s Infrastructure Economic Account: Average age of investment and remaining useful service life ratios of infrastructure assets*. Statistics Canada, 2022 (DE) <https://www.youtube.com/watch?v=fQI36f6w7UA>.