

Conectividad de banda ancha fija y costeo de redes de fibra óptica a nivel municipal en México



Unidad de Política Regulatoria
Dirección General de Compartición
de Infraestructura

ÍNDICE

CAPÍTULO PRIMERO. DIAGNÓSTICO DE CONECTIVIDAD A TRAVÉS DE BANDA ANCHA FIJA EN MÉXICO

- 1.1. Panorama sobre accesos para BAF.
 - 1.1.1 Distribución municipal de accesos de BAF.
 - 1.1.2 Accesos para BAF basados en fibra óptica o cable coaxial.
 - 1.1.3 Operadores con accesos para BAF a nivel municipal.
 - 1.1.4 Municipios sin presencia de accesos.
 - 1.1.5 Densidad de hogares por municipio.
- 1.2 Índice de marginación y servicios de banda ancha fija.
 - 1.2.1 Análisis del grado de marginación vs penetración de banda ancha fija.

CAPÍTULO SEGUNDO. ESTUDIO REGIONAL DE COBERTURA CARACTERIZACIÓN DE MUNICIPIOS.

- 2.1 Distancias mínimas a la red de transporte.
 - 2.1.1 Índice teórico de infraestructura.
- 2.2 Estudio de municipios característicos por región socioeconómica.
 - 2.2.1 Clusterización para BAF.

CAPÍTULO TERCERO. ANÁLISIS DEL COSTO – BENEFICIO DE LA PROVISIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

- 3.1. Costeo de la infraestructura de banda ancha fija.
 - 3.1.1 Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares.

3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija.

3.1.1.2 Costo de emplazamientos a través del Modelo de Coubicación.

3.1.1.3. Costo de enlaces a través del Modelo Fijo de Interconexión.

3.1.1.4. Resultados.

3.1.2 Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares a partir del despliegue actual de infraestructura.

3.1.2.1 Costo de km de red desplegada, DFO, centrales y enlaces para hogares que no cuentan con servicio.

3.1.2.2 Resultados.

3.2 Ingreso y gasto de los hogares en México.

3.2.1. Gasto de los hogares en telecomunicaciones fijas.

3.2.2 Análisis del costo de planes Doble Play para brindar servicios de telecomunicaciones.

3.2.3 Análisis de gasto en telecomunicaciones y costo promedio de planes para servicios BAF.

3.3 Inversión anual necesaria para brindar servicios de BAF a hogares que no cuentan con dicho servicio.

3.3.1 Anualización de la inversión.

3.3.1.1 Anualización de infraestructura de la red de acceso a través de fibra óptica.

3.3.1.2 Anualización de espacios físicos o centrales a través de, Modelo de Costos de Coubicación.

3.3.1.3 Anualización de costos de enlaces locales y entre localidades a través del Modelo de Costos de Interconexión.

3.3.2 Inversión anual por región.

CAPÍTULO CUARTO. Conclusiones.

INTRODUCCIÓN

El objetivo del presente estudio es presentar los principales hallazgos sobre el estado de la conectividad de los servicios de banda ancha fija en los hogares a nivel municipal, a partir del análisis de información de cobertura con que cuenta el Instituto Federal de Telecomunicaciones (Instituto o IFT), tanto para la red de acceso como para la red de transporte.

Lo anterior con el fin de atender con elementos de análisis lo dispuesto por la propia Constitución en su artículo 6, el cual establece que *“el Estado garantizará el derecho de acceso a las tecnologías de la información y comunicación, así como a los servicios de radiodifusión y telecomunicaciones, incluido el de banda ancha e internet. Para tales efectos, el Estado establecerá condiciones de competencia efectiva en la prestación de dichos servicios”*.

El estudio refleja las desigualdades entre regiones y población para el acceso a servicios de telecomunicaciones fijos. El punto de partida es el diagnóstico del estatus que guardan los servicios de banda ancha fijos (BAF) en México, así como de diversos factores que se encuentran ligados a la distribución de este tipo de accesos en el país. Para ello se utiliza el Banco de Información de Telecomunicaciones (BIT) del Instituto, a través de la cual se publica información de servicios de telecomunicaciones de los principales operadores en el mercado mexicano.

De manera particular se utiliza información de accesos de Banda Ancha Fija (BAF)¹ a nivel municipal por operador, así como la tecnología por la cual se proveen dichos servicios, a efecto de reflejar la diversidad de operadores y redes desplegadas a largo del territorio. Al respecto se debe tener presente que la información del BIT impone limitaciones sobre la interpretación de los resultados, puesto que la presencia de accesos en un municipio no implica necesariamente que todas las localidades que lo conforman cuentan con infraestructura para brindar los servicios. Sin embargo, se considera que, al involucrar otras variables en el análisis (como aquellas relacionadas con factores geográficos, demográficos y socio-económicos), se pueden obtener parámetros de referencia que permitan complementar la evaluación del estatus de cobertura para una zona específica del país.

¹ De acuerdo al *“MANUAL DE DEFINICIONES DE LOS INDICADORES ESTADÍSTICOS DE TELECOMUNICACIONES”* disponible en la dirección electrónica: <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf> se define Banda Ancha como un *“Acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas, cuyos parámetros serán actualizados por el IFT periódicamente”*.

Por ello, en el capítulo 1 el análisis incorpora información de los municipios que integran las entidades federativas del país a partir del “*Catálogo Único de Claves de Áreas Geoestadísticas, Estatales, Municipales y Localidades*” y sobre población y hogares a nivel municipal que se desprenden del “*Censo de Población y Vivienda 2020*”, en ambos casos del INEGI. Si bien existe un desfase temporal entre esta información y las referencias consideradas para accesos relativos a servicios fijos de Internet, se considera que la comparativa resulta válida para identificar patrones, en términos demográficos, hacia donde se han orientado los despliegues de los operadores en México y las deficiencias aun persistentes.

Adicional a dichos hallazgos se incorporó información generada por el Consejo Nacional de Población, como el índice de marginación, para contrastar la presencia de servicios BAF con factores relacionados con la presencia de servicios básicos en las poblaciones, lo cual ofrece una visión complementaria a la sola presencia de servicios de infraestructura para la provisión de estos servicios.

Una vez realizado el análisis y diagnóstico de diferentes indicadores asociados a la penetración de servicios de banda ancha, y su vinculación con indicadores socioeconómicos, se consideró relevante abordar un enfoque basado en estimaciones de infraestructura disponible a partir de la presencia de redes de acceso y transporte que permitan contextualizar el nivel de conectividad en cada uno de los municipios del país.

En el capítulo 2 se utiliza información disponible de infraestructura de telecomunicaciones de diversos concesionarios, así como información geoestadística del INEGI para construir dos indicadores relevantes para estimar una aproximación a las necesidades de despliegue de redes fijas: la distancia mínima de los municipios a la red de transporte y la construcción de un índice teórico de infraestructura.

Un elemento relevante a destacar de este análisis es el desarrollo de un algoritmo que permite generar clústeres de municipios bajo criterios específicos, lo que permite modelar municipios tipo y con ello simplificar el número de casos a analizar.

Con base en ello comienza a tomar relevancia la cuantificación de la infraestructura necesaria para ofrecer servicios de banda ancha mediante una tecnología de fibra óptica en todas las regiones del país con el fin de reducir la brecha de acceso a los servicios, y en el que se reconoce que no necesariamente esta tecnología resulta la óptima en términos costo-beneficio para cada región en particular, lo cual requiere un análisis técnico adicional para identificar el mejor esquema de despliegue.

A partir de dichos hallazgos, en el capítulo 3 se realiza una estimación del costo de los despliegues de infraestructura necesarios para ampliar la cobertura de BAF con base en: (i) información de accesos BAF publicados por el BIT, (ii) despliegues de infraestructura de fibra óptica de las principales redes del país, e (iii) información de costos extraída de los modelos de costos desarrollados por el Instituto. Este análisis permitirá aproximar de manera más precisa la infraestructura adicional necesaria para ampliar la cobertura de los servicios BAF.

En complemento a lo anterior se consideró relevante evaluar el gasto promedio de los hogares publicado por el INEGI en servicios de telecomunicaciones fijos, así como datos de mercado respecto a planes y paquetes de los servicios fijos con al menos 10 MB de velocidad de descarga, de tal forma que a partir del costo estimado o desembolso de inversión de despliegue de infraestructura pueda ser recuperado de manera anualizada, a partir de la estimación de perfiles de depreciación de los activos costeados, considerando también los costos operativos por la provisión de los servicios de la red.

Finalmente, en el capítulo 4 se presentan las conclusiones y resumen del estudio con los principales hallazgos identificados.

CUADRO DE ACRÓNIMOS, TÉRMINOS Y CONCEPTOS

A efecto de facilitar la comprensión del presente documento, a continuación, se resumen los principales acrónimos, términos y conceptos empleados:

Acrónimos, términos y conceptos	
Acceso al usuario final²	El circuito físico o virtual que conecta el punto de conexión terminal de la red en la ubicación del usuario a la instalación de la red pública de telecomunicaciones del Operador desde la cual se presta el servicio al usuario.
Acceso de datos o acceso³	Acceso al usuario final provisto o comercializado mediante cualquiera de los servicios de acceso a Internet y/o datos, o bien de capacidad.
BAF	Acceso de alta capacidad que permite ofrecer diversos servicios convergentes a través de infraestructura de red fiable, con independencia de las tecnologías empleadas. ⁴ Acceso con una velocidad mayor o igual a 256Kbps de descarga. ⁵

² Véase "Capítulo 1. Términos y Conceptos Generales" del "MANUAL DE DEFINICIONES DE LOS INDICADORES ESTADÍSTICOS DE TELECOMUNICACIONES" del BIT disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf>

³ Véase "Capítulo 1. Términos y Conceptos Generales" del "MANUAL DE DEFINICIONES DE LOS INDICADORES ESTADÍSTICOS DE TELECOMUNICACIONES" del BIT disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf>

⁴ Véase Capítulo 1. Términos y Conceptos Generales" del "MANUAL DE DEFINICIONES DE LOS INDICADORES ESTADÍSTICOS DE TELECOMUNICACIONES" del BIT disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <https://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf>

⁵ Verse Artículo Décimo Transitorio de los Lineamientos que establecen la metodología, la periodicidad, el catálogo de claves de información y los formatos electrónicos con los que los operadores del sector de telecomunicaciones entregarán información para integrar el acervo estadístico del Instituto Federal de Telecomunicaciones", disponibles a través de la siguiente dirección electrónica: https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5584775&fecha=24/01/2020#gsc.tab=0

Acrónimos, términos y conceptos	
BIT	Banco de Información de Telecomunicaciones del Instituto ⁶
CONAPO	Consejo Nacional de Población
DGCI	Dirección General de Compartición de Infraestructura del Instituto
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
Instituto o IFT	Instituto Federal de Telecomunicaciones
LFTR	Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
Operador ⁷	Concesionario, autorizado o permisionario que presta servicios de telecomunicaciones con fines comerciales, que se encuentran sujetos al ámbito de competencia de la LFTR.
Servicio fijo ⁸	Servicio de telecomunicaciones prestado a usuarios finales, que se brinda a través de Equipos Terminales fijos que tienen una ubicación geográfica determinada.
Usuario Final ⁹	Persona física o moral que utiliza un servicio de telecomunicaciones como destinatario final

Tabla 1: Tabla de acrónimos. Fuente: DGCI; 2020

⁶ La página electrónica del BIT se encuentra disponible para su consulta a través de la siguiente dirección electrónica: <https://bit.ift.org.mx/BitWebApp/>

⁷ Véase "Capítulo 1. Términos y Conceptos Generales" del "MANUAL DE DEFINICIONES DE LOS INDICADORES ESTADÍSTICOS DE TELECOMUNICACIONES" del BIT disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo.pdf>

⁸ Véase "Capítulo 1. Términos y Conceptos Generales" del "MANUAL DE DEFINICIONES DE LOS INDICADORES ESTADÍSTICOS DE TELECOMUNICACIONES" del BIT disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/manualdefinicionesmarzo2018.pdf>

⁹ Véase fracción LXXI, del artículo 3 de la Ley Federal de Telecomunicaciones y Radiodifusión disponible a través de la siguiente liga: https://www.ucol.mx/content/cms/13/file/federal/LEY_FED_DE_TELECOMUNICACIONES.pdf

CAPÍTULO PRIMERO. DIAGNÓSTICO DE CONECTIVIDAD A TRAVÉS DE BANDA ANCHA FIJA EN MÉXICO

SUMARIO: 1.1. Panorama sobre accesos para BAF. 1.1.1. Distribución municipal de accesos de BAF 1.1.2. Accesos para BAF por tecnología. 1.1.3. Operadores con accesos para BAF a nivel municipal 1.1.4. Municipios sin presencia de accesos. 1.1.5 Densidad de hogares por municipio. 1.2 Índice de marginación y servicios de banda ancha fija. 1.2.1. Análisis del grado de marginación vs penetración de banda ancha fija.

En esta sección se realiza un análisis respecto del estado actual que guarda el mercado de BAF en México, para lo cual se parte de la información reportada por los operadores a través del BIT, la distribución por municipio y tipo de tecnología utilizada.

Asimismo, se lleva a cabo un análisis de la relación existente entre la penetración de BAF con indicadores de desarrollo socioeconómico, con el fin de asociar el nivel de penetración de los servicios con el grado de desarrollo alcanzado en las diferentes regiones del país y las desigualdades territoriales. Como era de esperarse, se identifica que son estas desigualdades, tanto socioeconómicas como territoriales, las que en parte dificultan la penetración de servicios de telecomunicaciones, por ello es importante tomarlas en cuenta para comprender la problemática e incidir en algunas de las causas por las que no se ha alcanzado una mayor cobertura de BAF en el territorio nacional.

El análisis de cobertura partirá de las siguientes premisas:

Metodología utilizada para el desarrollo del análisis de cobertura de servicios fijos

- **Tipo de información para analizar cobertura:** accesos de BAF.
- **Periodo de la información de accesos de BAF:** cuarto trimestre de 2021.
- **Nivel de desagregación geográfico para servicios fijos:** municipal, considerando los datos del marco geoestadístico empleado como referencia en la elaboración del “*Censo de Población y Vivienda 2020*”.
- **Tipo de tecnología de acceso:** Aquellas reportadas por los operadores en el BIT: “Cable Coaxial”, “DSL”, “Fibra Óptica”, “Satelital”, “Sin Tecnología especificada” y “Tecnología Móvil”.
- **Concesionarios:** Se consideró información de 93 concesionarios que cuentan con accesos de banda ancha fija en el BIT en el periodo de análisis.

Enfoque para la determinación de cobertura para servicios fijos

El enfoque seguido para analizar la información anterior se resume en la siguiente tabla:

Concepto	Descripción de enfoque conceptual	Consideraciones/limitaciones
Identificación de municipios con cobertura	La información de accesos proveniente del BIT se procesó para identificar los municipios en los que existe presencia al menos un acceso para BAF, con independencia de la tecnología en que se basen y el operador al que correspondan.	<p>I) La presencia de accesos a nivel municipal, no describe necesariamente el estatus en las localidades que integran un municipio.</p> <p>II) Para determinados municipios, la información reporta un número significativamente bajo de accesos (por ejemplo, hay 88 municipios para los que se reporta solo un 1 acceso¹⁰), los cuales podrían interpretarse como datos atípicos desde una perspectiva de despliegue de infraestructura. No se puede establecer <i>a priori</i> la razonabilidad de dichas observaciones.</p>
Identificación de municipios sin cobertura	Obtenidos a través del "Censo de Población y Vivienda 2020", considerando el complemento de municipios en los que se detectó presencia de al menos un acceso.	<p>III) Los datos del BIT no poseen información desagregada de la ubicación (del municipio correspondiente) para 3.1% de accesos de este tipo¹¹, los cuales pertenecen a 83 concesionarios, por lo que determinados municipios podrían ya contar con presencia de accesos aun si ello no se encuentra reflejado en la información analizada.</p>

¹⁰ De estos, el único acceso presente, corresponde a América Móvil (nueve municipios), Grupo Televisa (68 municipios) y Total Play (11 municipios)

¹¹ En concreto, sobre la ubicación los datos del BIT indican "Sin información de Municipio".

Concepto	Descripción de enfoque conceptual	Consideraciones/limitaciones
Cantidad de operadores con presencia de accesos en un municipio	A efecto de proporcionar una variable cuantitativa sobre el nivel de la competencia de operadores en servicios fijos de los municipios, se determinó el número de operadores que cuentan con accesos en dicha localización geográfica, categorizando los resultados de acuerdo a si: i) ningún operador tiene accesos el municipio; o bien a si existen accesos correspondientes a ii) un solo operador, iii) dos operadores, así como iv) tres o más operadores.	I) La presencia de accesos de múltiples operadores en un mismo municipio no implica necesariamente que estos se encuentren las mismas localidades. Podría ser el caso que tales operadores que atiendan diferentes localidades de un mismo municipio, sin que tengan presencia simultánea en una localidad específica.
Tipo de tecnología de accesos en un municipio	Para establecer un parámetro sobre el despliegue tecnológico en un municipio, se determinó si en el municipio existe al menos un acceso basado en cable coaxial o bien en fibra óptica. Ello bajo la premisa de que dichas tecnologías pueden ser usadas para proveer servicios de Internet con velocidades mayores que otras opciones. En este sentido, los hallazgos se categorizaron con una variable dicotómica, que indica si en el municipio se detectó al menos un acceso basado en cable coaxial o bien en fibra óptica, o si ninguna de tal tecnología se encuentra presente.	I) Nuevamente, la presencia de accesos basados en cable coaxial o fibra óptica, no implica necesariamente que dichas tecnologías se ubiquen en las mismas localidades. II) En la información analizada se encontró que no hay operadores que desplieguen, a nivel municipal, simultáneamente accesos basados en cable coaxial y fibra óptica III) El análisis se centra en las tecnologías de acceso disponibles dentro del BIT que resultan más propicias para brindar mayores velocidades a los usuarios finales, por lo que se distinguieron aquellos municipios que tienen accesos de fibra óptica y/o cable coaxial (véase apartado "Análisis de las tecnologías de accesos que emplean los operadores" del numeral 1.1.2).
Indicadores de penetración a nivel municipal	Con el propósito de establecer una referencia sobre la penetración de accesos de BAF a nivel municipal, se estimaron dos parámetros, uno de	El parámetro de penetración por cada 100 habitantes se emplea como una aproximación al indicador de suscriptores

Concepto	Descripción de enfoque conceptual	Consideraciones/limitaciones
	<p>ellos a partir de considerar la cantidad de población¹² y el otro el número de hogares¹³.</p> <p>En concreto, dichos parámetros se calculan para cada municipio a partir de las ecuaciones:</p> <p style="text-align: center;">Penetración por cada 100 habitantes = (accesos/población) ×100</p> <p style="text-align: center;">Penetración por cada 100 hogares = (accesos/hogares) ×100</p>	<p>por cada 100 habitantes, considerado en los datos de la OCDE¹⁴.</p>

Tabla 2: Enfoques para la determinación de cobertura para servicios fijos. **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cierre de 2019; 2020.

¹² Como dato de entrada se consideró a la variable "pobtot" del "Censo de Población y Vivienda 2020", misma que corresponde a la "Población total" descrita como "Total de personas que residen habitualmente en el país, entidad federativa, municipio y localidad. Incluye la estimación del número de personas en viviendas particulares sin información de ocupantes. Incluye a la población que no especificó su edad."

¹³ En este caso, se consideró como valor de entrada a la variable "tothog" del "Censo de Población y Vivienda 2020", misma que corresponde al "Total de hogares censales" que refiere a "Hogares en viviendas particulares habitadas. Se considera un hogar en cada vivienda particular. Incluye casa independiente; departamento en edificio; vivienda en vecindad; vivienda en cuarto de azotea; local no construido para habitación; vivienda móvil; refugio o clase no especificada."

¹⁴ Véase la dirección electrónica <http://www.oecd.org/sti/broadband/broadband-faqs.htm>, donde se señala "Why does the OECD express subscribers "per 100 inhabitants" instead of as a percentage of households? OECD subscriber data contains the total number of business and residential subscriber lines in a country. Normalising the number of broadband subscribers by the population provides an idea of relative penetration of subscriber lines. Expressing the number of subscriptions in terms of households would be misleading because some connections are to businesses. Normalising subscribers as a percentage of total households would consistently over-estimate broadband penetration."

1.1 Panorama sobre accesos para BAF.

Al cuarto trimestre de 2021 en México se contaba con 23.3 millones de accesos de BAF, con independencia de la tecnología y el operador al que pertenecieran, los cuales se distribuyen entre 93 concesionarios de la siguiente forma:

GRUPO	EMPRESA	CONCESIONARIO	ACCESOS	% ACCESOS
ADDINTELI	ADDINTELI	AGREGADORA DE INTELIGENCIA EN NEGOCIOS TECNOLOGICOS, S.A. DE C.V.	418	0.002%
AGUSTIN PEREZ VIEYRA	AGUSTIN PEREZ VIEYRA	AGUSTIN PEREZ VIEYRA	223	0.001%
AIRECABLE	AIRECABLE	AIRE CABLE, S.A. DE C.V.	4,594	0.02%
ALEJANDRO ALFONSO MELGAREJO ALTAMIRANO	ALEJANDRO ALFONSO MELGAREJO ALTAMIRANO	ALEJANDRO ALFONSO MELGAREJO ALTAMIRANO	1	0.000004%
ALEJANDRO MELGAREJO CORTES	ALEJANDRO MELGAREJO CORTES	ALEJANDRO MELGAREJO CORTES	1	0.000004%
ALESTRA	ALESTRA	ALESTRA SERVICIOS MOVILES, S.A. DE C.V.	15	0.0001%
AMÉRICA MÓVIL	TELMEX	TELEFONOS DE MEXICO, S.A.B. DE C.V.	9,572,946	39.0%
	TELNOR	TELEFONOS DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.	463,663	1.9%
ARELY ISABEL GONGORA PECH	ARELY ISABEL GONGORA PECH	ARELY ISABEL GONGORA PECH	260	0.001%
AT&T	AT&T	AT&T COMUNICACIONES DIGITALES, S. DE R.L. DE C.V.	37,603	0.2%
AXESAT	AXESS	AXESS NET.SOLUTIONS MEXICO, S.A. DE C.V.	890	0.004%
AXTEL	AXTEL	AXTEL, S.A.B. DE C.V.	50,321	0.2%
CABLE DEL VALLE DE TOLUCA	CABLE DEL VALLE DE TOLUCA	CABLE DEL VALLE DE TOLUCA, S.A. DE C.V.	1,200	0.005%
CENTURYLINK	CENTURYLINK	CTL MEXICO LANDING, S. DE R.L.	309	0.001%
CITRO TELECOM	CITRO TELECOM	CITRO TELECOM, S.A. DE C.V.	86	0.0003%
COMNET	COMNET	COMNET, S.A. DE C.V.	6	0.00002%
COMUNICACION B15	COMUNICACION B15	COMUNICACION B15, S.A. DE C.V.	11,370	0.05%
COSMORED	COSMORED	COSMORED LA HUERTA, S.A. DE C.V.	69	0.0003%
	COSMORED LA HUERTA	COSMORED NUEVO VALLARTA, S.A. DE C.V.	1,519	0.01%

GRUPO	EMPRESA	CONCESIONARIO	ACCESOS	% ACCESOS
	COSMORED PUERTO VALLARTA	COSMORED PUERTO VALLARTA, S.A. DE C.V.	2,034	0.01%
CRO.NET	CRO.NET	CRO.NET, S.A. DE C.V.	127	0.001%
DANIEL GARCIA GODINEZ	DANIEL GARCIA GODINEZ	DANIEL GARCIA GODINEZ	234	0.001%
DISH-MVS	DISH	COMERCIALIZADORA DE FRECUENCIAS SATELITALES, S. DE R.L. DE C.V.	128,877	0.5%
DIVERSICABLE	DIVERSICABLE	DIVERSICABLE, S.A. DE C.V.	2,244	0.01%
EYCO DE LOS ALTOS	EYCO DE LOS ALTOS	EYCO DE LOS ALTOS, S. DE R.L. DE C.V.	121	0.0005%
GRUPO SALINAS	TOTALPLAY	TOTAL PLAY TELECOMUNICACIONES, S.A. DE C.V.	3,585,894	14.6%
GRUPO TELECABLE	TELECABLE DE CAMPECHE	TELECABLE DE CAMPECHE, S.A. DE C.V.	2,285	0.01%
	TELECABLE DE CUERNAVACA	TELECABLE DE CUERNAVACA, S.A. DE C.V.	718	0.003%
	TELECABLE DE TEKAX	TELECABLE DE MERIDA, S.A. DE C.V.	2,137	0.01%
	TELECABLE MERIDA	TELECABLE DE TEKAX, S.A. DE C.V.	855	0.003%
	TELESISTEMAS PENINSULARES	TELESISTEMAS PENINSULARES, S.A. DE C.V.	4,197	0.02%
GRUPO TELEvisa	CABLEMAS	ADOLFO MERINO MEDINA	10	0.00004%
	CABLEVISION RED	CABLEMAS TELECOMUNICACIONES, S.A. DE C.V.	2,084,639	8.5%
	IZZI	CABLEVISION RED, S.A. DE C.V.	537,130	2.2%
		CABLEVISION, S.A. DE C.V.	1,400,654	5.7%
		TELEVISION INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.	942,948	3.8%
	TELEVISION INTERNACIONAL	TV CABLE DE ORIENTE, S.A. DE C.V.	661,893	2.7%
SKY	CORPORACION DE RADIO Y TELEVISION DEL NORTE DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	727,226	3.0%	
HIPERCABLE DE MONCLOVA	HIPERCABLE DE MONCLOVA	HIPERCABLE DE MONCLOVA, S.A. DE C.V.	100	0.0004%
HNS DE MEXICO	HNS DE MEXICO	HNS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.	41,058	0.2%
IENTC	IENTC	IENTC, S. DE R.L. DE C.V.	6,776	0.03%

GRUPO	EMPRESA	CONCESIONARIO	ACCESOS	% ACCESOS
INTEGRA COMUNICACIONES	INTEGRA COMUNICACIONES	INTEGRA COMUNICACIONES, S. DE R.L. DE C.V.	6	0.00002%
ISALIA MORENO ZETINA	ISALIA MORENO ZETINA	ISALIA MORENO ZETINA	1	0.00000%
IST	IST	INTEGRACION DE SERVICIOS Y TECNOLOGIA, S.A. DE C.V.	362,642	1.5%
LAREDONET	LAREDONET	LAREDONET, S.A. DE C.V.	1,530	0.01%
LINK TE CONECTAMOS	LINK TE CONECTAMOS	TELESISTEMAS DIGITALES DE MEXICO, S.A. DE C.V.	4,257	0.02%
		TELESISTEMAS POTOSINOS, S.A. DE C.V.	2,107	0.01%
LUMENET COMUNICACIONES	LUMENET COMUNICACIONES	LUMENET COMUNICACIONES, S. DE R.L. DE C.V.	3	0.00001%
MARCATEL	MARCATEL	MARCATEL COM, S.A. DE C.V.	47	0.0002%
MARCO ANTONIO ROSALES HERRERA	MARCO ANTONIO ROSALES HERRERA	MARCO ANTONIO ROSALES HERRERA	2,967	0.01%
MAXCOM	MAXCOM	MAXCOM TELECOMUNICACIONES, S.A.B. DE C.V.	526	0.002%
MAXICABLE	MAXICABLE	MAXICABLE DE MEXICO, S.A. DE C.V.	1,872	0.01%
MEGACABLE-MCM	MCM TELECOM	MEGA CABLE, S.A. DE C.V.	3,609,965	14.7%
	MEGACABLE	MEGACABLE COMUNICACIONES DE MEXICO, S.A. DE C.V.	3,241	0.01%
		MYC RED, S.A. DE C.V.	45	0.0002%
		SERVICIO Y EQUIPO EN TELEFONIA INTERNET Y TV, S.A. DE C.V.	519	0.002%
		TELECABLE DE COENEO, S.A. DE C.V.	1,101	0.004%
		TELEDISTRIBUCION POR CABLE, S.A. DE C.V.	822	0.003%
MUCHOS MEGAS	MUCHOS MEGAS	MUCHOS MEGAS, S.A. DE C.V.	3,000	0.01%
NET LINK	NET LINK	NATALIA CHAREEVA	403	0.002%
NETWEY	NETWEY	ISLIM TELCO, S.A.P.I. DE C.V.	222,387	0.9%
NEWWW	NEWWW	TALENTO NET, S. DE R.L. DE C.V.	1,924	0.01%
NEXT TELEKOM	NEXT TELEKOM	NEXT TELEKOM, S.A.P.I. DE C.V.	391	0.002%
OTROS	TELECABLE DE ZICUIRAN / TELECABLE DE NUEVA ITALIA	CABLEREGION, S.A. DE C.V.	452	0.002%

GRUPO	EMPRESA	CONCESIONARIO	ACCESOS	% ACCESOS
PROTOKOL TELECOMUNICACIONES	PROTOKOL TELECOMUNICACIONES	PROTOKOL TELECOMUNICACIONES, S.A. DE C.V.	115	0.0005%
QUATTROCOM	QUATTROCOM	LANTOINTERNET, S.A. DE C.V.	6,044	0.02%
RBACATV	RBACATV	RBA CATV, S.A. DE C.V.	158	0.001%
RED DOG	RED DOG	CONVERGENCIA Y DESARROLLO DIGITAL, S.A. DE C.V.	193	0.001%
SARA QUIROZ CHAPA	SARA QUIROZ CHAPA	SARA QUIROZ CHAPA	3,087	0.01%
SCT	SCT	TELEVISION POR CABLE DE TAMAZULA, S.A. DE C.V.	3,861	0.02%
SIERRA MADRE TELECOM	SIERRA MADRE	SIERRA MADRE INTERNET, S.A. DE C.V.	426	0.002%
SIHI MEXICO	SIHI MEXICO	SIHI MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	2	0.00001%
SINOTECA	SINOTECA	SIERRA NORTE TELEVISION POR CABLE, S.A. DE C.V.	1,536	0.01%
SISCAB DE MEXICO	SISCAB DE MEXICO	SISCAB DE MEXICO, S.A. DE C.V.	602	0.002%
SPACEX-STARLINK	SPACEX-STARLINK	STARLINK SATELLITE SYSTEMS MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	202	0.001%
STARGROUP	STAR GO	GRUPO W COM, S.A. DE C.V.	4,213	0.02%
	TELEVERA RED	TELEVERA RED, S.A.P.I. DE C.V.	4,148	0.02%
TELECAB	TELECAB	TELECAB, S.A. DE C.V.	903	0.004%
TELECABLE	COORDINADORA DE TV POR CABLE	CABLE VISION REGIONAL, S.A. DE C.V.	2,297	0.01%
	MEDIACOM	COORDINADORA DE TV POR CABLE, S.A. DE C.V.	7	0.00003%
TELECABLE DE RIOVERDE	CABLE RV	TELECABLE DE RIOVERDE, S.A. DE C.V.	3,745	0.02%
TELECABLE DE TAMAYO	TELECABLE DE TAMAYO	TELECABLE DE TAMAYO, S.A. DE C.V.	1,398	0.01%
TELECABLE DE VILLANUEVA	TELECABLE DE VILLANUEVA	TELECABLE DE VILLANUEVA, S.A. DE C.V.	507	0.002%
TELECABLE DE XALTIANGUIS	TELECABLE DE XALTIANGUIS	TELECABLE DE XALTIANGUIS, S.A. DE C.V.	233	0.001%
TELECABLE DEL MINERAL	TELECABLE DEL MINERAL	TELECABLE DEL MINERAL, S.A. DE C.V.	16,460	0.1%
TELEFÓNICA	MOVISTAR	PEGASO PCS, S.A. DE C.V.	14,180	0.1%
TELEVISION DE PEDRO ESCOBEDO	TELEVISION DE PEDRO ESCOBEDO	TELEVISION DE PEDRO ESCOBEDO, S.A. DE C.V.	2,483	0.01%
TELEWEB	TELEWEB	CABLE WEB, S.A. DE C.V.	1,115	0.005%

GRUPO	EMPRESA	CONCESIONARIO	ACCESOS	% ACCESOS
TRANSTELCO	TRANSTELCO	IP MATRIX, S.A. DE C.V.	1,729	0.01%
TV OJO CALIENTE	TV OJO CALIENTE	TV OJO CALIENTE, S.A. DE C.V.	3,800	0.02%
TVDIG	TVDIG	OPERADORA BAPA, S.A. DE C.V.	847	0.003%
VASANTA	VASANTA	VASANTA COMUNICACIONES, S.A.P.I. DE C.V.	4,197	0.02%
VERIZON SERVICIOS EMPRESARIALES MEXICO	VERIZON SERVICIOS EMPRESARIALES MEXICO	VERIZON SERVICIOS EMPRESARIALES MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.	39	0.0002%

Tabla 3: Comparativo de concesionarios que cuentan con accesos para BAF. **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cuarto trimestre 2021; 2022.

1.1.1 Distribución municipal de accesos de BAF.

Si bien existen 93 concesionarios que cuentan con accesos para servicios de BAF, al cuarto trimestre de 2021 únicamente once concesionarios proporcionaron información respecto a su ubicación a nivel municipal. De acuerdo con el BIT, 1,827 municipios cuentan con registro de accesos de BAF, es decir, 74.2% del total de 2,462 municipios del país

En seguimiento de lo anterior, se identifica que de los 11 concesionarios que registran accesos a nivel municipal, el concesionario Istim Telco, S.A.P.I. de C.V., registra que la totalidad de sus accesos (222,387 accesos de BAF, 1% de los accesos totales registrados a nivel municipal) corresponden a "Tecnología Móvil", tecnología que no forma parte del análisis de este estudio por lo que se considerarán únicamente los diez operadores que registran accesos BAF provistos a través de las tecnologías: "Coaxial", "DSL" y "Fibra Óptica", tecnologías afines a la red de servicios de telecomunicaciones fijos que se analizan en este estudio. Es así que se identifica que estos diez operadores cuentan con presencia en 1,626 municipios, es decir, 66.04% del total de 2,462 municipios del país, mismos que se describen a continuación:

		Municipios con presencia de accesos para servicios fijos de Internet	
Grupo	Concesionario	Grupo	Concesionario
América Móvil	Teléfonos de México, S.A.B. de C.V.	1,590	1,583
	Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.		7
Grupo Televisa	Cablevisión, S.A. de C.V.	489	31
	Cablevisión Red, S.A. de C.V.		50
	Corporación De Radio y Televisión del Norte de México, S. de R.L. de C.V.		417
	Cablemas Telecomunicaciones, S.A. de C.V.		91
	Tv Cable de Oriente, S.A. de C.V.		34
	Televisión Internacional, S.A. de C.V.		33
Megacable	Mega Cable, S.A. de C.V.	275	275
Grupo Salinas	Total Play Telecomunicaciones, S.A. de C.V.	575	575

Tabla 4: Cantidad de municipios en que los concesionarios tienen al menos un acceso para BAF. **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cuarto trimestre de 2021; 2022.

De lo anterior, se destaca que:

- Teléfonos de México, S.A.B. de C.V. y Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V., de manera conjunta, es el Grupo que cuenta con presencia a través de BAF en el mayor número de municipios, ofreciendo sus servicios en un total de 1,590 municipios (64.4% de los 2,462 municipios que conforman el país).
- Total Play Telecomunicaciones, S.A. de C.V. es el segundo operador que cuenta con presencia de BAF en el mayor número de municipios, con presencia en 575 municipios.

Adicional a lo anterior, 83 concesionarios que no proporcionaron información referente a la ubicación municipal de sus accesos al cuarto trimestre de 2021¹⁵ tienen 3.1% del total de los accesos reportados al cuarto trimestre de 2021 (770,734 accesos) no se pueden ubicar en que municipio se encuentran.

Por otra parte, al analizar los once concesionarios que registran la ubicación de sus accesos se observa que Corporación De Radio y Televisión del Norte de México, S. de R.L. de C.V. como parte del Grupo Televisa, Telmex/Telnor y Grupo Salinas tienen presencia en todas las entidades federativas, ya que tienen presencia en al menos un municipio de todos los estados:

Concesionario	AGS	BC	BCS	CAM	CHIS	CHIH	CDMX	COAH	COL	DGO	GTO	GRO	HGO	JAL	MEX	MICH	MOR	NAV	NL	OAX	PUE	QRO	QROO	SLP	SIN	SON	TAB	TAM	TLAX	VER	YUC	ZAC
América Móvil																																
Teléfonos de México, S.A.B. de C.V.																																
Teléfonos del Noroeste, S.A. de C.V.																																
Grupo Salinas																																
Total Play Telecomunicaciones, S.A. de C.V.																																
Grupo Televisa																																
Cablemas Telecomunicaciones, S.A. de C.V.																																
Cablevision Red, S.A. de C.V.																																
Cablevision, S.A. de C.V.																																
Corporación De Radio y Televisión del Norte de México, S. de R.L. de C.V.																																
Televisión Internacional, S.A. de C.V.																																
Tv Cable de Oriente, S.A. de C.V.																																
Megacable																																
Mega Cable, S.A. de C.V.																																

Tabla 5: Estados en los que concesionarios cuentan con accesos para BAF en al menos un municipio. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021; 2022.

¹⁵ Al cuarto trimestre de 2021 el BIT tiene información de 83 operadores con menos de 200 mil accesos, los cuales no están obligados a reportar información desagregada por municipio de acuerdo a la normativa del BIT.

Para estudiar la presencia de accesos de BAF en todos los municipios del país, se consideró relevante agruparlos conforme a los siguientes rangos por número de accesos:

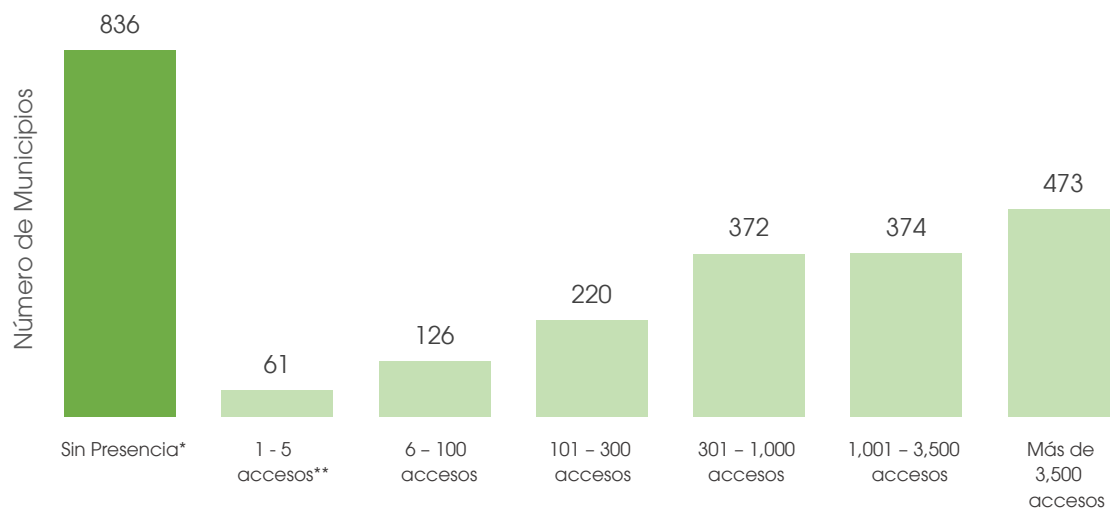


Figura 1: Distribución de municipios por cantidad de accesos **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y considerando los municipios del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI; 2022

Una vez determinados estos rangos, se cruzan con información de población y hogares reportados en la Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI de la siguiente manera:

Concepto	Parámetro	Accesos presentes a nivel municipal						
		Sin presencia*	1 - 5**	6 - 100	101 - 300	301 - 1,000	1,001 - 3,500	Más de 3,500
Hogares****	Mínimo	30	188	126	328	568	1,201	2,503***
	Máximo	14,103	14,246	22,654	26,645	33,143	46,858	576,708
	Promedio	1,525	2,801	3,017	3,671	4,940	8,469	58,202
Población****	Mínimo	81	527	369	906	1,915	4,168	10,443
	Máximo	50,836	50,362	101,967	137,262	141,027	234,661	1,922,523
	Promedio	5,998	10,945	11,750	14,143	18,564	31,921	204,447

*Nota: municipios para los que no se cuenta con datos de existencia de accesos para BAF. Sin embargo, debe recordarse que 3.1% de los accesos totales no tienen información desagregada de su ubicación a nivel municipio.

**Nota: En 34 municipios se reportan que existe solo un acceso para BAF

***Nota: Se registran más accesos que hogares, es decir, una penetración mayor al 100% lo cual, puede deberse a que se contrastan datos del "Censo Nacional de Vivienda 2020" de INEGI e información del BIT al cuarto trimestre de 2021.

****Nota: Estimación con base en el "Censo de Población y Vivienda 2020" de INEGI.

Tabla 7: Distribución de municipios por cantidad de accesos presentes. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y considerando los municipios del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI; 2022

De este ejercicio se destaca lo siguiente:

- Los 836 municipios donde no existen accesos para BAF tienen de 30 a 14,103 hogares, con una población que va de los 81 a los 50,836 habitantes. Asimismo, dentro de dicha categoría, a nivel promedio existen 1,525 hogares/municipio y 5,998 habitantes/municipio.
- Existen 61 municipios en donde hay de uno a cinco accesos en los cuales se localizan de 188 a 14,246 hogares, con una población que va de los 527 a los 50,362 habitantes. A nivel promedio se cuenta con 2,801 hogares/municipio y 10,945 habitantes/municipio.
- Se identifican 126 municipios en donde existen de seis a 100 accesos. En dicho conjunto, la cantidad de hogares oscila entre los 126 y 22,654, en tanto que la población presente se ubica entre 369 y 101,967 habitantes. Para esta clase de municipios, a nivel promedio, existen 3,017 hogares/municipio y 11,750 habitantes/municipio.

- Por otro lado, se observan 220 municipios en donde hay entre 101 a 300 accesos para BAF, mismos que cuentan con entre 328 a 26,645 hogares, con una población que va de los 906 a los 137,262 habitantes. Asimismo, dentro de dicha categoría, a nivel promedio existen 3,671 hogares/municipio y 14,143 habitantes/municipio.
- Existen 372 municipios en donde hay de 301 a 1,000 accesos. Para tales, la cantidad de hogares oscila entre 568 a 33,143 hogares, con una población que va de los 1,915 a los 141,027 habitantes. Dentro de este conjunto de municipios, a nivel promedio existen 4,940 hogares/municipio y 18,564 habitantes/municipio.
- Se identifican 374 municipios en donde existen de 1,001 a 3,500 accesos. En dicho conjunto, la cantidad de hogares oscila entre los 1,201 y 46,858, en tanto que la población presente se ubica entre 4,168 y 234,661 habitantes. Para esta clase de municipios, a nivel promedio, existen 8,469 hogares/municipio y 31,921 habitantes/municipio.
- En complemento, 473 municipios sobrepasan los 3,500 accesos para BAF. En ellos, existen de 2,503 a 576,708 hogares, con una población que va de los 10,443 a los 1,922,523 habitantes. Dentro de este conjunto de municipios, a nivel promedio existen 58,202 hogares/municipio y 204,447 habitantes/municipio.

Siguiendo con el análisis y a partir de las categorías definidas previamente para estudiar la presencia de accesos en cada municipio, las variables se pueden agrupar como sigue:

Accesos en municipio	Municipios	% Municipios	Accesos	% Accesos	Población (millones)**	% Población**	Hogares (millones)**	% Hogares**
Sin presencia*	836	34.0%	-	-	5.0	4.0%	1.3	3.6%
1 - 5	61	2.5%	117	0.001%	0.7	0.5%	0.2	0.5%
6 - 100	126	5.1%	5,790	0.03%	1.5	1.2%	0.4	1.1%
101 - 300	220	8.9%	42,345	0.2%	3.1	2.5%	0.8	2.3%
301 - 1,000	372	15.1%	227,065	1.0%	6.9	5.5%	1.8	5.2%
1,001 - 3,500	374	15.2%	710,149	3.1%	11.9	9.5%	3.2	9.0%
Más de 3,500	473	19.2%	21,873,400	95.7%	96.7	76.9%	27.5	78.3%
Total	2,462	100.0%	22,858,866***	100.0%	125.8	100.0%	35.2	100.0%

Accesos en municipio	Municipios	% Municipios	Accesos	% Accesos	Población (millones)**	% Población**	Hogares (millones)**	% Hogares**
*Se refiere a municipios en los que no se cuentan con datos de existencia de accesos para BAF.								
**Estimación con base en el Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI.								
*** Para obtener el total de 24,576,386 descrito previamente, al valor reportado en la tabla se deben adicionar los 222,387 accesos correspondientes a Netwey que no se contabiliza por registrar accesos de BAF a través de Tecnología Móvil, además de adicionar los 770,734 accesos (3.1% del total de accesos) que no poseen desagregación de su ubicación a nivel municipal.								

Tabla 8: Distribución de la cantidad de accesos de los BAF en los municipios del país. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y Censo de Población y Vivienda 2020; 2022

Es decir:

- Existen 836 municipios (de 2,462) sin presencia de accesos para BAF, los cuales representan cerca de 5 millones de personas (4% del total de la población) y 1.3 millones de hogares (3.6% de los hogares totales).
- En los 61 municipios que tienen de uno a cinco accesos para BAF, se localizan aproximadamente 0.7 millones de personas (0.5% de la población) y 0.2 millones de hogares (0.5% de los hogares totales). En dicho conjunto de municipios existen únicamente 117 accesos (0.001% del total).
- Hay 126 municipios con presencia de entre seis a 1,000 accesos, donde se sitúan 1.5 millones de personas (1.2% de la población) y 0.4 millones de hogares (1.1% de los hogares a nivel nacional). En dicho conjunto de municipios existen 5,790 accesos (0.03% del total).
- En los 220 municipios que tienen de 101 a 300 accesos para BAF, se localizan aproximadamente 3.1 millones de personas (2.5% de la población) y 0.8 millones de hogares (2.3% de los hogares totales). En dicho conjunto de municipios existen 42,345 accesos (0.2% del total).
- En contraste, se identifican a 372 municipios que tienen entre 301 y 1,000 accesos para BAF, en los cuales se localizan 6.9 millones de personas (5.5% de la población del país) y 1.8 millones de hogares (5.2% del total). En dicho conjunto de municipios existen 227,065 accesos (1.0% del total).

- En los 374 municipios que tienen de 1,001 a 3,500 accesos para BAF, se localizan aproximadamente 11.9 millones de personas (9.5% de la población) y 3.2 millones de hogares (9.0% de los hogares totales). En dicho conjunto de municipios existen 710,149 accesos (3.1% del total).
- Asimismo, existen 473 municipios cuyo volumen de accesos presentes es superior a los 3,500 en los cuales se encuentran cerca de 97 millones de personas (76.9% del total) y 27.5 millones de hogares (78.3% de la totalidad de hogares). En este conjunto de municipios se encuentran aproximadamente 21.9 millones de accesos para BAF (95.7% de los accesos a nivel nacional).

1.1.2 Accesos para BAF por tecnología.

En cuanto al tipo de tecnología de los accesos de banda ancha, la información del BIT considera: i) "Cable Coaxial", ii) "DSL", iii) "Fibra Óptica" y iv) Otros¹⁶.

OPERADOR	CABLE COAXIAL	DSL	FIBRA ÓPTICA	OTRAS
AMÉRICA MÓVIL		51%	49%	
TELEFONOS DE MEXICO, S.A.B. DE C.V.		52%	48%	
TELEFONOS DEL NOROESTE, S.A. DE C.V.		39%	61%	
AXESAT				100%
AXESS NET.SOLUTIONS MEXICO, S.A. DE C.V.				100%
DISH-MVS				100%
COMERCIALIZADORA DE FRECUENCIAS SATELITALES, S. DE R.L. DE C.V.				100%
GLOBALSAT				
GSAT COMUNICACIONES, S.A. DE C.V.				
GRUPO SALINAS			100%	
TOTAL PLAY TELECOMUNICACIONES, S.A. DE C.V.			100%	
GRUPO TELEVISA	89%	0.04%		11%
CABLEMAS TELECOMUNICACIONES, S.A. DE C.V.	100%			

¹⁶ En otras tecnologías se contemplan las tecnologías "Satelital" y "Tecnología Móvil" de acuerdo a la información reportada en el BIT.

OPERADOR	CABLE COAXIAL	DSL	FIBRA ÓPTICA	OTRAS
CABLEVISION RED, S.A. DE C.V.	100%			
CABLEVISION, S.A. DE C.V.	100%			
CORPORACION DE RADIO Y TELEVISION DEL NORTE DE MEXICO, S. DE R.L. DE C.V.		0.4%		99.6%
TELEVISION INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.	100%			
TV CABLE DE ORIENTE, S.A. DE C.V.	100%			
HNS DE MEXICO				100%
HNS DE MÉXICO, S.A. DE C.V.				100%
IST				100%
INTEGRACION DE SERVICIOS Y TECNOLOGIA, S.A. DE C.V.				100%
MEGACABLE-MCM	100%			
MEGA CABLE, S.A. DE C.V.	100%			
NETWEY				100%
ISLIM TELCO, S.A.P.I. DE C.V.				100%
NEXT TELEKOM				100%
NEXT TELEKOM, S.A.P.I. DE C.V.				100%
STARGROUP				100%
GRUPO W COM, S.A. DE C.V.				100%
TELEVERA RED, S.A.P.I. DE C.V.				100%
TOTAL GENERAL	38%	21%	35%	6%

Tabla 9: Distribución de tecnología de los accesos para BAF por cada concesionario. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021; 2022

Cabe destacar que la distribución de accesos conforme a dichas tecnologías es la siguiente: “Cable Coaxial” equivale a 38% de los accesos totales, mientras que “DSL” corresponde a 21%, “Fibra Óptica” representa 35% de los accesos. Por otra parte, “Otras” tecnologías representan el 6% de los accesos totales.

Considerando lo anterior, se identifican los municipios donde al menos existe un acceso de fibra óptica o de cable coaxial, en función de las categorías definidas previamente.

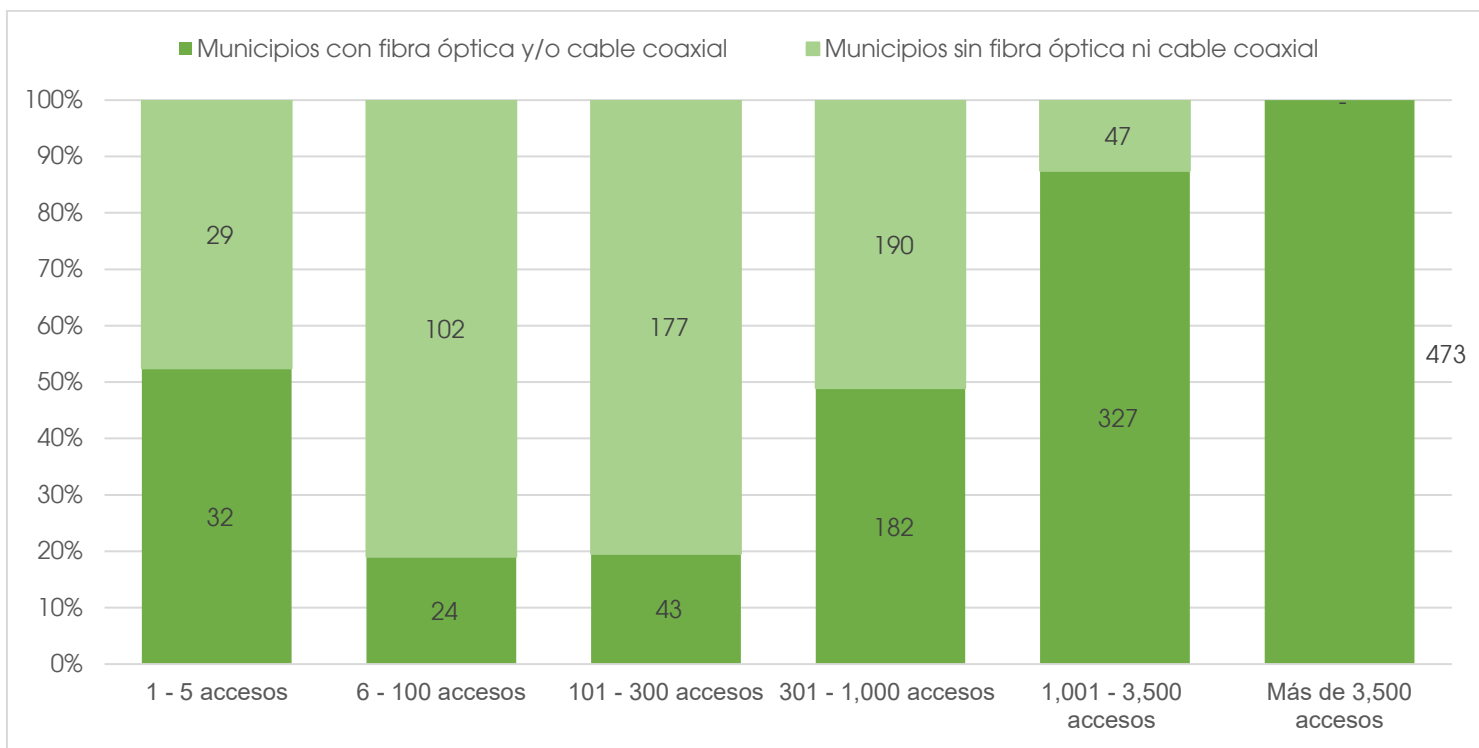


Figura 2: Distribución de los municipios del país, de acuerdo a si los accesos de los BAF presentes en estos corresponden a fibra óptica o cable coaxial. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI; 2022.

De la gráfica anterior se puede observar que si bien se observa una tendencia creciente de municipios con fibra óptica y/o cable coaxial a partir del rubro de "6 - 100 accesos", el primer rubro establecido de "1 a 5 accesos" cuenta con un mayor número de municipios con fibra óptica y cable coaxial, lo anterior se explica debido a que se ha observado que operadores entrantes (siendo Grupo Salinas el operador representativo ya que registra la totalidad de sus accesos con tecnología de fibra óptica) inician en un municipio con una cantidad baja de accesos para posteriormente ir incrementando presencia dentro del municipio, para este caso en particular se observa que de los 32 municipios con accesos de fibra óptica y cable coaxial en dos de ellos se cuenta con la presencia de dos operadores (en Tlanalalpa en Hidalgo se registra presencia de América Móvil y

Grupo Salinas, en el municipio de San Antonio de la Cal en Oaxaca se registra la presencia de Grupo Televisa y Grupo Salinas), mientras que en los 30 municipios restantes, en 27 el único operador que registra accesos es Grupo Salinas y en los tres restantes América Móvil.

Concepto	Accesos presentes a nivel municipal											
	1 - 5		6 - 100		101 - 300		301 - 1,000		1,001 - 3,500		Más de 3,500	
¿Cuentan con fibra óptica y/o cable coaxial?	SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	SI	No	SI	No
Población (millones)*	342,254	325,418	362,069	1,118,408	969,225	2,142,175	3,933,566	2,972,193	10,820,572	1,117,961	96,703,440	-
% Población*	51.3%	48.7%	24.5%	75.5%	31.2%	68.8%	57.0%	43.0%	90.6%	9.4%	100.0%	0.0%
Hogares (millones)*	91,824	79,045	91,748	288,415	243,511	564,133	1,031,699	805,854	2,863,391	304,086	27,529,724	-
% Hogares*	53.7%	46.3%	24.1%	75.9%	30.2%	69.8%	56.1%	43.9%	90.4%	9.6%	100.0%	0.0%
Accesos	58	59	813	4,977	8,349	33,996	119,328	107,737	636,905	73,244	21,873,400	-
% Accesos	49.6%	50.4%	14.0%	86.0%	19.7%	80.3%	52.6%	47.4%	2.9%	97.1%	100.0%	0.0%

*Estimación con base en el "Censo de Población y Vivienda 2020" de INEGI.
 **Para estimarlo se construyó en cada municipio el porcentaje que representa(n) el número de accesos basados en ésta(s) tecnología(s) sobre el total de accesos presentes en este. Posteriormente se calculó el promedio de las cantidades anteriores dentro de todos los municipios que integran la categoría de municipios conforme al rango de accesos para BAF presentes en tales municipios.

Tabla 10: Distribución de los municipios del país, de acuerdo a si los accesos de los BAF presentes en estos corresponden a fibra óptica o cable coaxial. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cierre de 2021 y Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI; 2020

Del ejercicio anterior, se destacan los siguientes hallazgos:

- De los 1,626 municipios que cuentan con accesos para BAF, existen 545 municipios que son atendidos con tecnologías distintas a cable coaxial y fibra óptica. En este conjunto de municipios, se encuentran 7.7 millones de personas (5.8% de la población total), 2.0 millones de los hogares (5.8% del total del país) y 220,013 accesos (1.0% de los accesos a nivel nacional).
- En contraste, para 1,094 municipios existe presencia de accesos basados en tecnologías de cable coaxial o fibra óptica, en los cuales se ubican 113.1 millones de habitantes (89.9% de la población), 31.9 millones de los hogares (90.6% del total) y 22.6 millones de accesos (99.0 % de los accesos a nivel nacional).

- Como es de esperarse, los accesos basados en tecnologías de cable coaxial o fibra óptica representan una participación más alta en el total del mercado mientras mayor es la cantidad de accesos desplegados en los municipios: en los municipios con 101 a 300 accesos solamente 19.7% de los accesos son de cable coaxial o fibra óptica, mientras que la categoría donde los accesos basados en dichas tecnologías representan un mayor número del total es la de municipios con más de 3,500 accesos (100%).

En suma, se puede apreciar una tendencia respecto a que la presencia de accesos con tecnologías de cable coaxial y fibra óptica se inclina hacia municipios con una mayor cantidad de población, en tanto que para municipios que tienen una menor presencia de accesos para servicios fijos, los operadores tienden a brindar accesos con tecnología alternas de menor capacidad.

1.1.3 Operadores con accesos para BAF a nivel municipal

A efecto de ampliar el análisis, esta sección aborda la cantidad de operadores que se encuentran presentes a nivel municipal, ya que se considera un indicador que se asocia de manera relevante con las otras variables como densidad poblacional y nivel socio económico.

En este sentido, cabe destacar que a efecto de proveer una visión global sobre la presencia de operadores con accesos de BAF, no se consideran distinciones respecto de los grupos económicos a los que pertenecen los concesionarios analizados, ni tampoco respecto de la tecnología a través de la cual han desplegado los accesos para BAF. Es decir, para establecer la presencia de accesos en cada municipio del país se identificaron los operadores que cuentan con al menos un acceso de BAF, considerando la diversidad tecnológica de los accesos que han desplegados en el país.

Posteriormente, se clasifican todos los municipios conforme a la cantidad de operadores que cuentan con presencia de accesos en ellos en las siguientes categorías:

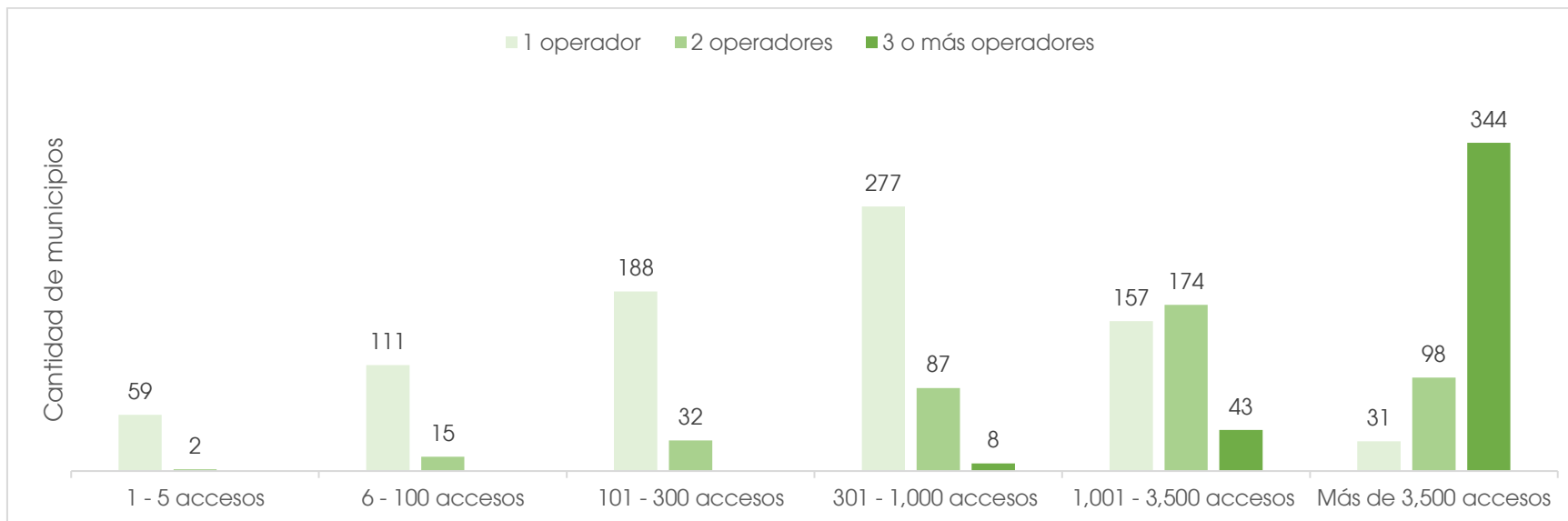


Figura 3: Distribución de la cantidad de municipios del país de acuerdo al número de operadores presentes en estos con accesos de BAF. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI; 2022

Asimismo, esta información nuevamente es relacionada con datos de población y hogares de la siguiente manera:

Operadores en municipio	Accesos presentes a nivel municipal																	
	1 - 5			6 - 100			101 - 300			300 - 1,000			1,001 - 3,500			> 3,500		
	1	2	3 o más	1	2	3 o más	1	2	3 o más	1	2	3 o más	1	2	3 o más	1	2	3 o más
Hogares (millones)*	0.16	0.01		0.31	0.07		0.64	0.17		1.30	0.46	0.08	1.26	1.46	0.45	0.49	1.57	25.47
%Hogares*	0.46%	0.03%	0.00%	0.89%	0.19%	0.00%	1.80%	0.49%	0.00%	3.68%	1.30%	0.23%	3.59%	4.14%	1.27%	1.40%	4.46%	72.31%
Población (millones)*	0.63	0.04		1.21	0.27		2.41	0.70		4.88	1.73	0.30	4.69	5.53	1.72	1.81	5.73	89.17
%Población*	0.50%	0.03%	0.00%	0.96%	0.21%	0.00%	1.91%	0.56%	0.00%	3.87%	1.37%	0.24%	3.72%	4.39%	1.37%	1.44%	4.55%	70.76%

*Estimación con base en el "Censo de Población y Vivienda 2020" de INEGI.

Tabla 11: Distribución de la cantidad municipios del país de acuerdo al número de operadores presentes en estos con accesos de servicios fijos de Internet. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre 2021 y Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI; 2022

Del análisis en cuestión, se destaca lo siguiente:

- Del total de los 1,626 municipios donde hay presencia de BAF en 823 solo existe un operador, en los cuales se ubican 15.6 millones de habitantes (12.4% del total) y 4.2 millones de hogares (11.8% de los hogares del país).
- Los concesionarios que llegan a ser el único operador con presencia de accesos en esta clase de municipios, junto con el número de veces que se observa este fenómeno, se resumen en la tabla inferior:

Concesionario	Municipios donde el concesionario es el único operador con presencia de accesos para BAF
América Móvil	788
Grupo Televisa	4
Grupo Salinas	29
Megacable	2
Total general	823

Tabla 12: Cantidad de municipios donde los concesionarios son el único operador con presencia de accesos para BAF. **Fuente:** DGCI con información del BIT al cuarto trimestre de 2021, 2022.

- En particular se aprecia que América Móvil está presente en la mayoría de los municipios en donde solo existe un operador con presencia de BAF (95.74% del total).
- En 408 municipios existen dos operadores con presencia de accesos para BAF, mismos que representan 10.6 millones de hogares (10.6% de los hogares) y 14 millones de personas (11.1% de la población).
- En complemento, en 395 municipios del país existen tres o más operadores con accesos para BAF, en los cuales se ubican 26 millones de hogares (73.8% de los hogares) y 91.2 millones de personas (72.4% de la población del país).

1.1.4 Municipios sin presencia de accesos.

Los 601 municipios que no cuentan con BAF se encuentran distribuidos en 22 entidades federativas¹⁷, destacando Yucatán (60), Puebla (79) y Oaxaca (445), en los cuales se encuentran, respectivamente, 12.07%, 8.66%, y 35.11% de la población del estado en cuestión.

Entidad Federativa	Municipios		Población*			Hogares*		
	Sin presencia de accesos	Total	En municipios sin accesos (millones)	Total (millones)	% en municipios sin accesos respecto a total	En municipios sin accesos (millones)	Total	% en municipios sin accesos respecto a total
Chiapas	53	123	0.89	5.53	16.09%	0.20	5.53	3.62%
Chihuahua	19	67	0.09	3.74	2.41%	0.03	3.74	0.80%
Coahuila	3	38	0.004	3.15	0.13%	0.001	3.15	0.03%
Durango	11	39	0.07	1.83	3.83%	0.02	1.83	1.09%
Guanajuato	3	46	0.03	6.17	0.49%	0.01	6.17	0.16%
Guerrero	19	81	0.33	3.54	9.32%	0.08	3.54	2.26%
Hidalgo	16	84	0.20	3.08	6.49%	0.05	3.08	1.62%
Jalisco	10	125	0.04	8.35	0.48%	0.01	8.35	0.12%
México	1	125	0.01	16.99	0.06%	0.003	4.57	0.07%
Michoacán	11	113	0.11	4.75	2.32%	0.03	4.75	0.63%
Nayarit	2	20	0.06	1.24	4.84%	0.01	0.36	2.78%
Nuevo León	1	51	0.01	5.78	0.17%	0.002	1.66	0.12%
Oaxaca	445	569	1.45	4.13	35.11%	0.39	4.13	9.44%
Puebla	79	217	0.57	6.58	8.66%	0.14	6.58	2.13%

¹⁷ En el resto de estados (Aguascalientes, Baja California, Baja California Sur, Campeche, Ciudad de México, Colima, Morelos, Querétaro, Sinaloa y Tabasco) se debe interpretar que al menos a nivel municipal existe presencia de accesos de servicios fijos de Internet, lo que no implica que en cada una de las localidades de cada uno de los municipios que registran accesos, se cuente con al menos un acceso fijo y, por lo tanto, con infraestructura desplegada para brindar tales servicios.

Entidad Federativa	Municipios		Población*			Hogares*		
	Sin presencia de accesos	Total	En municipios sin accesos (millones)	Total (millones)	% en municipios sin accesos respecto a total	En municipios sin accesos (millones)	Total	% en municipios sin accesos respecto a total
Quintana Roo	1	11	0.03	1.86	1.61%	0.01	0.58	1.72%
San Luis Potosí	11	58	0.10	2.82	3.55%	0.03	2.82	1.06%
Sonora	16	72	0.02	2.94	0.68%	0.01	2.94	0.34%
Tamaulipas	6	43	0.03	3.53	0.85%	0.01	3.53	0.28%
Tlaxcala	11	60	0.07	1.34	5.22%	0.02	1.34	1.49%
Veracruz	50	212	0.59	8.06	7.32%	0.15	8.06	1.86%
Yucatán	60	106	0.28	2.32	12.07%	0.07	2.32	3.02%
Zacatecas	8	58	0.03	1.62	1.85%	0.01	1.62	0.62%
Total general	836	2,462	5.01	125.82	3.98%	1.28	125.82	1.02%

Nota*: Estimación con base en el "Censo de Población y Vivienda 2020" de INEGI.

Tabla 13: Comparativo a nivel estatal del número de municipios sin información de presencia de accesos para BAF. **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y Censo de Población y Vivienda de INEGI; 2022

Si bien un tercio de los municipios del país no cuenta con BAF, en estos solamente se concentra aproximadamente 3.98% tanto de la población y 1.02% de los hogares totales del país.

1.1.5 Densidad de hogares por municipio.

Para realizar un análisis y diagnóstico puntual sobre las características de la población y los servicios de banda ancha en México, se considera apropiado estudiar la información obtenida a través de un análisis regional, ya que apoyados en la agrupación de los estados en regiones puede llevarse a cabo un estudio más adecuado al momento de vincular las diferentes variables, tanto las relacionadas con la conectividad como con los factores socioeconómicos.

Al respecto, Ángel Bassols propuso una división del país en ocho zonas o regiones geoeconómicas con base en tres criterios: existencia de recursos naturales que permiten determinadas actividades productivas, necesidad de que diversas partes de la región se complementen entre sí, y su homogeneidad en su grado de desarrollo,¹⁸ siendo la estructura de las regiones la siguiente:

#	Región	Estado
1	Centronorte	Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas
2	Centrosur	Ciudad de México, Estado de México y Morelos
3	Noseste	Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas
4	Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora
5	Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit
6	Oriente	Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Veracruz
7	Sureste	Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán
8	Suroeste	Chiapas, Guerrero y Oaxaca

Tabla 14. Regiones de México. Fuente: Bassols Batalla, Ángel (1979). *Formación de regiones económicas. Influencias, factores y sistemas*. México, Universidad Nacional Autónoma de México; 2020

Como es de esperarse que la concentración de hogares es un factor clave que incide en los incentivos para el despliegue de redes de telecomunicaciones fijas, para cada estado y municipio se construye el indicador de número de hogares por kilómetro cuadrado, como el cociente del número de hogares (Censo de Población y Vivienda 2020, de INEGI) y la extensión superficial de cada municipio (Sistema Nacional de Información Municipal, 2012). Es así que, a través de la siguiente tabla se puede observar que efectivamente los operadores despliegan redes fijas en municipios que registran

¹⁸ Bassols Batalla, Ángel (1979). *Formación de regiones económicas. Influencias, factores y sistemas*. México, Universidad Nacional Autónoma de México.

una mayor densidad de hogares, reflejando las evidentes economías de escala que eso representa en las inversiones. Inclusive, al comparar el valor máximo y el promedio de densidad de hogares para cada Estado según la presencia de accesos se observa que los valores son contrastantes.

Región Estado	Densidad de Hogares	Sin presencia de accesos		Con Presencia de accesos	
		Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Centronorte					
Aguascalientes	55.47	-	-	226.44	55.47
Guanajuato	56.36	11.98	830	360.73	59.71
Querétaro	66.83	-	-	446.43	66.83
San Luis Potosí	21.44	25.25	7.73	300.63	24.65
Zacatecas	10.40	6.64	2.09	96.02	11.73
Centrosur					
Ciudad de México	3,000.33	-	-	6,593.75	3,000.33
México	426.74	176.20	176.20	4,710.05	428.76
Morelos	156.17	-	-	1,100.75	156.17
Noreste					
Coahuila de Zaragoza	15.24	0.49	0.37	167.64	16.52
Nuevo León	166.46	1.88	1.88	2,023.88	169.75
Tamaulipas	61.89	3.74	1.18	1,354.94	71.73
Noroeste					
Baja California	115.71	-	-	467.07	115.71
Baja California Sur	7.19	-	-	27.17	7.19
Chihuahua	6.25	2.10	0.90	126.70	8.36
Durango	6.19	1.30	0.70	121.93	8.35
Sinaloa	14.76	-	-	60.37	14.76
Sonora	3.58	0.94	0.36	44.61	4.50
Occidente					

Región	Densidad de Hogares	Sin presencia de accesos		Con Presencia de accesos	
Estado		Máximo	Promedio	Máximo	Promedio
Colima	40.32	-	-	170.52	40.32
Jalisco	68.38	5.14	2.50	2,636.22	74.10
Michoacán de Ocampo	28.73	28.26	2.37	204.06	30.50
Nayarit	17.68	1.73	1.25	77.17	19.51
Oriente					
Hidalgo	62.67	69.47	20.35	619.67	72.62
Puebla	65.05	101.46	25.35	1,078.88	87.77
Tlaxcala	168.35	381.74	159.51	552.25	170.33
Veracruz de Ignacio de la Llave	80.49	145.90	39.07	1,360.65	93.27
Sureste					
Campeche	5.76	-	-	26.29	5.76
Quintana Roo	27.83	-	-	136.61	30.76
Tabasco	37.99	-	-	115.05	37.99
Yucatán	17.56	21.68	7.78	390.51	30.32
Suroeste					
Chiapas	29.97	74.10	24.29	496.06	33.87
Guerrero	16.05	29.99	11.62	129.60	17.41
Oaxaca	32.35	707.74	15.80	1,574.45	91.97
Total general	86.08	707.74	18.59	6,593.75	120.66

Tabla 15: Comparativo a nivel estatal del número de municipios sin información de presencia de accesos para BAF, **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Censo de Población y Vivienda 2020 de INEGI y Sistema Nacional de Información Municipal, 2012; 2022

1.2 Índice de marginación y servicios de banda ancha fija.

En complemento a lo anterior, en esta sección se analiza otra relación de la penetración de BAF, ahora con el Índice de marginación elaborado por el CONAPO, el cual mide el grado de desarrollo socioeconómico alcanzado en cada municipio¹⁹.

Dicho índice de marginación tuvo su origen durante el proyecto “Desigualdad regional y marginación municipal en México”, cuyos resultados se publicaron en el libro “Indicadores socioeconómicos e índice de marginación, 1990”. Se trata de una medida que permite diferenciar entidades federativas y municipios según el impacto global de las carencias que padece su población, como resultado de la falta de acceso a la educación, la residencia en viviendas inadecuadas, la percepción de ingresos monetarios insuficientes y las relacionadas con la residencia en localidades pequeñas:

“La marginación como fenómeno estructural expresa la dificultad para propagar el progreso en el conjunto de la estructura productiva, pues excluye a ciertos grupos sociales del goce de beneficios que otorga el proceso de desarrollo. La precaria estructura de oportunidades sociales para los ciudadanos, sus familias y comunidades los expone a privaciones, riesgos y vulnerabilidades sociales que, a menudo, escapan al control personal, familiar y comunitario, cuya reversión requiere del concurso activo de los agentes públicos, privados y sociales”²⁰.

Cabe destacar que existe un índice similar que es calculado y publicado por el Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL), el cual es el índice de rezago social e incorpora indicadores de educación, de acceso a servicios de salud, de servicios básicos, de calidad y espacios en la vivienda, y activos en el hogar.²¹ Pese a la similitud que existe entre el índice de marginación y el índice de rezago social, para efectos de este Estudio, se utiliza el índice de marginación ya que incluye dos dimensiones socioeconómicas muy relevantes que el índice de rezago social

¹⁹ La “Nota técnico-metodológica” del “Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020” se encuentra disponible a través de la siguiente dirección electrónica: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685354/Nota_te_cnica_IMEyM_2020.pdf

²⁰ IDEM. Para mayor información revisar el Anexo metodológico donde se explican las dimensiones de la marginación y la construcción del índice de marginación.

²¹ Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. Consultado el 12 de diciembre de 2022. Sitio web: <https://www.coneval.org.mx/Medicion/IRS/Paginas/Que-es-el-indice-de-rezago-social.aspx>

no contempla, la distribución de la población y los ingresos monetarios. Además, el índice de rezago social contempla el indicador de servicios de salud el cual no se evalúa en este estudio.

El índice de marginación es una medida ponderada que resume nueve formas de exclusión de la marginación en las dimensiones: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos monetarios en un solo índice, los cuales tienen como finalidad ordenar a las unidades de observación según sus carencias sociales²².

Para este estudio se utilizó el Grado de Marginación 2020 determinado por la CONAPO²³, a partir de indicadores socioeconómicos obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2020. Los resultados de la estimación son representados en cinco estratos: muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto.²⁴

1.2.1 Análisis del grado de marginación vs penetración de banda ancha fija

Las 32 entidades federativas del país se caracterizan por su diferencia en extensión territorial, su ubicación geográfica, el nivel de desarrollo socioeconómico, entre otros factores. Como se mencionó anteriormente, el índice de marginación permite diferenciar a las entidades federativas de acuerdo a las carencias que padece la población, partiendo del análisis de indicadores relacionados con la educación, vivienda, distribución de la población y percepción de ingresos monetarios.

Es por ello que, para fines de análisis que permita identificar un vínculo entre las condiciones socioeconómicas con la penetración de accesos de BAF, se considera relevante mostrar el número de municipios clasificados por el grado de marginación, su población y el número de municipios clasificados por el grado de penetración de BAF.

²² La "Nota técnico-metodológica" del "Índice de marginación por entidad federativa y municipio 2020" se encuentra disponible a través de la siguiente dirección electrónica: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/685354/Nota_te_cnica_IMEyM_2020.pdf

²³ Información disponible para descarga a través de la siguiente dirección electrónica: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>

²⁴ Con base en la metodología de Dalenius & Hodges, dado que permite que dentro de cada estrato las unidades sean lo más homogéneas posibles y entre los estratos los más distintos posibles.

Grado de marginación	Número de municipios	Población total 2020	Penetración BAF					
			Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja	Sin penetración
Muy alto	204	3,517,600					54	150
Alto	584	7,882,723			3	11	195	375
Medio	491	9,214,023	1		4	45	256	185
Bajo	528	15,625,638	3	7	34	140	250	94
Muy bajo	655	89,581,911	47	103	142	187	144	32

Tabla 16: Grado de marginación, municipios, población total y grado de penetración de BAF., **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cuarto trimestre de 2021 y CONAPO con base Censo de Población y Vivienda 2020; 2022

Como se puede observar, existe una fuerte correlación entre un grado de marginación bajo a muy bajo, con una mayor penetración de BAF. Contrario a lo que sucede en los municipios con un alto o muy alto grado de marginación, donde se encuentran 525 municipios de los 836 que no cuentan con servicios de BAF.

- **Grado de marginación “Muy alto”**

Como se puede observar, 204 municipios (que representan 8.3% a nivel nacional) tienen un grado de marginación muy alto. También se destaca que en estos municipios se concentra 2.8% de la población nacional (3.5 millones de personas). Al compararlos se observa que 150 municipios de los 204 no cuentan con penetración en BAF y 54 municipios con penetración baja.

Los estados con mayor número de municipios clasificados con muy alto grado de marginación son: Oaxaca con 92 municipios, Guerrero con 34, Veracruz con 21 y Chiapas con 20. Sin embargo, también aparecen otros estados como Chihuahua, Puebla, Nayarit, Durango, Hidalgo, Jalisco, San Luis Potosí, Tamaulipas, Michoacán de Ocampo y Yucatán.

- **Grado de marginación "Alto"**

Por otra parte, existen 584 municipios con alto grado de marginación, lo que representa 23.7% de los 2,462 municipios a nivel nacional. En ellos se encuentran 7.9 millones de personas (6.3% de la población nacional). Se resalta que son en estos municipios donde existe un mayor número de ellos sin penetración, ya que 375 municipios de los 836 no cuentan con BAF, 195 cuentan con un grado de penetración muy bajo, 11 con baja penetración y sólo tres cuentan con un grado de penetración media.

Los estados con el mayor número de municipios clasificados con alto grado de marginación son: Oaxaca con 233 municipios, Puebla con 75, Chiapas con 65 y Veracruz con 63. El resto de municipios se distribuye en los estados de Yucatán, Guerrero, San Luis Potosí, Michoacán de Ocampo, Hidalgo, México, Durango, Guanajuato, Jalisco, Nuevo León, Querétaro, Campeche, Chihuahua, Tamaulipas, Zacatecas, Quintana Roo, Sinaloa y Sonora.

- **Grado de marginación "Medio"**

Referente a los municipios que se encuentran clasificados con grado de marginación medio, existen 491 municipios (7.3% del total nacional) con esta clasificación, mismo que aglutinan 19.9% de la población nacional (9.2 millones de personas). De los 491 municipios se destaca que 185 no cuentan con BAF, 256 tienen un grado de penetración de BAF muy bajo, 45 tienen una penetración baja, cuatro con penetración media y sólo uno cuenta con penetración muy alta.

Los estados con mayor número de municipios clasificados con un grado de marginación media son: Oaxaca con 151 municipios, Puebla con 66, Veracruz con 55, Yucatán con 35 y el estado de Chiapas con 30. El resto se distribuye en los estados de Michoacán de Ocampo, Hidalgo, San Luis Potosí, México, Guerrero, Jalisco, Tamaulipas, Guanajuato, Tabasco, Querétaro, Zacatecas, Chihuahua, Durango, Sonora, Morelos, Nuevo León, Quintana Roo, Campeche, Sinaloa, Tlaxcala y Nayarit.

- **Grado de marginación "Bajo"**

En relación con el grado de marginación bajo, existe un total de 528 municipios (21.4% del total nacional) clasificados de esta manera. En estos municipios se concentra 12.4 % de la población nacional (15.6 millones de personas). Aquí se destaca que tres municipios tienen un grado de penetración de BAF muy alto, siete municipios cuentan con penetración alta de BAF, 34 municipios tienen penetración media, 140 municipios tienen penetración baja, 250 tienen grado de penetración muy baja y, pese a un grado de marginación bajo, existen 94 municipios que no tienen penetración de BAF.

Los estados con mayor número de municipios con grado de marginación bajo son: Oaxaca con 61, Michoacán con 56, Veracruz con 48 y Puebla con 43. El resto se distribuye entre los estados de Jalisco, Zacatecas, México, Yucatán, Hidalgo, Chihuahua, Guanajuato, Morelos, Sonora, Tamaulipas, San Luis Potosí, Tlaxcala, Durango, Coahuila de Zaragoza, Nuevo León, Sinaloa, Chiapas, Tabasco, Guerrero, Campeche, Nayarit, Querétaro, Colima y Quintana Roo.

- **Grado de marginación “Muy bajo”**

Finalmente, se analiza el grado de marginación muy bajo el cual engloba 655 municipios (26.6% del total nacional). En estos municipios se encuentra 71.2% de la población nacional (90 millones de personas) lo que significa que es en dichos municipios donde reside la mayor parte de la población a nivel nacional. Además, en estos municipios se aglutina el mayor número de ellos con un grado de penetración muy alto (47 municipios), 103 municipios tienen penetración alta, 142 con penetración media, 187 con baja, 144 con penetración muy baja y, pese al grado de marginación, 32 municipios no cuentan con penetración de BAF.

Los estados con mayor número de municipios con marginación muy baja son: Jalisco con 78, México con 73 municipios, y Sonora con 50 y Tlaxcala con 45. El resto de los municipios con marginación muy baja se distribuyen en los estados de Nuevo León, Oaxaca, Chihuahua, Coahuila, Hidalgo, Veracruz, Zacatecas, Puebla, Guanajuato, Michoacán, Durango, Ciudad de México, Tamaulipas, Morelos, Aguascalientes, Nayarit, Colima, San Luis Potosí, Sinaloa, Yucatán, Querétaro, Quintana Roo, Baja California, Baja California Sur, Tabasco, Campeche, Chiapas y Guerrero.

También se destaca que de los 32 municipios sin penetración de BAF se localizan en los siguientes estados: diez municipios en Sonora, tres en Oaxaca, dos en Coahuila y uno en Chihuahua y uno en Tlaxcala.

De manera análoga, agrupando los estados en las regiones previamente determinadas, se obtiene una correlación similar entre los indicadores socioeconómicos y de penetración de BAF, confirmando el efecto sobre la demanda de servicios de telecomunicaciones cuando se encuentra la población en una situación de vulnerabilidad económica.

Región	Accesos de Banda Ancha Fija	Hogares 2020	% Penetración de BAF	Grado de marginación 2020 ²⁵
Centronorte	2,374,603	3,858,744	61.5	Muy bajo
Centrosur	6,678,869	7,885,623	84.7	Muy bajo
Noreste	2,871,037	3,625,260	79.2	Muy bajo
Noroeste	3,602,269	4,760,623	75.7	Muy bajo
Occidente	2,671,686	4,203,473	63.6	Muy bajo
Oriente	2,550,979	5,302,858	48.1	Alto
Sureste	1,052,016	2,163,602	48.6	Medio
Suroeste	1,057,407	3,418,958	30.9	Alto
Nacional	22,858,866	35,219,141	64.9	Muy bajo

Tabla 17. Comparativo entre el índice de penetración de banda ancha fija y el grado de marginación. **Fuente:** DGCI a partir de información del BIT al cuarto trimestre 2021 y CONAPO con base en el Censo de Población y Vivienda 2020; 2022

Cómo se observa en la tabla 17, la región que tiene mayor grado de penetración en BAF es la Centrosur con 84.7% de los hogares con accesos de BAF y con grado de marginación muy bajo. Asimismo, hay una relación directa entre la densidad de población, y el nivel de penetración, lo que se traduce en que esta región tiene mayor acceso a la información desde sitios webs y a comunicación. En una situación similar se encuentra la región Noreste con 79.2% de penetración y grado de marginación muy bajo

Por otra parte, se observa que la región con menor grado de penetración de BAF es la Suroeste con apenas 30.9%, aunado a un grado de marginación alto. Además de lo anterior, al agregar el grado de marginación, también se observa que aquellas regiones con menor penetración en BAF son las que tienen un mayor grado de marginación.

En suma, las regiones con mayores carencias como el acceso a la educación y la residencia en viviendas inadecuadas son las que más padecen de acceso a la BAF.

²⁵ CONAPO determina el índice de Marginación a nivel municipal, por lo que, tomando como unidad de medida el municipio, se obtiene el porcentaje de municipios para cada rubro de marginación, el porcentaje más alto es el que se toma en cuenta para determinar el grado de marginación a nivel región.

CAPÍTULO SEGUNDO. ESTUDIO REGIONAL DE COBERTURA CARACTERIZACIÓN DE MUNICIPIOS.

SUMARIO: **2.1** Distancias mínimas a la red de transporte **2.1.1** Índice teórico de infraestructura. **2.2** Estudio de municipios característicos por región socioeconómica. **2.2.1** Clusterización para BAF.

Una vez realizado el análisis y diagnóstico de diferentes indicadores asociados a la penetración de servicios de banda ancha, y su vinculación con indicadores socioeconómicos, el desarrollo de estimaciones de infraestructura necesaria para ampliar la conectividad requiere un análisis adicional sobre la infraestructura existente.

Para ello, la DGCI utiliza información disponible de infraestructura de telecomunicaciones de diversos concesionarios, así como información geoestadística del INEGI para construir dos indicadores que se consideran relevantes para realizar una aproximación a las necesidades de despliegue de redes de telecomunicaciones en México: la distancia mínima de los municipios a la red de transporte y un índice teórico de infraestructura.

2.1. Distancias mínimas a la red de transporte

La elaboración del indicador "*Distancia mínima a la red*" consiste en el cálculo en kilómetros de la distancia de cada uno de los municipios a la red de transporte. Para ello se utilizó información sobre las rutas de las redes de transporte de los principales operadores en el país, misma que se procesó con el uso de un programa de georreferenciación "QGIS", que ofrece la posibilidad de calcular la distancia entre diferentes puntos georeferenciados. Al respecto, los insumos necesarios para generar el indicador son un conjunto de puntos de origen, conjunto de puntos de destino, y la red a través de la cual se pretende conectar a los mismos.

De esta manera, se utilizó la información del Marco Geoestadístico 2018 del INEGI para obtener información georeferenciada del territorio mexicano y su delimitación municipal²⁶. Al requerirse para el cálculo de "*Distancia mínima a la red*" un conjunto de puntos como capa de origen, se generó a través del programa "QGIS" el centro de simetría (centroide geográfico) de cada uno de los municipios y se identificó a este conjunto de puntos como la serie de origen, como se muestra en el ejemplo a continuación:

²⁶ Disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <https://www.inegi.org.mx/temas/mg/default.html#Descargas>

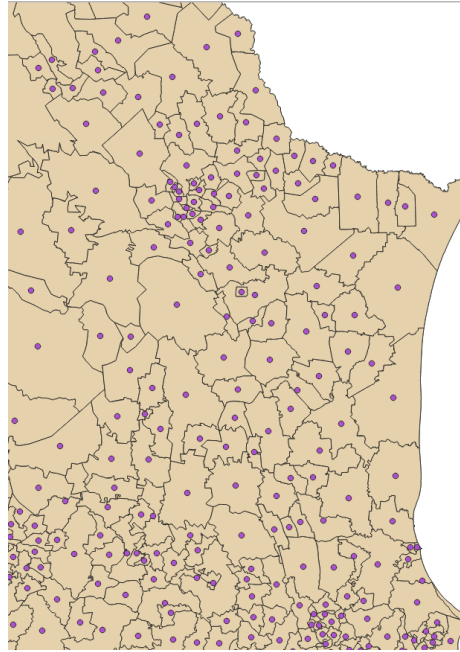


Figura 5. Centroides de los municipios. **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI; 2020

Posteriormente, para formar la capa de destino se identificó la red de transporte²⁷, y, bajo el supuesto teórico de que la red de fibra óptica permite la transmisión de señales sin gran pérdida en un rango de 20 kilómetros, a través del programa "QGis" se estableció un punto cada 20 kms²⁸ a través de la red.

²⁷ Se genera la red de transporte con información de Telmex y CFE. Se complementa con información de los operadores: Televisa, Axtel, Megacable y Total Play.

²⁸ De acuerdo al estándar G.984.1 "Gigabit-Capable Passive Optical Networks (GPON): General characteristics" (2008) de la International Telecommunication Union (ITU) se toma el supuesto teórico de que la red de fibra cuenta con un alcance para brindar servicios de 20 km.

Después, con la información de las centrales de fibra óptica de diversos operadores²⁹, se generó una capa adicional de puntos. Estas capas se unieron para obtener los puntos de destino los cuales representan los puntos relevantes de fibra óptica como se muestra en la siguiente figura:

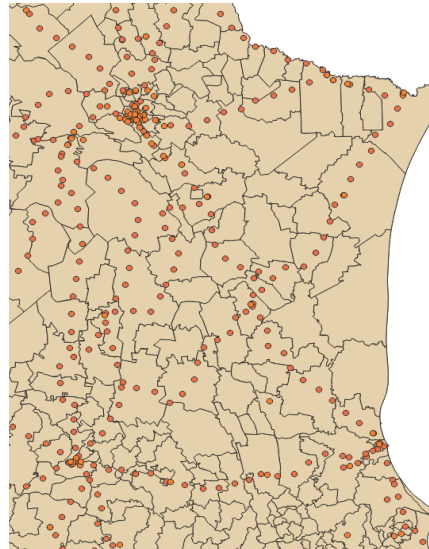


Figura 6. Red de transporte representada en puntos. **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI e información de la red de fibra de diversos operadores; 2020

Finalmente, se utilizó la red de calles y carreteras del país disponible a través del INEGI como las posibles rutas para determinar las distancias mínimas entre los puntos de origen (centroide del municipio) y destino (centrales y red de transporte), al considerarse que las redes de telecomunicaciones siguen dichas rutas. De esta forma y a partir de un algoritmo de análisis de red que minimiza distancias entre puntos en el programa de georreferenciación Q-Gis, se calculan las distancias mínimas entre cada centroide de municipio y los puntos relevantes de fibra óptica. Para mayor claridad, en

²⁹ Telmex, Televisa, Axtel, Megacable y Total Play

la siguiente figura se muestra cómo un punto perteneciente a la capa de origen (punto verde) se conecta a través de la distancia más corta, marcada con el circuito naranja, a un punto de la capa de destino (punto amarillo):

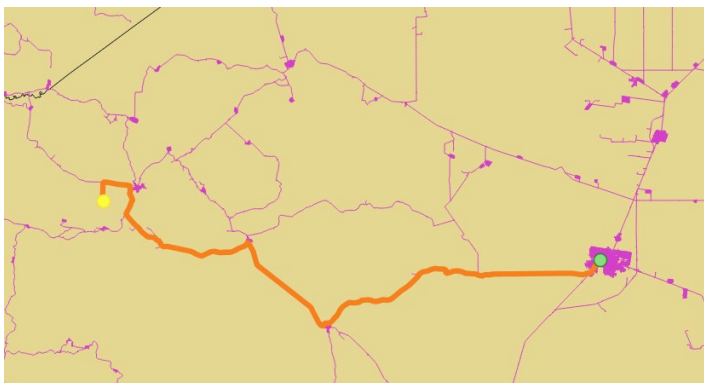


Figura 7. Cálculo de distancias mínimas. **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI e información de la red de fibra de diversos operadores; 2020

Es así que se obtiene la información de la distancia mínima total del centroide de cada municipio (punto de origen) al punto más cercano que representa la red de transporte (punto de destino) en kilómetros, compuesta por la suma de la distancia del punto de origen a la entrada a la red, la distancia sobre la red del origen al destino y la distancia de la red al punto de salida, ya que no todos los centroides de los municipios y los puntos que representan la capa de destino se encuentran sobre la red de carreteras de México. De esta manera, el programa “QGIS” arroja una base de datos con la siguiente estructura:

Clave	Distancia mínima total (mts.)	Distancia del punto de origen a la red (mts.)	Distancia sobre la red (mts.)	Distancia del último punto de la red al punto de destino (mts.)	Destino
01001	6,179.91	124.34	6,055.53	0.04	1001-501

Clave	Distancia mínima total (mts.)	Distancia del punto de origen a la red (mts.)	Distancia sobre la red (mts.)	Distancia del último punto de la red al punto de destino (mts.)	Destino
01002	8,568.57	105.33	8,274.23	189.02	1002-1462
01003	11,143.27	294.02	10,616.83	232.42	1003-1407
01004	2,197.65	41.18	2,091.22	65.25	1004-1058
01005	33,240.28	1,328.92	31,678.94	232.42	1003-1407
01006	13,218.21	69.06	13,061.27	87.88	1007-1059
01007	8,503.30	1,055.82	7,359.60	87.88	1007-1059

Tabla 18. Cálculo de distancias mínimas en Excel. **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI e información de la red de fibra de diversos operadores; 2020

Los puntos de la capa de origen representan a cada uno de los municipios de la República Mexicana, por lo que cada punto fue caracterizado con la clave del municipio. Por su parte, cada uno de los puntos que componen la capa de destino fue identificado con un código compuesto por nueve o diez dígitos, en el que los primeros cuatro o cinco dígitos representan el estado y el municipio en el cual se ubica cada punto de la capa de destino, separado de un número único asignado a cada punto de la capa de destino compuesto por cuatro dígitos y separado de los primeros cuatro o cinco dígitos primeros por un guion.

De esta forma se obtiene la distancia a la red de transporte de cada uno de los municipios medida en kilómetros, indicador que nos proporciona información para el cálculo de la infraestructura necesaria para que todos los municipios cuenten con servicios de telecomunicaciones fijos. Al cruzar el promedio de las distancias por región y su relación con el grado de penetración de servicios de banda ancha se obtiene lo siguiente:

Promedio de distancia mínima a la red de transporte (kilómetros)

Región	Grado de penetración de BAF						Total general
	Sin Penetración	Penetración Muy Baja	Penetración Baja	Penetración Media	Penetración Alta	Penetración Muy Alta	
Centronorte	59.13	40.27	20.87	13.17	7.52	9.02	33.15
Centrosur	4.45	26.48	13.24	9.49	5.76	4.29	14.16
Noreste	45.89	43.68	44.27	23.86	14.88	2.18	35.67
Noroeste	136.86	110.63	52.51	38.10	30.72	43.55	92.67

Promedio de distancia mínima a la red de transporte (kilómetros)

Región	Grado de penetración de BAF						Total general
	Sin Penetración	Penetración Muy Baja	Penetración Baja	Penetración Media	Penetración Alta	Penetración Muy Alta	
Occidente	69.36	41.15	34.16	22.61	14.01	10.29	36.71
Oriente	40.60	27.32	17.01	11.72	16.12	7.72	27.56
Sureste	31.11	31.82	32.02	33.88	10.35	5.81	30.86
Suroeste	58.23	40.42	21.50	22.60	14.77	9.40	50.86

Tabla 19. Distancias mínimas y penetración de BAF Fuente: Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e información de la red de fibra de diversos operadores; 2022

De lo anterior se puede observar que en los municipios sin penetración o penetración muy baja de BAF la distancia a la red de transporte de fibra óptica suele ser muy alta, conforme la penetración es más alta la distancia a la red de transporte es más pequeña, siendo la región Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora) y Suroeste (Chiapas, Guerrero y Oaxaca) las regiones que registran la distancia promedio más alta a la red de transporte de fibra óptica.

2.1.1 Índice teórico de infraestructura

El otro indicador que se construye para caracterizar a los municipios es el Índice Teórico de Infraestructura (ITI), el cual arroja un valor entre cero y uno a cada uno de los municipios de acuerdo con la cobertura de la infraestructura existente. De esta forma si un municipio registra el valor de 0 significa que el alcance de cada uno de los elementos de infraestructura de los que se tiene registro no proporciona cobertura a la población de dicho municipio; por el contrario, cuando un municipio cuenta con un Índice Teórico de Infraestructura equivalente a uno significa que tiene una cobertura completa de la población del municipio de acuerdo al alcance calculado de cada uno de los elementos de infraestructura registrados.

Para generar el ITI se utilizó la información de las centrales de fibra óptica, las centrales de cobre y la red de transporte, a partir de lo cual se creó un radio o buffer geográfico alrededor del elemento infraestructura conforme a su alcance a partir de los siguientes supuestos:

- Centrales de fibra óptica³⁰ 20 km de radio.
- Centrales de cobre³¹ 5 km de radio.
- Red de transporte de fibra óptica³² 2 km de ancho.

Es decir, se considera que en las zonas de influencia de esta infraestructura se reduce de manera considerable los costos estimados para incrementar la cobertura. Un ejemplo de la expansión de los buffers considerando los criterios anteriores se muestra a continuación.

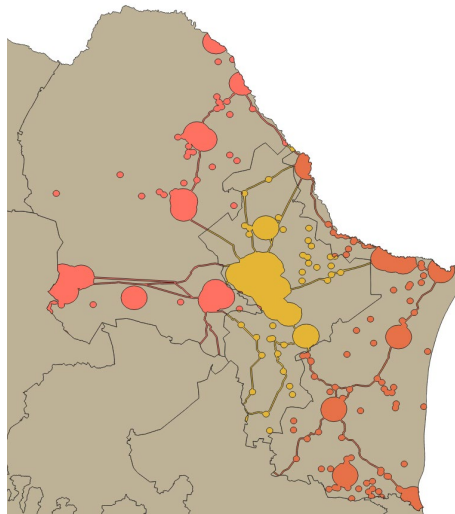


Figura 8. Buffer de infraestructura. **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI e información de la red de fibra de diversos operadores; 2020

³⁰ Obtenidas de la respuesta a requerimientos de Información realizada a diversos concesionarios por parte de la DGCI.

³¹ Obtenidas del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija.

³² Obtenida de información sobre las rutas de las redes de transporte de los principales operadores en el país

Posteriormente se generó una capa de puntos geográficos que contiene la población de todas las localidades del país y el municipio donde se encuentra.³³

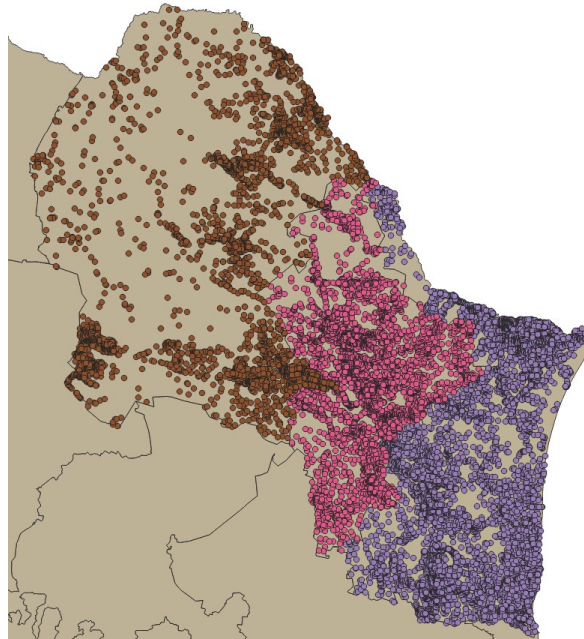


Figura 9. Población de localidades georreferenciada.
Fuente: Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI; 2020

Una vez completado el paso anterior, se unen los atributos de ambas capas por localización. Por lo que el resultado nos indica los municipios cubiertos por la mancha de infraestructura, así como la población, tal y como se muestra en la siguiente figura.

³³ En este caso se toma la población del censo 2010, ya que es a nivel localidad.

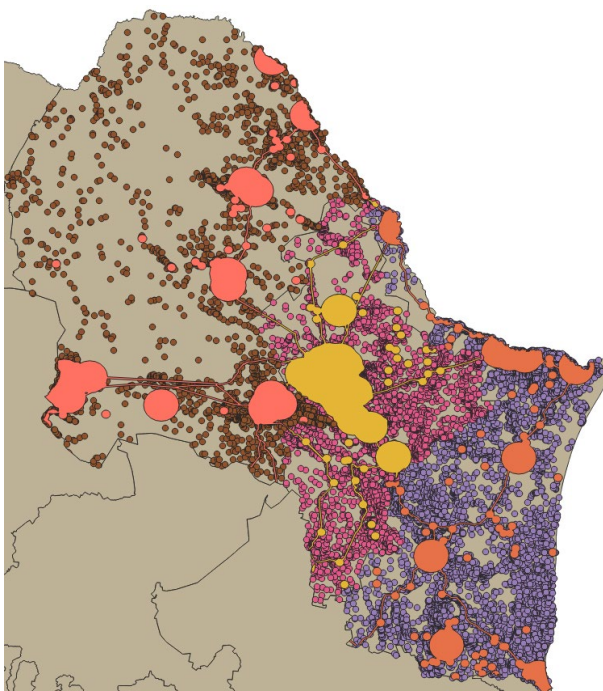


Figura 10. Unión de atributos. **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI e información de la red de fibra de diversos operadores; 2020

Finalmente, se relativiza la población cubierta frente a la población total de cada municipio para obtener el valor del ITI para cada uno de los municipios. De esta forma al analizar la relación del ITI promedio con la penetración y teledensidad de servicios de BAF se obtiene lo siguiente:

Promedio de Índice Teórico de Infraestructura

Región	Grado de penetración de BAF						Total general
	Sin Penetración	Penetración Muy Baja	Penetración Baja	Penetración Media	Penetración Alta	Penetración Muy Alta	
Centronorte	0.45	0.73	0.89	0.99	0.99	1	0.78
Centrosur	1	0.85	0.99	1	1	1	0.96
Noreste	0.44	0.64	0.91	0.96	1	1	0.80
Noroeste	0.40	0.69	0.85	0.93	0.99	0.97	0.70
Occidente	0.58	0.84	0.91	0.95	0.94	1.00	0.87
Oriente	0.60	0.84	0.97	0.95	0.99	0.97	0.81
Sureste	0.78	0.82	0.90	0.97	0.97	1	0.82
Suroeste	0.54	0.76	0.91	0.98	0.99	1	0.63

Tabla 20. Índice teórico de infraestructura y penetración de BAF **Fuente:** Estimaciones del IFT con base en mapas de INEGI, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e información de la red de fibra de diversos operadores; 2022

De lo anterior se puede observar que en los municipios con penetración alta o penetración muy alta de BAF el ITI es cercano o inclusive igual a uno, siendo la región Centrosur (Ciudad de México, Estado de México y Morelos) la región que registra el ITI más alto, mientras que el nivel más bajo se observa en la región Suroeste.

En efecto, a la luz de los resultados observados en la Tabla 20, la región Centrosur tendrá una menor cantidad de infraestructura necesaria en la red de acceso en razón de la cobertura relativa estimada en el ITI es mayor (considerando el radio de cobertura sobre las centrales de fibra, centrales de cobre y red de transporte) a la observada en la región Suroeste donde el ITI es menor, particularmente en municipios que se consideran sin penetración.

2.2. Estudio de municipios característicos por región socioeconómica

A partir de la segmentación regional ya realizada, se definen diferentes municipios tipo para cada región de acuerdo con sus características sociales, económicas y de acceso a servicios de banda ancha, con el fin de simplificar el análisis y solamente estimar los costos por cada uno de dichos municipios tipo y no por cada uno de ellos.

La determinación de los municipios tipo se realiza a través de ejercicios de clusterización considerando una caracterización de los diferentes tipos de municipios en términos de los siguientes indicadores de cobertura y de variables relacionadas ya analizados previamente.

Se caracteriza a los municipios por las regiones socioeconómicas, para lo cual se generan las variables que formarán parte del análisis a nivel municipio:

- Penetración que permita ofrecer las mejores calidades a los usuarios finales, es decir, cable coaxial y fibra óptica. Esta variable se transforma en una variable categórica:

#	Clasificación	Accesos por cada 100 hogares
1	Sin penetración	0
2	Muy baja	$0 < P \leq 25$
3	Baja	$25 < P \leq 50$
4	Media	$50 < P \leq 75$
5	Alta	$75 < P \leq 100$
6	Muy alta	$100 < P$

Tabla 21. Clasificación de penetración **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información del BIT al cuarto trimestre de 2021.

- Densidad poblacional en término de hogares (hogares/Km²).
- Grado de marginación municipal.
- Distancias mínimas de municipios a puntos relevantes de la red de fibra óptica
- Índice Teórico de Infraestructura

2.2.1. Clusterización para BAF

Como se mencionó anteriormente, definir “*municipios tipo*” que representen, dentro de sus regiones, a los municipios con los cuales se estimará posteriormente la inversión necesaria para aumentar su cobertura de acuerdo a sus características relevantes:

- En el conjunto de municipios que engloba la región se ejecuta un algoritmo de agrupación tipo PAM (Partitioning Around Medoids), junto con el criterio ASW (Average Silhouette Width) para seleccionar el número óptimo de grupos. La implementación se realiza a través de código en R³⁴.
- Las variables que se consideran para la agrupación son: penetración para fibra óptica y cable coaxial, hogares/Km², grado de marginación, distancias mínimas de municipios a puntos relevantes de la red e Índice Teórico de Infraestructura.

De esta forma, se obtienen diferentes municipios tipo para cada una de las regiones, cada uno con características diferentes entre sí de acuerdo a las variables estudiadas, como a continuación se describen.

Región Centronorte

Integrada por tres clústeres o “municipios tipo”, el primero compuesto de 30 municipios el segundo por 71 municipios y el tercero por 90 municipios de los 191 de toda la región. Destaca el clúster número uno debido a la gran cantidad de hogares concentrando 2.4 millones sobre 1 millón de hogares en el clúster número dos y 0.3 millones de hogares en el cluster tres a pesar de concentrar 90 municipios. También destaca que el clúster número tres tiene mayor extensión en km² comparado con el clúster uno, ya que cuentan con 79 mil y 19 mil km², respectivamente.

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total Km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	30	2.4	2,033,548	18,932	Muy bajo	13.2	1.0	54.3	124.1	79,334	631
2	71	1.1	301,454	85,963	Muy bajo	29.7	0.9	6.5	24.1	15,916	1,211
3	90	0.3	39,601	79,448	Bajo	42.5	0.7	-	9.1	3,874	883
Regional	191	3.9	2,374,603	184,342	Muy bajo	33.1	0.8	11.0	32.7	20,203	965

Tabla 22. Municipios tipo, región Centronorte. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

³⁴ Para mayor información revisar el Anexo metodológico en el cual se explica con detalle en que consiste en ejercicio de clusterización

Asimismo, el clúster número uno cuenta con 2 millones de accesos de BAF en contraste con el clúster número dos que cuenta con 40 mil accesos. Lo anterior puede explicarse, como ya mencionamos, por la densidad de hogares en el clúster uno, el cual es de 124.1 hogares por km², en contraste con el clúster tres que de 9.1 hogares por km². Además, el grado de marginación en el clúster uno y dos es muy bajo a diferencia del clúster número tres, donde es bajo.

Región Centrosur

Esta región se encuentra integrada por ocho clústeres, compuestos por los 174 municipios que integran a la región. En esta región se encuentra la mayor cantidad de hogares de las ocho regiones que componen al territorio nacional, de esta forma el clúster dos concentra 2.8 millones de hogares, seguido del clúster número uno con 1.7 millones de hogares mientras que el clúster con menor número de hogares es el número ocho con 27 mil hogares.

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	11	1.2	1,590,704	939	Muy bajo	3.3	1.0	134.8	2,866.4	108,627	85
2	20	2.8	2,740,218	2,827	Muy bajo	6.6	1.0	85.0	1,383.3	141,618	141
3	27	0.8	466,427	4,455	Muy bajo	10.8	1.0	37.4	312.9	29,222	165
4	24	2.1	1,658,590	3,132	Muy bajo	5.6	1.0	60.4	1,081.2	86,619	131
5	12	0.2	14,266	4,935	Alto	38.2	0.7	2.7	37.0	14,544	411
6	18	0.1	14,037	1,744	Bajo	19.9	1.0	-	49.7	3,519	97
7	57	0.7	192,553	8,227	Muy bajo	12.6	1.0	6.7	201.9	12,530	144
8	5	0.03	2,074	2,465	Alto	67.3	0.5	-	11.6	5,466	493
Regional	174	7.9	6,678,869	28,725	Muy bajo	14.2	1.0	34.8	612.1	45,256	165

Tabla 23. Municipios tipo, región Centrosur. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

De lo anterior, se observa que el clúster dos, cuatro y uno, que cuentan con la mayor proporción de hogares, registran una penetración de 85%, 60.4% y 134.8%, registrando las cifras de penetración más altas de la región, además la mayoría de sus municipios tipo registran un índice de marginación "muy bajo", mientras que los dos municipios tipo que no registran accesos de fibra óptica o cable coaxial cuentan con un grado diferente de marginación registrando "bajo" y "alto". Asimismo, el clúster uno cuenta con una densidad de hogares de 2,866 hogares por km², mientras que el clúster dos con una densidad de 1,383 hogares por km² y el clúster cuatro registra 1,081 hogares por km² siendo las más altas en la región tanto en densidad como en penetración.

En contraste, el clúster número cinco tiene una penetración de 2.7%, mientras que el clúster seis y ocho no cuentan con accesos de BAF. Lo anterior puede explicarse porque la densidad de hogares es mucho menor en estos clústeres, comparado a lo observado en los clústeres uno, dos y cuatro.

Resulta interesante que el grado de marginación en el clúster seis es bajo, pese a que no cuenta con accesos de BAF a través de cable coaxial o fibra óptica. Finalmente, cabe destacar que el índice de infraestructura es igual en seis de los cinco clústeres, pese a las diferencias mencionadas en cuanto a penetración y número de accesos.

Región Noreste

Esta región se encuentra integrada por cuatro clústeres, entre los cuales se distribuyen los 132 municipios de acuerdo a sus características particulares. Es de notarse que el clúster número cuatro es el que cuenta con una mayor cantidad de hogares con 2.4 millones de los 3.6 que existen en la región, seguido del clúster tres, dos y uno cada uno con menos de un millón de hogares.

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	59	0.1	20,967	121,972	Bajo	42.5	0.7	-	1.7	2,084	2,067
2	32	0.3	107,110	106,959	Muy bajo	46.0	0.8	5.6	6.8	9,309	3,342
3	14	0.8	483,708	22,791	Muy bajo	25.0	1.0	40.8	140.8	54,385	1,628
4	27	2.4	2,259,252	44,279	Muy bajo	13.9	1.0	71.7	349.8	90,484	1,640
Regional	132	3.6	2,871,037	296,000	Muy bajo	35.7	0.8	20.4	88.9	27,464	2,242

Tabla 24. Municipios tipo, región Noreste. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022.

En línea con lo anterior, el clúster cuatro concentra la mayor cantidad de accesos de BAF con casi 2.4 millones de accesos y además 71.7% de penetración. En contraste, el clúster uno no cuenta con accesos de fibra óptica o cable coaxial. Lo anterior podría deberse a que el clúster uno es quien tiene la mayor extensión en km² si lo comparamos con el clúster cuatro. Además, el clúster uno cuenta con la menor cantidad de hogares y por lo tanto su densidad es de apenas 1.7 hogares por km² comparado con el clúster cuatro, que es el más denso, con 349.8 hogares por km². Finalmente, el clúster uno cuenta con un grado de marginación bajo, contrastando con el clúster cuatro donde el grado de marginación es muy bajo.

Región Noroeste

Esta región cuenta con 206 municipios y tres clústeres, se observa que el clúster uno tiene la mayor cantidad de hogares de toda la región con 2.6 millones de hogares, seguido por el clúster dos con 1.2 millones de hogares, los clústeres restantes cuentan con menos de un millón de hogares cada uno.

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total Km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	21	2.6	2,180,843	143,764	Muy bajo	28.9	1.0	64.1	34.7	123,447	6,846
2	9	1.2	1,139,291	61,749	Muy bajo	35.1	1.0	81.2	67.8	132,799	6,861
3	16	0.3	181,588	70,922	Muy bajo	33.9	0.9	39.5	9.8	20,447	4,433
4	53	0.4	86,944	251,670	Muy bajo	89.3	0.7	4.0	3.1	7,855	4,748
5	61	0.1	10,780	97,488	Muy bajo	87.2	0.8	-	1.8	1,886	1,598
6	46	0.1	2,823	130,979	Muy Alto	164.7	0.3	-	0.7	1,778	2,847
Regional	206	4.7	3,602,269	756,570	Muy bajo	92.7	0.7	14.2	8.7	22,951	3,673

Tabla 25. Municipios tipo, región Noroeste. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

El clúster uno es el que cuenta con un mayor número de accesos de BAF con 2.2 millones de accesos y 64.1% de penetración, cifras que pueden explicarse por la alta concentración de sus hogares y su Índice Teórico de Infraestructura de 1.0, además es de notar que los municipios contemplados en la región todos los clústeres registran un índice de marginación "Muy Bajo". En contraste, los clústeres cinco y seis tienen cerca de 11 mil accesos y 3 mil accesos de BAF respectivamente y los dos no registran accesos de BAF a través de fibra óptica y cable coaxial, y son altamente dispersos.

Región Occidente

La región se encuentra integrada por 268 municipios y cinco "municipios tipo", de los cuales, el clúster cuatro se compone de 19 municipios representativos y concentra la mayor cantidad de hogares de la región con 2 millones de hogares, seguido del clúster uno con 1.1 millones de hogares, el clúster número dos con 0.7 millones, el clúster tres con 0.3 millones y el clúster cinco con 0.1 millones.

En este sentido, el clúster número cuatro resulta ser el más denso con 397 hogares por km² aproximadamente, seguido del clúster dos con 37 hogares por km², el clúster uno con 24.3 hogares por km², el clúster tres con 14.3 hogares por km² y el clúster cinco con 2.5 hogares por km².

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	102	1.1	342,877	68,237	Muy bajo	31.4	0.9	6.8	24.3	10,633	669
2	34	0.7	474,047	17,453	Muy bajo	25.9	0.9	40.6	37.0	22,010	513
3	83	0.3	48,370	35,877	Bajo	30.6	0.9	-	14.3	3,940	432
4	19	2.0	1,801,572	9,034	Muy bajo	12.4	1.0	64.8	397.3	103,120	475
5	30	0.1	4,820	40,466	Alto	99.3	0.4	-	2.5	2,808	1,349
Regional	268	4.2	2,671,686	171,066	Muy bajo	36.7	0.9	12.3	46.8	15,685	638

Tabla 26. Municipios tipo, región Occidente. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

Sin embargo, los clústeres tres y cinco, conformados por 83 y 30 municipios representativos, respectivamente, no cuentan con accesos de BAF a través de accesos de fibra óptica y cable coaxial, a diferencia del clúster cuatro que siendo el más denso, cuenta con 1.8 millones de accesos de BAF y 64.8% de penetración, seguido del clúster dos con 474 mil accesos y 40.6% de penetración y el clúster uno con 343 mil accesos de BAF y 6.8% de penetración. Además, se destaca que el clúster cinco posee un grado de marginación alto, mientras que los clústeres uno, dos y cuatro poseen grado de marginación muy bajo y el clúster tres un grado de marginación bajo.

Región Oriente

Esta región se encuentra integrada por 573 municipios y cuatro "municipios tipo". El clúster tres es el que cuenta con una mayor cantidad de hogares en la región con 2.4 millones, coincidiendo con su densidad de hogares correspondiente a 306 hogares por km².

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	220	2.0	501,236	65,008	Bajo	20.5	0.9	8.3	71.6	9,160	295
2	193	0.6	31,611	27,529	Alto	27.1	0.9	0.8	41.0	3,035	143

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
3	68	2.4	2,012,661	15,104	Muy bajo	10.1	1.0	53.1	305.8	35,446	222
4	92	0.3	5,471	23,303	Alto	58.3	0.2	0.8	22.8	3,169	253
Regional	573	5.3	2,550,979	130,944	Muy bajo	27.6	0.8	9.9	81.2	9,255	229

Tabla 27. Municipios tipo, región Oriente. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

Asimismo, destaca que el clúster uno y dos, pese a que son los que cuentan con la mayor cantidad de municipios y mayor extensión territorial, cuentan con 501 mil accesos y 31 mil accesos BAF respectivamente, algo similar pasa con el clúster cuatro que apenas tiene 5,471 accesos de BAF. En contraste, el clúster tres cuenta con cerca de dos millones de accesos de BAF y 53.1% de penetración.

También destaca que los clústeres dos y cuatro cuentan con un grado de marginación alto, mientras que el clúster tres mantiene un grado de marginación muy bajo y el clúster uno con un grado bajo de marginación.

Región Sureste

Esta región se compone de 144 municipios y cinco clústeres, de los cuales, el clúster dos es el más denso de la región con 86 hogares por km². En contraste, el clúster tres tiene apenas 5 hogares por km² y el clúster cinco tiene 9 hogares por km².

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total Km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	45	0.8	121,134	94,096	Bajo	29.9	0.8	6.3	27.5	17,365	2,091
2	9	1.1	871,051	21,678	Muy bajo	23.2	1.0	62.3	86.3	123,952	2,409
3	15	0.0	672	21,768	Alto	40.3	0.2	-	4.6	2,292	1,451
4	70	0.1	6,330	17,819	Medio	30.0	0.9	1.4	9.3	1,599	255
5	5	0.1	52,829	18,704	Muy bajo	36.7	0.9	35.0	23.0	21,453	3,741
Regional	144	2.2	1,052,016	174,065	Muy bajo	30.9	0.8	7.7	19.8	14,935	1,209

Tabla 28. Municipios tipo, región Sureste. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

Asimismo, el clúster dos concentra la mayor cantidad de accesos de BAF con 871 mil accesos y 62.3% de penetración, le sigue el clúster uno con 121 mil accesos de BAF y 27.5% de penetración. En contraste, el clúster tres no cuenta con accesos de BAF a través de fibra óptica y cable coaxial, cifra que coincide con su alto grado de marginación.

Región Suroeste

Finalmente, se encuentra la región suroeste la cual se integra por tres clústeres y la mayor cantidad de municipios comparado con las ocho regiones en las que se divide el territorio nacional, al registrar 769 municipios. Es el clúster dos el que cuenta con la mayor cantidad de hogares de la región con 2.2 millones de hogares, le sigue el clúster uno con 0.7 millones y el clúster tres con 0.5 millones de hogares.

En línea con lo anterior, el clúster dos resulta ser el más denso con 88 hogares por km², seguido del clúster uno con 23 hogares por km² y, el clúster tres con apenas 9 hogares por km².

Clúster	# Municipios	Hogares (Mill.)	Accesos BAF-COAX	Total Km2	Grado de marginación	Distancia a red (en KM)	Índice Infraestructura	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Km2 promedio por municipio
1	369	0.7	89,266	58,777	Alto	41.5	0.9	0.2	22.5	1,959	159
2	145	2.2	961,354	100,746	Bajo	28.5	0.8	10.2	87.8	15,245	695
3	255	0.5	6,787	71,142	Muy Alto	77.2	0.1	0.0	8.8	1,834	279
Regional	769	3.4	1,057,407	230,665	Alto	50.9	0.6	2.0	30.3	4,423	300

Tabla 29. Municipios tipo, región Suroeste. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de INEGI, información de la red de fibra de diversos operadores, información del BIT al cuarto trimestre de 2021 e Información de CONAPO; 2022

Asimismo, el clúster dos tiene el mayor número de accesos de BAF con casi 961 mil accesos, sin embargo, su penetración es de 10.2%, aunque es el municipio tipo que cuenta con la mayor densidad de hogares al contar con 88 hogares por km² en contraste el clúster uno que cuenta con una penetración de 0.2% y una densidad de 23 hogares por km², mientras que el clúster tres cuenta con nula penetración, cifra que consiste con la distribución de sus hogares ya que solo cuenta con 9 hogares por km².

En suma, la clusterización nos permite observar las necesidades en accesos de BAF que tienen cada una de las ocho regiones y de los municipios tipo que las conforman, ya que, como observamos, cada "municipio tipo" presenta características distintas entre sí, aun perteneciendo a una misma región. Lo anterior nos lleva a deducir que entre cada

"*municipio tipo*" y entre cada región, las necesidades de los hogares son distintas, ya sea por el grado de marginación que posee, por la competencia entre operadores que existe en cada región, el grado de marginación, por el Índice Teórico de Infraestructura, entre otros indicadores socioeconómicos que se analizarán más adelante en el numeral 3.2 del presente estudio.

CAPÍTULO TERCERO. ANÁLISIS DEL COSTO – BENEFICIO DE LA PROVISIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

SUMARIO: **3.1** Costeo de la infraestructura de banda ancha fija. **3.1.1** Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares. **3.1.2** Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares a partir del despliegue actual de infraestructura. **3.2** Ingreso y gasto de los hogares en México. **3.2.1** Gasto de los hogares destinado al servicio fijo de telecomunicaciones. **3.2.2** Análisis del costo de planes Doble Play para brindar servicios de telecomunicaciones. **3.2.3** Análisis de gasto en telecomunicaciones y costo promedio de planes para servicios BAF. **3.3** Inversión anual necesaria para brindar servicios de BAF a hogares que no cuentan con dicho servicio. **3.3.1** Anualización de la inversión. **3.3.2** Inversión anual por región.

En este capítulo se realiza un análisis costo-beneficio a partir de la información generada en los capítulos anteriores, lo cual se desarrolla en dos secciones. Por una parte, se estima el costo de la infraestructura necesaria por “*municipio tipo*” para brindar servicios de BAF a todos los hogares en México, para lo cual se utiliza información contenida en modelos de costos que el Instituto ha desarrollado para determinar las tarifas de servicios mayoristas del agente económico preponderante en el sector de telecomunicaciones.

En contraparte, se analiza información de los ingresos y gastos de los hogares generada por el INEGI para identificar el gasto que destinan los hogares a servicios de telecomunicaciones, y si a partir de ello es posible que los hogares en cada una de las regiones puedan contratar los servicios, o en su defecto si sería necesario implementar programas por parte de las autoridades responsables para lograr el acceso de toda la población a servicios de banda ancha fija.

3.1 Costeo de la infraestructura de banda ancha fija

A través de esta sección se estima el costo de despliegue de la red de acceso de fibra óptica para cada uno de los “municipios tipo” bajo dos escenarios: 1) despliegue total de la red de acceso tomando en cuenta la nula provisión de servicios y, 2) el cálculo del costo de la red de acceso restante tomando en cuenta el despliegue actual de redes a través de cualquier tipo de tecnología.

Se parte del escenario uno que considera una nula penetración de BAF, debido a que las fuentes de información utilizadas permiten calcular el costo de un despliegue total en el país, utilizando la distribución actual de calles³⁵ y hogares³⁶, además de considerar el costo ejercido hasta el momento en infraestructura necesaria para brindar servicios de BAF. De esta manera, a través del escenario uno planteado se puede analizar de acuerdo a las características de los municipios tipo cuales son los factores que definen la magnitud del mismo, además de que, al obtener el costo de infraestructura considerando una nula penetración de BAF se puede realizar un comparativo con escenario dos a través del cual se calcula el costo necesario para brindar de servicios de BAF al total de la población en México considerando la penetración actual de dicho servicio.

Para estimar el costo de la red de fibra óptica se realiza una proyección de la infraestructura necesaria para proveer el servicio de BAF en todo el territorio nacional y los costos asociados a dicho despliegue. En este sentido, para realizar el cálculo del costo de despliegue de infraestructura a través de fibra óptica, se analizaron diversos modelos de costos desarrollados por la Unidad de Política Regulatoria: el Modelo de Costos Integral de Red de Acceso Fija³⁷ para obtener el costo de elementos de infraestructura y de equipo relacionados con despliegues de fibra óptica a nivel de red de acceso, así como el Modelo de Coubicación 2022 para costear los elementos pasivos necesarios de un ubicación o central y el Modelo Fijo de Interconexión que forman parte de los *"modelos de costos para la determinación de tarifas de interconexión aplicables al año 2022"*³⁸, para determinar los costos de los elementos activos de las centrales y el despliegue de enlaces de transporte.

³⁵ Para el costeo se utiliza información de la Red Nacional de Caminos 2017 del INEGI

³⁶ Para el costeo se utiliza información del Censo de Población y Vivienda 2020 relacionada a los hogares.

³⁷ Disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/politica-regulatoria/modelos-de-costos/modelos-de-costos-para-servicios-de-acceso-y-uso-compartido-de-infraestructura%20pasiva-fija-y-de-desagregacion-aplicables-a-2022>

³⁸ Disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/politica-regulatoria/condiciones-tecnicas-minimas-y-modelos-de-costos-utilizados-para-determinar-las-tarifas-de-0>

3.1.1 Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares

El primer ejercicio llevado a cabo es calcular los costos para cada uno de los elementos de infraestructura relacionadas con redes de acceso de fibra óptica, que permitan determinar el costo de la red bajo el supuesto de que no exista cobertura de servicios de BAF. Es así que, tomando únicamente como predeterminada la red de transporte, se calcula el costo total por “*municipio tipo*” para una red de acceso de fibra óptica, considerando los principales elementos de infraestructura necesarios para brindar servicios de BAF. A través de los siguientes apartados se calcula el costo de infraestructura relacionados a fibra óptica, emplazamientos, enlaces locales y enlaces entre localidades tomando como principal fuente de información los modelos de costos elaborados por el Instituto.

3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica en la red de acceso a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija

En seguimiento de lo anterior se analiza el objetivo, enfoque y metodología utilizados en el desarrollo del Modelo de Costos Integral de Red de Acceso Fija para después abordar la información obtenida del mismo.

El Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fijo estima los costos en que un operador incurriría si tuviera que desplegar su red de acceso en un mercado competitivo, de modo que le sea posible proveer todo un servicio o un incremento definido en la demanda de éste.

Por ello, dicho modelo sigue un enfoque de costos incrementales promedio de largo plazo (CIPLP), a través del cual, en el horizonte temporal considerado, todos los insumos, incluidos los costos del equipo, pueden variar como consecuencia de la demanda del mercado.

El diseño del modelo supone una red bajo un enfoque eficiente utilizando tecnología moderna, con un enfoque teórico ascendente (*Bottom-Up*, por su denominación en inglés), que satisface el nivel de demanda de los servicios que se prestan sobre dicha red (es decir, aquella derivada de la prestación de servicios minoristas, como servicios mayoristas de acceso a dicha red).

Se considera la valoración de los activos bajo un enfoque de activos modernos equivalentes (MEA, por sus siglas en inglés *Modern Equivalent Asset*), en el diseño de la red del operador hipotético se considera apropiado desarrollar una red de acceso bajo un diseño eficiente, en donde existe un enfoque híbrido, es decir, que considera por un lado, una red que utiliza equipos modernos de cobre y, por el otro, una red de acceso de próxima generación (NGA, por sus siglas en inglés *Next Generation Access*) para la huella de cobertura asociada a la fibra óptica.

Para ello, en el modelo se diseña una única red de acceso en donde se despliegan en conjunto ambos tipos de redes, lo cual refleja la convivencia observada en la práctica de elementos propios de redes de cobre y fibra óptica, sobre activos de obra civil. Dicho enfoque permite asegurar que el diseño de la red refleje las economías de escala y alcance, reutilizando activos de obra civil para la provisión de servicios de telecomunicaciones. En este sentido, en el modelo se ha tomado en cuenta que la coexistencia de las redes de cobre y fibra óptica implica costos compartidos entre ambas debido a la utilización conjunta de ciertos elementos de infraestructura, por lo que se considera una asignación de costos compartidos entre dichas redes.

Para el diseño de la red modelada se parte de las ubicaciones de los nodos de acceso de cobre y fibra óptica del operador incumbente mediante un enfoque "*Scorched Node modificado*", a partir del cual se pueden realizar cambios en la ubicación de determinados nodos a efecto de optimizar el diseño de la misma.

Dicho enfoque se considera apropiado en el sentido de que permite el diseño de una red de acceso de un operador hipotético eficiente, basada en nodos/centrales de cobre y fibra óptica de un operador, lo que permite determinar el costo de una red con la que se proporcionan los mismos servicios que la red de telecomunicaciones de este operador, pero eliminando ineficiencias en la ubicación de los nodos de la red del AEP derivada del desarrollo histórico.

Dichas consideraciones, permiten que 1) los costos derivados de las ineficiencias en la red del operador, permitiendo precios de acceso a los servicios de un mercado competitivo, y 2) transparentar que las tarifas de los servicios mayoristas asociados consideran únicamente la infraestructura, elementos de red y actividades que están estrictamente relacionados con la prestación de dichos servicios.

Asimismo, el enfoque desarrollado en el Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fijo realiza una aproximación adecuada de los costos incurridos por el operador por proveer los servicios a través de su red de acceso, pues permite

establecer la inversión necesaria en dicha red la cual se encuentra en función los activos requeridos para satisfacer la demanda total de los servicios que hacen uso de la red de acceso³⁹, para establecer la base de costos de todos los servicios ya provistos por este operador y atribuir los respectivos costos comunes y compartidos a los servicios relevantes en función de la demanda de dichos servicios para asegurar que exista una recuperación de los costos de inversión en que un operador incurre para el despliegue de su red.

Es por las razones previamente expuestas que a través del enfoque de implementación del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija se refleja de un modo más realista la decisión de un nuevo operador entrante sobre construir su propia red o rentar el acceso a la infraestructura de la red del operador incumbente, por lo que se toma dicho modelo para establecer el costo de la infraestructura, centrándose en la correspondiente a fibra óptica por considerarse como el medio más apropiado para la provisión de servicios de BAF.

Es así que a través del presente estudio se busca obtener el costo de la infraestructura necesaria para cubrir en su totalidad los hogares en México a través de fibra óptica, realizando el cálculo para cada uno de los municipios tipo determinados a partir del ejercicio de clusterización desarrollado en la sección "2.2.1. Clusterización para BAF" del presente estudio.

La estimación del costo de despliegue de la red de acceso de fibra óptica se realiza partiendo del supuesto de cobertura cero, es decir, que ningún hogar cuenta con cobertura de servicios de BAF, de forma que una vez obtenido el costo total de la infraestructura necesaria para ofrecer dichos servicios en cada uno de los municipios tipo, se descuenta la infraestructura existente.

Como primer paso, se identificó a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Accesos Fija, a qué municipio y estado pertenece cada una de las centrales y el número de elementos de infraestructura desplegados a partir de las mismas para construir la red de acceso. El análisis se centró únicamente en los elementos de infraestructura relacionados y necesarios para el despliegue de cableado de fibra óptica, tomando en cuenta todos los elementos que componen los tres niveles de la estructura de la red:

1. Red primaria;

³⁹ Excluyendo costos minoristas asociados a su operación en el segmento minoristas (por ejemplo, tiendas, equipos de locales del cliente, centros de llamadas), dado que no forman parte de los servicios mayoristas de acceso a la red del operador.

2. Red secundaria, y
3. Acometida

Los elementos contenidos dentro de cada una de las estructuras comprenden cables, zanjas, canalizaciones, pozos de registro, postes, cierres de empalme y puntos de distribución, mismos que son relacionados a cada una de las centrales para generar una base de datos que contiene el número y la descripción de cada uno de los elementos de infraestructura además su costo asociado, por lo que con dicha base de inventario se obtuvo el costo de infraestructura desplegado en relación con las centrales. A continuación, se muestra un ejemplo del registro de infraestructura:

ID_CO	ESTADO	MUNICIPIO	NUM. ENT	NUM. MUN	CLAVE	ID_MODE L	MXN or MXN/m	LEVEL_MEX	LEVEL	CANTIDAD ACTIVOS	TECNOLOGÍA	ACTIVO	IMPLEMENTACIÓN	CAPACIDAD	TAMAÑO	Costo Total
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2721001	3,000	Red_Secund	SDP	216.0	fibra	DPE	SDP	8	216.0	648,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2421001	5,000	Red_Secund	SDP	175.0	fibra	DP	SDP	8	175.0	875,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2719001	12,000	Red_Primary	PDP	21.0	fibra	DPE	PDP	8	21.0	252,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2419001	5,000	Red_Primary	PDP	3.0	fibra	DP	PDP	8	3.0	15,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2310001	6,000	Red_Secund	SDP	59.0	fibra	joint	out	28	59.0	354,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2310001	6,000	Red_Primary	PDP	15.0	fibra	joint	out	28	15.0	90,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2310002	6,000	Red_Secund	SDP	52.0	fibra	joint	out	144	52.0	312,000
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2110005	40	Red_Secund	SDP	280.0	fibra	cable	subteraneo	36	10,080.0	11,200
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2110004	30	Red_Secund	SDP	235.3	fibra	cable	subteraneo	24	5,647.0	7,059
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2110003	25	Red_Secund	SDP	32.9	fibra	cable	subteraneo	12	395.2	823
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2110002	20	Acometida	Aggregatic	410.1	fibra	cable	subteraneo	6	2,460.4	8,201
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2110004	30	Red_Primary	PDP	13.0	fibra	cable	subteraneo	24	312.0	390
Central 1	BAJA CALIFORNIA	TIJUANA	02	004	02004	2110002	20	Red_Primary	PDP	465.7	fibra	cable	subteraneo	6	2,794.3	9,314

Figura 11. Base de elementos de infraestructura de fibra óptica para cada central. Fuente: Modelo de Costos Integral de la Red de Accesos Fija; 2022

Como se puede observar en la Figura 11 cada central cuenta con la información de su ubicación (estado y municipio), para cada central se desprende una fila por cada elemento de infraestructura, mismo que señala a través de diferentes columnas información relevante del elemento (número de activos, a que segmento de la red corresponde, la tecnología, capacidad y tamaño del elemento) y el costo unitario del activo correspondiente. De esta forma, al multiplicar la cantidad de activos de cada elemento por su costo, se obtiene el costo total del elemento, con lo cual es posible estimar el costo total asociado a las centrales:

$$\text{Costo total por central (red de acceso)} = \Sigma (\text{cantidad de activo}_i * \text{costo del activo}_i, \dots, \text{cantidad de activo}_n * \text{costo del activo}_n)$$

Es importante precisar que el costo obtenido contempla exclusivamente la infraestructura de fibra óptica que se requiere desplegar para la red de acceso, por lo que de momento no incluye el costo por emplazamiento, distribuidores de fibra óptica o enlaces necesarios para brindar servicios, que se abordarán más adelante.

Posteriormente, se estimó el costo total a nivel de entidad federativa de la siguiente forma:

$$\text{Costo total por entidad federativa} = \sum \text{Costo total por central ubicadas en la misma entidad federativa}$$

Por otra parte, en el Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija se aplica un enfoque teórico ascendente (*Bottom-Up*), usando datos de "sistemas de información geográfica" (SIG), que proporcionan características geográficas detalladas de la red modelada, hasta el nivel de calle, propiedad y edificio, esto permite subdivisiones refinadas y flexibles de la red modelada.

Dado que el modelo se basa en un SIG usando la base de datos de la Red Nacional de Caminos 2017⁴⁰ en combinación con la información sobre edificios e instalaciones mexicanas⁴¹, es posible determinar los edificios que son relevantes para conectarse con la red moderna que está construyendo un operador hipotéticamente eficiente. Esto implica que el modelo de costos contiene una selección de las diferentes subcategorías para propiedades y edificios de estas bases de datos, por lo que se establece la base para una cobertura total que conecte a todos los hogares, lugares de trabajo relevantes, edificios públicos, edificios comerciales y edificios industriales, lo que significa el 100 por ciento de los edificios que se han identificado.

Es así, que tomando la información del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija correspondiente a la cobertura por tecnología, se obtiene la contabilización de los kilómetros de calle desplegados en la red de acceso con infraestructura relacionada a fibra óptica. De esta manera se obtiene una estimación del total de kilómetros cubiertos a través de fibra óptica por entidad federativa.

$$\text{Total de km calle}_{ef} = \sum \text{de los km calle que provee cada Central ubicada en la misma ef.}$$

Donde ef = entidad federativa.

⁴⁰ Disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <https://www.inegi.org.mx/app/biblioteca/ficha.html?upc=889463171836>

⁴¹ Para el conteo de edificios residenciales y viviendas amanzanadas, se utilizan las bases IVLAYNE Nacional, para edificios comerciales se usa la base de datos DENUE y para Manzanas, se utiliza la base de datos "Manzanas - Nacional". Las tres bases de datos son proporcionadas por INEGI.

Entidad Federativa	Costo Total Infraestructura relacionada con fibra óptica	Total Km Calle Fibra Óptica
Ciudad de México	9,471,806,355	5,348
México	8,211,698,747	4,037
Nuevo León	5,948,125,385	4,659
Jalisco	5,382,762,718	2,948
Guanajuato	3,668,291,402	1,867
Chihuahua	3,313,777,284	2,236
Puebla	3,013,924,190	1,429
Veracruz	2,778,423,915	1,045
Coahuila	2,565,431,269	1,415
Tamaulipas	2,497,110,189	868
Yucatán	2,068,519,231	1,680
Baja California	1,963,265,839	1,021
San Luis Potosí	1,717,827,158	863
Quintana Roo	1,678,999,009	963
Querétaro	1,562,130,650	970
Sonora	1,548,681,054	1,150
Chiapas	1,465,683,908	421
Guerrero	1,176,365,967	489
Morelos	1,159,333,896	813
Sinaloa	1,091,493,831	585
Michoacán	1,060,859,464	447
Tabasco	1,038,120,908	476
Hidalgo	1,017,460,044	278
Baja California Sur	948,485,243	864
Oaxaca	844,508,124	304
Durango	834,905,238	355
Aguascalientes	779,806,756	400

Entidad Federativa	Costo Total Infraestructura relacionada con fibra óptica	Total Km Calle Fibra Óptica
Tlaxcala	737,686,077	308
Zacatecas	593,191,823	290
Campeche	474,589,008	215
Colima	392,841,364	168
Nayarit	382,805,470	206

Tabla 30. Costo total de la infraestructura pasiva y total de kilómetros por medio de los cuales se proporciona el servicio BAF por tecnología de fibra óptica por entidad federativa **Fuente:** DGCI con información del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija; 2022

Cómo se observa en la tabla anterior, la Ciudad de México es la entidad con la mayor cantidad de km requeridos de despliegue de fibra óptica con 5,348 km. Le siguen el Estado de México, Nuevo León, Jalisco y Chihuahua.

Una vez que se estimaron los costos totales de la infraestructura relacionada con fibra óptica para el despliegue de la red de acceso y el total de kilómetros de calle a través de los que se proporcionan servicios de telecomunicaciones fijos, se realizó la estimación a nivel de las ocho regiones socioeconómicas y para cada uno de los clústeres que las integran. De esta forma, y utilizando el cálculo del costo de infraestructura pasiva y el total de kilómetros de calle a través del cual se proveen servicios fijos por fibra óptica en cada entidad federativa, se pudo estimar el costo para cada una de las regiones socioeconómicas a partir de lo siguiente:

$$\text{Costo por región}_i = \sum \text{del costo de infraestructura pasiva de cada entidad federativa que compone la región}_i$$

Una vez realizada la suma por región socioeconómica, se estimó el costo de la infraestructura pasiva por cada kilómetro de calle de la siguiente manera:

$$\text{Costo por km de calle fibra} = \frac{\text{Costo total de la infraestructura pasiva de la región}}{\text{Total de km de calle cubiertos por FO de la región}}$$

Región	Entidades Federativas	Costo Total de Infraestructura Pasiva	Total km Calle Fibra	Costo por km de Calle Fibra
Centronorte	Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas	8,321,247,789	4,389	1,895,873
Centrosur	CDMX, Estado de México y Morelos	18,842,838,998	10,198	1,847,775
Noreste	Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas	11,010,666,843	6,942	1,586,083
Noroeste	Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora	9,700,608,489	6,211	1,561,945
Occidente	Colima, Jalisco, Michoacán de Ocampo, Nayarit	7,219,269,016	3,770	1,915,013
Oriente	Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Veracruz	7,547,494,226	3,059	2,467,391
Sureste	Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán	5,260,228,155	3,334	1,577,701
Suroeste	Chiapas, Guerrero y Oaxaca	3,486,557,999	1,214	2,871,216

Tabla 31. Estimación del costo de la infraestructura pasiva por cada km de calle a nivel de región socioeconómica. **Fuente:** DGCI con información del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija); 2022

De la tabla anterior, se puede observar que el costo por kilómetro de red de acceso de fibra oscila entre 1.6 millones y 2.9 millones de pesos, siendo el costo más alto por kilómetro de red de fibra óptica en la región Suroeste, compuesta por Chiapas, Guerrero y Oaxaca, la región que registra la menor penetración en México, además de concentrar casi una tercera parte del total de municipios del país con 769 municipios.

Una vez calculado el costo promedio por km de la red desplegada por región, se realizó una estimación de los despliegues necesarios para alcanzar 100% de cobertura a nivel nacional y su costo. Para obtenerlo, se toma la información proporcionada por el Modelo de Costos Integral para la Red de Acceso Fija, en la cual se estima la cobertura total de los hogares ya que a partir de dicho escenario se pueden obtener el total de kilómetros de calle que deben de ser desplegados para brindar servicios a todos los hogares del país, como lo muestra a manera de ejemplo la tabla 32 en la columna "Kms totales de calle del "municipio tipo".

Debido a que un "municipios tipo" representa un conjunto de municipios que cuentan con características similares como fue desarrollado a través de la sección "2.2.1. Clusterización para BAF" del presente estudio, se obtiene el promedio del total de kilómetros de calle registrados para cada uno de los municipios que componen el "municipio tipo", cifra que será tomada en cuenta como los kilómetros de calle para cada uno de los "municipios tipo", dando como resultado la columna "Kms promedio de calle por "municipio tipo"" en la tabla 32.

$$\text{Km de calles promedio por municipio} = \frac{\text{Total de km de calle de cada municipio tipo}}{\text{\# de municipios que integra cada clúster}}$$

Finalmente, y retomando el costo por km desplegado de fibra óptica para cada región, se multiplican los km de cada "municipio tipo" por el costo de km de calle, para así obtener el costo de despliegue necesario de fibra óptica de la red de acceso para cada "municipio tipo", como lo muestra la columna "Costo de km desplegados".

$$\text{Costo de km desplegados} = \text{Costo por km de calle de cada región} * \text{km de calles totales por municipio que integra cada clúster}$$

Clúster Centronorte	# Municipios	Kms totales de calle del "municipio tipo"	Kms promedio de calle por "municipio tipo"	Costo por km calle	Costo de km desplegados
1	30	17,010	567	1,895,879	1,074,988,815
2	71	8,855	125		236,446,279
3	90	2,707	30		57,022,647

Tabla 32. Ejemplo de cálculo de costo de km desplegados **Fuente:** DGCI con información del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija); 2022

El análisis por región se realizará más adelante en la sección "3.1.1.4. Resultados"

Adicional a los costos de infraestructura de acuerdo a los kilómetros necesarios de despliegue, uno de los elementos de infraestructura que se añade a los costos son los distribuidores de fibra óptica (DFOs), que se encuentran en las centrales, para lo cual se utilizó el costo unitario de 88,680 pesos por DFO, obtenido del Modelo de Costos Integral de la Red de

Acceso Fijo⁴². Estos equipos cuentan con 144 puertos por lo que al tener cada uno la capacidad de proveer 64 líneas de acuerdo al despliegue de una red GPON, se multiplica el número de puestos por su capacidad para obtener el número de líneas que pueden proveerse a partir de un DFO, como se muestra a continuación:

$$\text{Capacidad de un DFO} = 144 \text{ puertos} * 64 \text{ líneas} = 9,216 \text{ líneas}$$

Sin embargo, se considera que debe de incluirse una tasa de utilización que garantice el correcto funcionamiento de la infraestructura considerada, por lo que se calcula la capacidad de un DFO suponiendo una tasa de utilización de 80% de la capacidad:

$$\text{Capacidad de un DFO} = 9,216 \text{ líneas} * 0.8 = 7,373$$

Por otra parte, para calcular el número de centrales o lugar físico necesario para cubrir el territorio se retoma el supuesto de que una central de fibra óptica cuenta con un alcance de 20 kilómetros a partir de la ubicación de la central, de esta forma al obtener el área de una circunferencia con 20 kilómetros de radio se obtiene el alcance de cada central, como se muestra a continuación:

$$\text{Area de circunferencia} = \pi r^2$$

Por lo que:

$$\text{Alcance de una central} = 3.1416 * 20^2 = 1256.64 \text{ km}^2$$

Es importante señalar que la cantidad de DFO necesarios también depende de la distribución de las centrales de acuerdo a su alcance en kilómetros cuadrados, debido a que se presentan casos en los que los cálculos de cuantos DFO se necesitan de acuerdo a su capacidad puede ser menor al número de centrales necesarias para cubrir a todo el territorio,

⁴² Disponible a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fijo, disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/politica-regulatoria/modelos-de-costos/modelos-de-costos-para-servicios-de-acceso-y-uso-compartido-de-infraestructura%20pasiva-fija-y-de-desagregacion-aplicables-a-2022>

por lo que en estos casos el número de DFO deberá de incrementarse para ser igual al número de centrales. De esta forma se considerará un DFO por central, elemento indispensable que no puede ser fraccionado de acuerdo a la capacidad.

A manera de ejemplo se calcula el número de centrales y DFO para dos municipios tipo. Para el "*municipio tipo*" uno de la región Centronorte se consideran 34,520 hogares y 1,071 km² de extensión por lo que se calcula el número de DFO necesarios a través de la siguiente operación:

Un DFO = 7,372 accesos de BAF, por lo que al dividir el número de hogares entre la capacidad de un DFO se obtiene lo siguiente:

$$79,334/7,373= 10.8= 11 \text{ DFO}$$

Es importante precisar que, cuando el número de DFO necesarios no sea un número entero, se considerara el número entero siguiente ya que un DFO no puede ser fraccionado.

Por su parte, el cálculo de centrales de acuerdo a su superficie se obtiene de dividir la cantidad de kilómetros cuadrados de cada "*municipio tipo*" entre el alcance de una central (1 central = alcance de 1,256.64 km²), como se muestra a continuación para el "*municipio tipo*" uno de la región Centronorte:

$$631 \text{ km}^2/1,256.64 \text{ km}^2=0.5 \text{ Centrales}$$

De esta manera se obtiene que en el "*municipio tipo*" uno de la región Centronorte, solamente se requiere una central, por lo que el número de DFO será igual al calculado por capacidad, de esta manera se determina que es necesaria una central con once DFO para brindar de servicios de BAF a todos los hogares.

Un caso diferente se presenta con el "*municipio tipo*" uno de la región Noreste para el cual se consideran 2,084 hogares y 2,067 km² de extensión por lo que se calcula el número de DFO necesarios a través de la siguiente operación:

$$2,084/7,373= 0.3= 1 \text{ DFO}$$

Mientras que, el cálculo de centrales para el "*municipio tipo*" uno de la región Noreste:

$$2,067 \text{ km}^2 / 1,256.64 \text{ km}^2 = 1.6 = 2 \text{ Centrales}$$

De esta manera se obtiene que el "municipio tipo" uno de la región Noreste, requiere dos centrales, por lo que el número de DFO será igual al número de centrales debido a que en cada central debe de instalarse un DFO.

Finalmente, el número de DFO necesarios para cada "municipio tipo" se multiplica por el costo establecido por DFO en el Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija que es de 88,680 pesos para obtener el costo total de DFO necesarios para brindar servicios fijos a toda la población considerada.

3.1.1.2 Costo de emplazamientos a través del Modelo de Coubicación

A continuación, se analiza el objetivo, enfoque y metodología utilizados en el desarrollo del Modelo de Costos de Coubicación para después abordar la información que se tomará del mismo.

Este modelo calcula los gastos de instalación y las contraprestaciones mensuales correspondientes a los distintos tipos de coubicación⁴³, es decir la ubicación en los espacios físicos en la Instalación del concesionario solicitado con el que se lleve a cabo la Interconexión, así como el costo de diferentes facilidades que son provistas por parte del dueño del espacio (como suministro de energía, medidas de seguridad, aire acondicionado, etc). Los principales supuestos del modelo para determinar el costo de la coubicación son las características técnicas de las diferentes salas de la central; la demanda de coubicación en términos del número de concesionarios coubicados; los precios unitarios de los equipos empleados y los espacios físicos requeridos (ver Figura 12).

⁴³ Tipo 1: Área de 9 m2 con delimitación de tabla roca ; Tipo 2: Área de 4 m2 con delimitación de tabla roca ; Tipo 3: Gabinete

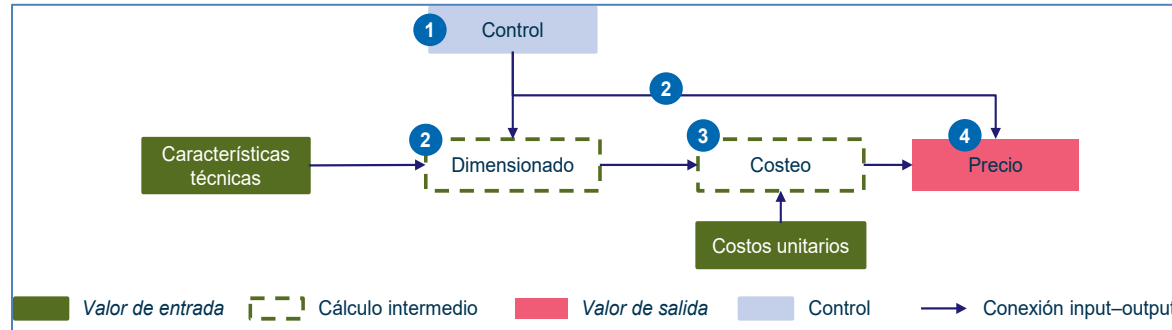


Figura 12: Flujo del modelo. Fuente: Analysys Mason; 2020

Procesando la demanda del año en curso y otros parámetros de entrada como el geotipo o las características técnicas de las salas de la central, se obtiene el dimensionamiento, es decir el número de activos requeridos y su tamaño correspondiente. El dimensionamiento eficiente modela una red moderna equivalente a la del concesionario solicitado utilizando un enfoque teórico ascendente (*bottom-up*).

Es así que del Modelo de Costos de Coubicación se obtiene la información necesaria para calcular el costo de cada uno de los emplazamientos o centrales necesarias para cada "municipio tipo" en función de sus características, debido a que dicho modelo determina el costo de acuerdo con el dimensionamiento de la central y el geotipo de la zona en la que será ubicada la central, por lo que se clasificó cada uno de los municipios tipo para determinar el costo de las centrales.

El Modelo de Costos de Coubicación define como geotipo a la zona de tarificación, misma que es clasificada como alta, media y baja, por lo que se refleja un costo diferente por cada geotipo.⁴⁴ Por sus características el geotipo bajo puede ser considerado como ámbito rural y los geotipos medio y alto como urbanos, por lo que se clasificó a los municipios tipo de acuerdo al ámbito al que pertenecen.

⁴⁴ La clasificación por geotipo se ha realizado de manera acorde a los convenios de interconexión que diversos concesionarios han suscrito para interconexión directa, y que obran en el registro público de concesiones.

Para determinar el ámbito de cada uno de los municipios tipo se clasificó como localidades rurales a aquellas que registran una población menor o igual a 2,500 habitantes⁴⁵ y como urbanas a las localidades que registran más de 2,500 habitantes de acuerdo a la información del Censo de Población y Vivienda 2020. De esta forma se obtiene a nivel "municipio tipo" el número de habitantes que pertenecen a localidades rurales o urbanas, con lo que se determina el ámbito de cada municipio tomando en cuenta el rubro predominante, es decir, el rubro que sobrepasa 50% de la población.

Por otra parte, para el dimensionamiento de centrales el Modelo de Costos de Coubicación considera 4 tamaños: pequeña, media, grande y muy grande, de acuerdo al número de bucles de cobre terminados en la central, como se muestra en la siguiente figura:

Categorías tam	MIN	MAX
Pequeña	0	499
Media	500	1499
Grande	1500	4999
Muy grande	5000	1000000

Figura 13: Dimensionamiento de la central. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2022

El Modelo de Costos de Cubicación dimensiona el tamaño de la central, de acuerdo al espacio que ocupa un bucle, es decir, una central de tamaño medio es aquella que cuenta de 500 a 1499 bucles. Es así, que tomando en cuenta el espacio que ocupa un bucle, se considera que para dimensionar centrales de fibra óptica es posible tomar en cuenta como similar el espacio que ocupa en una central un puerto, por lo que se calcula el número de puertos necesarios para cada "municipio tipo" de acuerdo al número de accesos necesario desplegar, considerando que un puerto de fibra óptica puede brindar 64 accesos de BAF.

⁴⁵ De acuerdo con el INEGI, una población se considera rural cuando tiene menos de 2 500 habitantes, mientras que la urbana es aquella donde viven más de 2 500 personas, disponible a través de la siguiente dirección electrónica http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/rur_urb.aspx?tema_P

A manera de ejemplo se clasifica el ámbito y dimensionamiento de las centrales correspondientes a los "municipios tipo" de la región Centronorte.

Clúster Cntronorte	Hogares promedio por municipio	Puertos necesarios	Dimensionamiento de la central	Población Urbana	Población Rural	Geotipo
1	79,334	1,240	Media	13%	87%	Medio - Alto
2	15,916	249	Pequeña	45%	55%	Medio - Alto
3	3,874	61	Pequeña	70%	30%	Bajo

Tabla 33. Clasificación de centrales región Centronorte **Fuente:** Modelo de Costos de Coubicación; 2022

Considerando una relación de 1:1 entre hogares y accesos de BAF, se puede observar que al dividir el número de hogares de cada "municipio tipo" entre 64 se obtiene el número de puertos necesarios y con ello se puede obtener el dimensionamiento de la central, por su parte, el "municipio tipo" uno necesita 1,240 puertos por lo que se considera una central de dimensionamiento medio que va de los 501 a los 1,450 puertos, mientras que el "municipio tipo" dos y tres requieren 249 y 61 puertos respectivamente por lo que requiere cada uno una central pequeña al encontrarse dentro del 0 y 500 puertos de acuerdo a la figura 13. Por otra parte, se observa que el "municipio tipo" uno y dos registran 87% y 55% de su población en localidades urbanas por lo que corresponde a un geotipo medio-alto, mientras que el "municipio tipo" tres registra 70% de su población en localidades rurales por lo que corresponde a un geotipo bajo.

Es así, que se establecieron los parámetros correspondientes en el Modelo de Costos de Coubicación para obtener el costo de una central de dimensionamiento medio para los geotipos medio y alto para obtener el costo de la central correspondiente al "municipio tipo" uno. De esta manera, se determinó un costo de 4,909,112.54 pesos de una central de dimensionamiento medio para el geotipo medio como se muestra en la figura 14.

Unidad -->	Elemento	Unidad	Cantidad	Nombre	CAPEX				
					Unidad capex unitario	Obras civiles	Unidad capex unitario	Adquisición	Capex total
						MXN		MXN	MXN
Uso de Sitios, Predios y Espacios Físicos									
7	Predio								
	Tercero en arrendamiento	M ²	110.6		MXN/m ²	813	MXN/m ²	-	89,344
2	Central del PH								
	MediaMedia	m ²	147.5		MXN/m ²	17,378	-	-	2,562,485
3	Sala combicación externa								
	MediaMedia	m ²	-		MXN/m ²	17,378	-	-	-
4	Subestación eléctrica								
	AC_12TV	kW	83.7		MXN/kW	13,853	-	-	1,159,733
5	Fuente de energía de respaldo (planta de emergencia)								
	Generador Diesel + Baterías	kW	67.0		MXN/kW	11,177	-	-	748,537
6	Aire acondicionado								
	Capacidad utilizada	tons	14.7		MXN/tons	23,628	-	-	348,413
7	Racks								
	Numero de racks	unidades	12.0		MXN/unidades	-	-	-	-

Figura 14: Costo central media, geotipo medio. Fuente Modelo de Costos de Combicación; 2022

Mientras que, para una central de dimensionamiento medio para el geotipo alto se obtiene un costo de 4,900,865.06 pesos como se muestra en la figura 15.

Unidad -->	Elemento	Unidad	Cantidad	Nombre	CAPEX				
					Unidad capex unitario	Obras civiles	Unidad capex unitario	Adquisición	Inputs
									Capex total
					MXN	MXN	MXN	MXN	MXN
Uso de Sitios, Predios y Espacios Físicos									
7	Predio								
	Tercero en arrendamiento	m2	110.6		MXN/m2	739	MXN/m2	-	81,637
8	Central del PH								
	MediaAlta	m2	147.5		MXN/m2	17,378	-	-	2,562,485
9	Sala combicación externa								
	MediaAlta	m2	-		MXN/m2	17,378	-	-	-
4	Subestación eléctrica								
	AC_127V	kW	83.7		MXN/kW	13,853	-	-	1,159,733
5	Fuente de energía de respaldo (planta de emergencia)								
	Generador Diesel + Baterías	kW	67.0		MXN/kW	11,177	-	-	748,537
6	Aire acondicionado								
	Capacidad utilizada	tons	14.7		MXN/tons	23,628	-	-	348,413
7	Racks								
	Numero de racks	unidades	12.0		MXN/unidades	-	-	-	-

Figura 15: Costo central media, geotipo alto. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2022

Al corresponder los geotipos medio y alto al ámbito urbano se obtiene un promedio de los costos obtenidos anteriormente para definir el costo de la central correspondiente al "municipio tipo" uno y dos de 4,904,988.80 pesos, mientras que para el "municipio tipo" tres, únicamente se determinan los parámetros en el modelo para una central pequeña en el geotipo bajo dando como resultado 1,915,442.00 pesos como se muestra en la figura 16.

Unidad -->	Elemento	Unidad	Cantidad	Nombre	CAPEX				
					Inputs				
					Unidad capex unitario	Obras civiles	Unidad capex unitario	Adquisición	Capex total
	MXN		MXN	MXN					
Uso de Sitios, Predios y Espacios Físicos									
1 Predio									
	Tercero en arrendamiento	m2	88.7		MXN/m2	886	MXN/m2	-	78,604
2 Central del PH									
	PequeñaBaja	m2	36.5		MXN/m2	3,673	-	-	353,614
3 Sala combicación externa									
	PequeñaBaja	m2	-		MXN/m2	3,673	-	-	-
4 Subestación eléctrica									
	AC_12TV	kW	-		MXN/kW	13,853	-	-	-
5 Fuente de energía de respaldo (planta de emergencia)									
	Generador Diesel + Baterías	kW	58.2		MXN/kW	11,177	-	-	650,429
6 Aire acondicionado									
	Capacidad utilizada	tons	3.9		MXN/tons	23,628	-	-	232,795
7 Racks									
	Numero de racks	unidades	12.0		MXN/unidades	-	-	-	-

Figura 16: Costo central pequeña, geotipo bajo. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2022

Es importante precisar que tal y como se mostró en las imágenes anteriores el costo por central considera el espacio funcional utilizado, que comprende el espacio o sala dedicado a un operador, más cuota de espacio para usos comunes (sala subestación eléctrica, sala planta de emergencia, sala baterías, sala aire acondicionado, sala de control, espacio para overheads)⁴⁶.

⁴⁶ El costo relacionado con la infraestructura requerida para brindar servicios a un número específico de hogares será determinado a partir del costo de Distribuidores de Fibra Óptica necesarios, desarrollado a partir de la sección "3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija".

Retomando el análisis realizado en la sección “3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica en la red de acceso a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija” en el que se menciona que para calcular el número de centrales necesarias para cubrir el territorio se necesita dividir el total de kilómetros cuadrados registrado en cada “*municipio tipo*” entre el alcance de una central, se obtiene lo siguiente:

$$\text{Número de centrales} = \frac{\text{km}^2 \text{ de cada "municipio tipo"}}{\text{Alcance en km}^2 \text{ de una central}}$$

Por lo que, para obtener el costo total de las centrales, solamente debe de multiplicarse el costo del activo, obtenido del Modelo de Costos de Coubicación como el “Capex total”, por el número de centrales necesarias como se muestra en la siguiente formula:

$$\text{Costo de centrales por municipio tipo} = \text{Costo de central} * \text{Número de centrales necesarias por municipio tipo}$$

3.1.1.3 Costo de enlaces a través del Modelo Fijo de Interconexión

Adicionalmente a los costos estimados asociados a los despliegues de fibra óptica y a las centrales, se considera necesario incluir el costo de los enlaces locales para completar los “anillos locales” y los enlaces entre localidades para conectar a la red al siguiente nivel, es decir, los recursos para conectar las centrales de un mismo municipio.

A través del Modelo Fijo de Interconexión⁴⁷ se obtiene la información de los siguientes elementos para calcular el costo de cada uno de los enlaces necesarios para cada “*municipio tipo*”:

Enlaces locales:

⁴⁷ Disponible a través de la siguiente dirección electrónica:

<http://www.ift.org.mx/politica-regulatoria/condiciones-tecnicas-minimas-y-modelos-de-costos-utilizados-para-determinar-las-tarifas-de-0>

Activo	Número de activos	Costo de enlace local*
Tier 1&2 DWDM	1	67,601.16
Tier 1&2 amplificadores DWDM	1	1,098,518.92
Costo total del enlace	-	1,166,120.08

*El Modelo de Costos de Interconexión calcula el costo de enlaces utilizando pesos al año 2015, por lo que para obtener el precio actual se utiliza el tipo de cambio registrado al cierre de 2015 de 15.85 pesos y tasa de inflación de 1.28, además de considerar la tendencia de costo registrada en el modelo.

Tabla 34. Costo de enlaces locales. **Fuente:** Modelo Fijo de Interconexión, IFT; 2022

Los activos relacionados en la tabla 34 corresponden a elementos necesarios para construir un enlace local. El activo denominado "Tier 1&2 DWDM" corresponde a un equipamiento de la red que recoge el tráfico agregado de los usuarios de una localidad en sus equipos de acceso de red local (OLT GPON y NAC).

Estos equipos permiten llevar todo el tráfico agregado de una localidad hacia otra por medio de un solo enlace. Respecto al activo denominado "Tier 1&2 amplificadores DWDM", se refieren a los equipos que son requeridos para amplificar o restablecer las señales que puedan sufrir alguna degradación en función de las distancias que tengan los enlaces locales. Esta consideración debe realizarse ya que aun cuando el medio de transporte sea fibra óptica, también está sujeta a factores como la dispersión de la señal óptica por los diferentes pasos, interconexiones o empalmes que tenga la línea o enlace.

Al respecto, es importante precisar que, aunque el Modelo Fijo de Interconexión estima los costos para enlaces correspondientes a emplazamientos, red de acceso y "Edge Switch" (para enlaces entre localidades), estos costos no se consideran ya que la red de acceso y los DFO (similar al cálculo de capacidad a través de "Edge Switch") es calculada a partir de lo señalado en la sección "3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica en la red de acceso a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija" y los emplazamientos son calculados en el apartado "3.1.1.2 Costo de emplazamientos a través del Modelo de Coubicación".

Por otra parte, se precisa que el cálculo de enlaces para cada uno de los municipios tipo depende del número de centrales calculadas debido a que, si un "municipio tipo" requiere cinco centrales, se calcularán cuatro (n-1) enlaces

locales por considerarse que una central funciona como núcleo, es decir, si de las cinco centrales supuestas una funciona como núcleo, las cuatro centrales restantes deberán comunicarse a esta a través de un enlace.

En este sentido y siguiendo la descripción anterior, si para un municipio con cinco centrales una de ellas es designada como núcleo, entonces esa central tendrá las funciones de intercambio de tráfico entre ellas y de agregación de todo el tráfico originado en su municipio para entregarlo a otros municipios por la red de transporte. Para efectos prácticos esta estructura se configura como un sistema autónomo, donde una central administra a las demás y controla el tráfico que se origina y termina en cualquiera de ellas. Para realizar estas funciones de administración y control esta central debe contar con un equipo configurado para operar como compuerta o aduana, este equipo se conoce como "Gateway" y en nuestro caso se le denomina "Edge router", el cual se desglosa en sus componentes como "chasis" que es el mueble o gabinete que contiene la electrónica y las posiciones de las tarjetas con los puertos que se requieran y para el caso dimensionado de este ejercicio una tarjeta de 20 puertos cada uno con capacidad de 1 GE, como se muestra en la siguiente tabla.

En el caso de enlaces entre localidades se obtienen los siguientes costos

Activo	Número de activos	Costo total por activo
Tier 1&2 DWDM	1	67,601.16
Tier 1&2 amplificadores DWDM	1	1,098,518.92
Edge router - chasis	1	1,691,155.82
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE ⁴⁸	1	365,854.54
Costo fijo de un enlace entre localidades	-	3,223,130.45
Regional - cables de fibra	Km	45,012.00
Regional - zanjas	Km	488,336.93

⁴⁸ Se considera una sobresuscripción de 20:1, y una capacidad de 10 Mbits para cada acceso, por lo que la capacidad calculada para cada uno de los municipios tipo no excede los 20 GB contemplados en una tarjeta de 20 puertos de 1 Giga.

Activo	Número de activos	Costo total por activo
Regional - postes	km	133,580.95
Costo por kilómetro a la red de transporte	km	666,929.88

*El Modelo de Costos de Interconexión calcula el costo de enlaces utilizando pesos al año 2015, por lo que para obtener el precio actual se utiliza el tipo de cambio registrado al cierre de 2015 de 15.85 pesos y tasa de inflación de 1.23, además de considerar la tendencia de costo registrada en el modelo.

Tabla 35. Costo de enlaces entre localidades. **Fuente:** Modelo Fijo de Interconexión, IFT; 2022

Es importante mencionar que el costo de un enlace entre localidades está compuesto de un costo fijo por el equipamiento necesario y de un costo por los kilómetros de cables de fibra, zanjas y postes necesarios para dicho enlace. Es así que, para obtener el costo de cada enlace es fundamental conocer la distancia de cada enlace a la red de transporte, misma que ha sido calculada para cada "municipio tipo" a través del ejercicio de clusterización en la sección "2.1.1 Clusterización para BAF", por lo que para cada "municipio tipo" se deberá obtener el costo de los kilómetros de cables de fibra, zanjas y postes necesarios para llegar a la red de transporte, más el costo de equipamiento.

3.1.1.4 Resultados

A continuación, se presentan los resultados a nivel de "municipio tipo" por cada una de las ocho regiones en las que se divide el territorio nacional.

- **Región Centronorte**

Como se muestra en la tabla 36, el "municipio tipo" uno presenta un mayor costo de despliegue con tecnología de fibra respecto al resto de "municipios tipo" debido a que en el "municipio tipo" uno existe una mayor cantidad de hogares y por lo tanto un número mayor de kilómetros de calle a desplegar, y este costo es el de mayor magnitud en la conformación del costo total.

Por otra parte, si bien en el “*municipio tipo*” dos, el total de km de calles es menor al del “*municipio tipo*” uno, requiere el mismo número de centrales, debido a su extensión territorial y dispersión de la población, mientras que al contar con un número mayor de hogares el “*municipio tipo*” uno requiere más DFO’s. El “*municipio tipo*” tres aunque es el que presenta menor costo de despliegue, concentra el mayor número de municipios, registrando 90 municipios.

Clúster Centronorte	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	30	124.1	79,334	1,074,988,815	11	975,480	1	4,904,989	-	-	12,035,718	1,091,929,522
2	71	24.1	15,916	236,446,279	3	266,040	1	2,203,073	-	-	23,044,363	261,693,715
3	90	9.1	3,874	57,022,647	1	88,680	1	2,203,073	-	-	31,568,202	90,793,922

Tabla 36. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Centronorte. **Fuente:** DGCI; 2022

- Región Centrosur

Como se observa en la tabla 37, el mayor costo por despliegue de FO lo tiene el “*municipio tipo*” dos con 1,166 millones de pesos, debido a que el costo preponderante en la composición del costo total es el costo de km de red necesarios y en este caso, el “*municipio tipo*” dos es el que registra mayor cantidad de kilómetros a desplegar.

En contraste, los “*municipios tipo*” que registran menor costo de infraestructura son el número seis y ocho, al registrar los valores más pequeños en cuanto a número de kilómetros de calle a desplegar, y por lo tanto un menor costo en el rubro con mayor significancia en la conformación del costo total.

Es de considerarse que, los cinco municipios tipo son muy pequeños en cuanto a territorio, por lo que su número de centrales es uno por cada “*municipio tipo*”.

Clúster Centrosur	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	11	2,866.4	108,627	931,778,378	15	1,330,200	1	8,184,433	-	-	5,392,741	945,355,552
2	20	1,383.3	141,618	1,150,230,284	20	1,773,600	1	8,184,433	-	-	7,615,296	1,166,030,013
3	27	312.9	29,222	268,184,374	4	354,720	1	2,203,073	-	-	10,450,796	280,838,243

Clúster Centrosur	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
4	24	1,081.2	86,619	821,564,646	12	1,064,160	1	4,904,989	-	-	6,926,090	833,395,724
5	12	37.0	14,544	88,268,542	2	177,360	1	1,915,442	-	-	28,667,042	118,851,026
6	18	49.7	3,519	37,887,373	1	88,680	1	2,203,073	-	-	16,495,125	56,585,571
7	57	201.9	12,530	128,265,636	2	177,360	1	2,203,073	-	-	11,619,153	142,087,863
8	5	11.6	5,466	43,262,854	1	88,680	1	2,203,073	-	-	48,107,225	93,573,152

Tabla 37. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Centrosur. Fuente: DGCI; 2022

- Región Noreste

En el caso de la región Noreste que está integrada por cuatro municipios tipo, se observa que el “*municipio tipo*” cuatro es el que representa el mayor costo total por despliegue de fibra óptica con 939 millones de pesos, debido a que es el municipio que registra mayor cantidad de kilómetros por desplegar. En contraste, el “*municipio tipo*” uno es el más bajo en costo de la región debido a que cuenta con el menor número de hogares y, por lo tanto, de kilómetros por desplegar. Por su parte, el “*municipio tipo*” dos es el que mayor número de centrales y enlaces requiere para conectar a todos los hogares por su superficie territorial.

Clúster Noreste	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	59	1.7	2,084	28,428,975	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	31,600,559	65,026,538
2	32	6.8	9,309	130,783,179	3	266,040	3	6,609,220	2	2,332,240	33,911,268	173,635,907
3	14	140.8	54,385	573,158,808	8	709,440	2	9,809,978	1	1,166,120	19,916,647	604,051,553
4	27	349.8	90,484	915,080,652	13	1,152,840	2	9,809,978	1	1,166,120	12,493,365	938,550,115

Tabla 38. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Noreste. Fuente: DGCI; 2022

- Región Noroeste

Respecto a la región Noroeste, se observa que el mayor costo total de despliegue de fibra óptica lo registra el “*municipio tipo*” dos con 1,462 millones de pesos, debido a que es el “*municipio tipo*” que requiere mayor cantidad de kilómetros por

desplegar y concentra al mayor número de hogares, además de que debido a su superficie territorial requiere de cinco centrales y cuatro enlaces para proveer servicios BAF a la totalidad de los hogares.

En contraste, se observan los municipios tipo cinco y seis que, cuentan con el menor número de hogares, además de requerir un número menor de centrales por su extensión territorial.

Clúster Noroeste	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	21	34.7	123,447	1,213,372,868	17	1,507,560	6	49,106,598	5	5,830,600	22,495,274	1,290,805,340
2	9	67.8	132,799	1,379,982,894	18	1,596,240	6	49,106,598	5	5,830,600	26,615,728	1,461,535,821
3	16	9.8	20,447	234,453,465	4	354,720	4	8,812,293	3	3,498,360	25,818,847	272,582,965
4	53	3.1	7,855	91,735,409	4	354,720	4	8,812,293	3	3,498,360	62,770,656	166,816,719
5	61	1.8	1,886	25,646,568	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	61,346,755	91,990,327
6	46	0.7	1,778	12,597,694	3	266,040	3	5,746,326	2	2,332,240	113,073,255	133,749,515

Tabla 39. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Noroeste. Fuente: DGCI; 2022

- Región Occidente

En cuanto a la región Occidente, el clúster con el mayor costo total de despliegue de fibra óptica es el cuatro con 1,054 millones de pesos. Este clúster es claramente más costoso que cualquiera de los cuatro restantes que componen la región debido a que concentra el mayor número de hogares y requiere un alto costo al registrar el mayor número de kilómetros a desplegar. En contraste, el "municipio tipo" tres, cuenta con el menor número de hogares y de kilómetros a desplegar.

En cuatro "municipios tipo" requieren únicamente una central para brindar servicio a todos los hogares por lo que no requiere enlaces locales, sin embargo, el "municipio tipo" cinco requiere de 2 centrales.

Clúster Occidente	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	102	24.3	10,633	117,430,374	2	177,360	1	2,203,073	-	-	24,165,654	143,799,101
2	34	37.0	22,010	251,140,378	3	266,040	1	2,203,073	-	-	20,467,917	273,811,369
3	83	14.3	3,940	41,210,479	1	88,680	1	2,203,073	-	-	23,640,404	67,053,956
4	19	397.3	103,120	1,034,276,100	14	1,241,520	1	8,184,433	-	-	11,463,851	1,053,924,385

Clúster Occidente	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
5	30	2.5	2,808	24,342,384	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	69,461,428	98,800,816

Tabla 40. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Occidente. Fuente: DGCi; 2022

• Región Oriente

En la región Oriente, el “*municipio tipo*” tres es el que representó el mayor costo total de despliegue de FO con 788 millones de pesos, debido a que concentra el mayor número de hogares y de kilómetros necesarios por desplegar.

En contraste los municipios tipo que registran el menor costo total son el dos y cuatro, ya que cuentan con el menor número de hogares. Es de señalarse que, el número de centrales necesarias es bajo, debido a que la superficie en la que se encuentran es pequeña.

Clúster Oriente	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm2)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	220	71.6	9,160	198,204,216	2	177,360	1	2,203,073	-	-	16,866,889	217,274,178
2	193	41.0	3,035	37,626,214	1	88,680	1	-	-	-	21,311,595	58,937,809
3	68	305.8	35,446	773,214,575	5	443,400	1	4,904,989	-	-	9,968,371	788,087,935
4	92	22.8	3,169	20,806,822	1	88,680	1	1,915,442	-	-	42,129,372	64,851,636

Tabla 41. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Oriente. Fuente: DGCi; 2022

• Región Sureste

Para la región Sureste, se observa que el “*municipio tipo*” dos es el que registra el mayor costo total de despliegue con 2,130 millones de pesos debido a que concentra el mayor número de hogares y de kilómetros necesarios por desplegar, es importante mencionar que es el “*municipio tipo*” a nivel nacional más costoso debido a que necesita desplegar una gran cantidad de kilómetros por desplegar. En contraste se observa el “*municipio tipo*” tres y cuatro, con el menor costo total por despliegue debido a que registran el menor número de hogares.

Clúster Sureste	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	45	27.5	17,365	149,298,488	3	266,040	2	4,406,147	1	1,166,120	23,162,619	178,033,374
2	9	86.3	123,952	2,094,237,728	17	1,507,560	2	16,368,866	1	1,166,120	18,706,611	2,130,479,325
3	15	4.6	2,292	6,827,500	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	30,125,468	41,949,971
4	70	9.3	1,599	7,274,079	1	88,680	1	2,203,073	-	-	23,244,906	32,722,058
5	5	23.0	21,453	187,096,876	3	266,040	3	6,609,220	2	2,332,240	27,686,375	223,724,711

Tabla 42. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Sureste. **Fuente:** DGCI; 2022

- Región Suroeste

Por último, la región suroeste tuvo un mayor costo total de despliegue en el “*municipio tipo*” dos con 539 millones de pesos, debido a que registra el mayor número de hogares en la región y de kilómetros necesarios para desplegar. En contraste los municipios tipo uno y tres cuentan con pocos hogares y requieren de menos kilómetros para desplegar, además de que, requieren de pocas centrales y enlaces para brindar servicios a todos los hogares, debido a su extensión territorial.

Clúster Suroeste	# Mun	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Hogares promedio por municipio	Costo de km desplegados	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	369	22.5	1,959	47,974,442	1	88,680	1	1,915,442	-	-	30,876,983	80,766,867
2	145	87.8	15,245	514,303,843	3	266,040	1	2,203,073	-	-	22,223,448	538,730,364
3	255	8.8	1,834	13,819,335	1	88,680	1	1,915,442	-	-	54,696,623	70,431,400

Tabla 43. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Suroeste. **Fuente:** DGCI; 2022

Finalmente, es de resaltar que, aunque el “*municipio tipo*” uno y tres de la región Suroeste no sean los más bajos en costo, son los municipios tipo conformados por el mayor número de municipios, con 369 y 255. Lo que indica que, al ampliar la muestra y replicar el costo por el total de municipios que lo conforman, el costo en esta región es muy alto.

Para concluir la presente sección es importante hacer un análisis integral de los costos para determinar las características de los municipios con relación a sus costos.

Como primer punto, es importante destacar que en la mayoría de los municipios tipo analizados, el costo por los kilómetros de despliegue de fibra óptica es el rubro de mayor magnitud en el costo total, ya que en 21 de 38 municipios tipo se registra entre 80% a 99% del costo total, los 11 “municipios tipo” restantes en los que el costo de kilómetros a desplegar es menor de 80% en la conformación de su costo total, encuentra sentido debido a que a partir del supuesto de cobertura cero, todos los municipios tipo requieren de un enlace entre localidades, mismo que varía en costo debido a la distancia a la red de transporte, por lo que este puede llegar a costar hasta 113 millones de pesos lo cual, representa un porcentaje del costo razonable dependiendo de la magnitud de kilómetros de red a desplegar.

3.1.2 Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares a partir del despliegue actual de infraestructura fija

Región	Clúster	Hogares promedio por municipio	Km	Costo km desplegados	DFO	Costo total de ODF	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo total de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
Sureste	2	123,952	1,327	2,094,237,728	17	1,507,560	2	16,368,866	1	1,166,120	18,706,611	2,130,479,325
Noroeste	2	132,799	884	1,379,982,894	18	1,596,240	6	49,106,598	5	5,830,600	26,615,728	1,461,535,821
Noroeste	1	123,447	777	1,213,372,868	17	1,507,560	6	49,106,598	5	5,830,600	22,495,274	1,290,805,340
Centrosur	2	141,618	622	1,150,230,284	20	1,773,600	1	8,184,433	-	-	7,615,296	1,166,030,013
Centronorte	1	79,334	567	1,074,988,815	11	975,480	1	4,904,989	-	-	12,035,718	1,091,929,522
Occidente	4	103,120	540	1,034,276,100	14	1,241,520	1	8,184,433	-	-	11,463,851	1,053,924,385
Centrosur	1	108,627	504	931,778,378	15	1,330,200	1	8,184,433	-	-	5,392,741	945,355,552
Noreste	4	90,484	577	915,080,652	13	1,152,840	2	9,809,978	1	1,166,120	12,493,365	938,550,115
Centrosur	4	86,619	445	821,564,646	12	1,064,160	1	4,904,989	-	-	6,926,090	833,395,724
Oriente	3	35,446	313	773,214,575	5	443,400	1	4,904,989	-	-	9,968,371	788,087,935
Noreste	3	54,385	361	573,158,808	8	709,440	2	9,809,978	1	1,166,120	19,916,647	604,051,553
Suroeste	2	15,245	179	514,303,843	3	266,040	1	2,203,073	-	-	22,223,448	538,730,364

Región	Clúster	Hogares promedio por municipio	Km	Costo km desplegados	DFO	Costo total de ODF	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo total de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
Centrosur	3	29,222	145	268,184,374	4	354,720	1	2,203,073	-	-	10,450,796	280,838,243
Occidente	2	22,010	131	251,140,378	3	266,040	1	2,203,073	-	-	20,467,917	273,811,369
Noroeste	3	20,447	150	234,453,465	4	354,720	4	8,812,293	3	3,498,360	25,818,847	272,582,965
Centronorte	2	15,916	125	236,446,279	3	266,040	1	2,203,073	-	-	23,044,363	261,693,715
Sureste	5	21,453	119	187,096,876	3	266,040	3	6,609,220	2	2,332,240	27,686,375	223,724,711
Oriente	1	9,160	80	198,204,216	2	177,360	1	2,203,073	-	-	16,866,889	217,274,178
Sureste	1	17,365	95	149,298,488	3	266,040	2	4,406,147	1	1,166,120	23,162,619	178,033,374
Noreste	2	9,309	82	130,783,179	3	266,040	3	6,609,220	2	2,332,240	33,911,268	173,635,907
Noroeste	4	7,855	59	91,735,409	4	354,720	4	8,812,293	3	3,498,360	62,770,656	166,816,719
Occidente	1	10,633	61	117,430,374	2	177,360	1	2,203,073	-	-	24,165,654	143,799,101
Centrosur	7	12,530	69	128,265,636	2	177,360	1	2,203,073	-	-	11,619,153	142,087,863
Noroeste	6	1,778	8	12,597,694	3	266,040	3	5,746,326	2	2,332,240	113,073,255	133,749,515
Centrosur	5	14,544	48	88,268,542	2	177,360	1	1,915,442	-	-	28,667,042	118,851,026
Occidente	5	2,808	13	24,342,384	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	69,461,428	98,800,816
Centrosur	8	5,466	23	43,262,854	1	88,680	1	2,203,073	-	-	48,107,225	93,573,152
Noroeste	5	1,886	16	25,646,568	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	61,346,755	91,990,327
Centronorte	3	3,874	30	57,022,647	1	88,680	1	2,203,073	-	-	31,568,202	90,793,922
Suroeste	1	1,959	17	47,974,442	1	88,680	1	1,915,442	-	-	30,876,983	80,766,867
Suroeste	3	1,834	5	13,819,335	1	88,680	1	1,915,442	-	-	54,696,623	70,431,400
Occidente	3	3,940	22	41,210,479	1	88,680	1	2,203,073	-	-	23,640,404	67,053,956
Noreste	1	2,084	18	28,428,975	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	31,600,559	65,026,538
Oriente	4	3,169	8	20,806,822	1	88,680	1	1,915,442	-	-	42,129,372	64,851,636
Oriente	2	3,035	15	37,626,214	1	88,680	1	1,915,442	-	-	21,311,595	58,937,809
Centrosur	6	3,519	21	37,887,373	1	88,680	1	2,203,073	-	-	16,495,125	56,585,571
Sureste	3	2,292	4	6,827,500	2	177,360	2	3,830,884	1	1,166,120	30,125,468	41,949,971

Región	Clúster	Hogares promedio por municipio	Km	Costo km desplegados	DFO	Costo total de ODF	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo total de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
Sureste	4	1,599	5	7,274,079	1	88,680	1	2,203,073	-	-	23,244,906	32,722,058

Tabla 44. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone el país. **Fuente:** DGCI; 2022

En el apartado 3.1.1. se definieron elementos y costos totales de infraestructura relacionadas con fibra óptica necesarios para desplegar una red bajo el supuesto de que no existe cobertura de servicios BAF. Sin embargo, para que el ejercicio se adapte al estado actual de los servicios de BAF es necesario calcular el costo solamente para los hogares que no cuentan dicho servicio.

Es así, que a través de la presente sección se busca estimar el costo total de despliegue de infraestructura necesaria para que los hogares que al cuarto trimestre de 2021 no cuentan con servicios de BAF puedan acceder a los mismos a través de fibra óptica.

3.1.2.1 Costo de km de red desplegada, DFO, centrales y enlaces para hogares que no cuentan con servicio

Como se señaló anteriormente, a través del Modelo de Costos Integral para la Red de Accesos Fija se obtienen los kilómetros totales de calle necesarios para cubrir al total de hogares en México, es decir, obteniendo la suma de kilómetros de calles de cobre y fibra a nivel “*municipio tipo*”.

Por otra parte, se considera que el total de accesos necesarios para cubrir la totalidad de los hogares obedece una relación de un acceso por cada hogar, por lo tanto, el número de accesos necesarios para cada uno de los municipios tipo será el número de hogares totales. Es así que, al contar con el número total de km a desplegar y el número total de accesos necesarios para cubrir la totalidad de los hogares, se obtiene la relación de accesos por km de red a partir de la siguiente operación:

$$\text{Accesos por km de red} = \frac{\text{Total de accesos}}{\text{Total de km de calle}}$$

Retomando el caso de la región Centronorte, para el “*municipio tipo*” uno se tiene que el total de km de calle necesarios es de 567 para desplegar 79,334 accesos por lo que el número de accesos por km sería:

$$\text{Accesos por km de red municipio tipo 1} = \frac{79,334}{567} = 139.9 \text{ accesos por km}$$

Una vez calculada la relación de accesos por kilómetro se busca obtener el número de hogares que no cuentan con servicios de BAF al cuarto trimestre de 2021. Para ello se parte del número de accesos de BAF existentes para todas las tecnologías determinadas para obtener el número de accesos totales ya desplegados a partir de la red existente.

Es así que, para obtener el número de accesos totales desplegados de cada “*municipio tipo*”, se calcula el número de accesos promedio de los municipios que lo conforman. Lo que se busca es obtener el número de accesos faltantes al restar del número de accesos totales necesarios para brindar servicios a todos los hogares, los accesos de cobre y fibra que ya han sido desplegados a partir de la red existente.

A manera de ejemplo se tiene que para el “*municipio tipo*” uno de la región Centronorte se registran 79,334 hogares como se indica en la Tabla 45 y 67,785 accesos de cobre y fibra, por lo que, al considerarse un hogar como un acceso, la diferencia entre ambas cifras son 11,550 hogares sin accesos de BAF, por lo que al considerarse un acceso por hogar, se puede determinar que en el “*municipio tipo*” 1 se necesitan 11,550 accesos para cubrir la totalidad de los hogares.

Ahora que ya se conocen los accesos necesarios para brindar servicios de BAF a los hogares que en la actualidad no cuentan con dicho servicio, se obtienen los kms que son necesarios desplegar al dividir los accesos restantes por la relación accesos por kilómetro anteriormente calculada como se muestra a continuación:

$$\text{Km a desplegar para cubrir hogares sin servicio BAF} = \left(\frac{\text{Accesos restantes}}{\text{Relación accesos por Km}} \right)$$

Nuevamente para el caso del “*municipio tipo*” uno del clúster Centronorte:

$$Km \text{ a desplegar para cubrir hogares sin servicio BAF} = \left(\frac{11,550}{139.9} \right) = 82.5 \text{ Km por desplegar}$$

Finalmente, se toma en cuenta el costo por kilómetro a desplegar de fibra óptica calculado en el apartado 3.1.1.1 y se multiplica por los kilómetros a desplegar como se muestra a continuación:

$$\text{Costo de km necesarios} = \text{Costo por km de calle de cada región} * \text{km de calles necesarias desplegar}$$

Aplicado al mismo caso del "municipio tipo" uno del clúster Centronorte:

$$\text{Costo de km necesarios} = 1,895,873 * 82.5 = 156,497,165$$

Es así que se determina el costo por kilómetros a desplegar en cada uno de los municipios tipo, para mayor claridad se puede observar la Tabla 45. Que cuenta con los elementos necesarios para su cálculo utilizando como ejemplo el clúster Centronorte:

Clúster Centronorte	# Municipios	Hogares	Calles (km)	Accesos por km	Accesos de DSL-Coaxial-Fibra	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo por km calle	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares
1	30	79,334	567	140	67,785	11,550	82.5	1,895,873	156,497,165
2	71	15,916	125	128	4,246	11,670	91		173,370,977
3	90	3,874	30	129	440	3,434	27		50,546,150

Tabla 45. Ejemplo cálculo de costo por km de calle. Fuente: DGCI; 2020

Por otra parte, se utilizó el costo de un DFO establecido en el Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fijo determinado como 88,680 pesos por un DFO con 144 puertos que cuenta con capacidad de proveer 7,373 accesos de BAF tomando en consideración una utilización de 80% de la capacidad, mismo que al ser instalado cuenta con un alcance de 1,256.64 km al considerarse un radio de 20 km². Sin embargo, en este caso se calcula únicamente para los accesos necesarios para brindar servicios BAF a los hogares que no cuentan con dicho servicio al cuarto trimestre de 2021, por lo que se realiza el cálculo solamente para capacidad, es decir, el número de DFO necesarios para cubrir los accesos restantes.

Para obtener el número de centrales necesarias en cada "*municipio tipo*" se toma en cuenta el ITI desarrollado en la sección "2.1.1. Índice teórico de Infraestructura" del presente estudio, para determinar el grado de cobertura en infraestructura con que cuentan el municipio en cuestión. De este modo, si la población cuenta con un ITI de uno quiere decir que la población se encuentra cubierta por el alcance de la infraestructura existente y no es necesario contemplar la instalación de nuevas centrales, mientras que para municipios tipo que cuenten con un valor menor deberán de calcularse las centrales tomando en cuenta las que se desplegarían bajo el escenario de cero cobertura establecido en la sección "3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica en la red de acceso a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija" y el ITI, de la siguiente forma:

Tomando como ejemplo el "*municipio tipo*" tres de la región Suroeste, se tiene que para cubrir los hogares sin servicio se necesita de un DFO, mientras que al registrar un ITI de 0.1 se deberán de considerar las centrales a desplegar bajo cobertura cero debido a que cuenta con un ITI muy bajo que indica que dicho municipio no se encuentra cubierto por el alcance de la infraestructura actualmente desplegada.

Una vez calculado el número de DFO y de Centrales necesarias, se multiplica por el costo unitario de dichos activos mencionado ya anteriormente a través de la sección "3.1.1.1 Costo por elementos de infraestructura relacionados a fibra óptica en la red de acceso a través del Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija". y "3.1.1.2 Costo de emplazamientos a través del Modelo de Coubicación".

Por su parte, el número de enlaces locales para cada uno de los municipios tipo dependerá del número de centrales calculadas en función del número de centrales necesarias para cada uno de los municipios tipo, debido a que, si un "*municipio tipo*" requiere cinco centrales, se calcularán cuatro enlaces locales por considerarse que una central funciona como núcleo.

El cálculo de costos de enlaces entre localidades se tomará en función de si el "*municipio tipo*" cuenta con presencia de accesos de fibra óptica y cable coaxial, debido a que, si el "*municipio tipo*" cuenta con presencia de dichos accesos, se puede suponer que cuenta con acceso a la red de transporte de alta capacidad y por lo tanto no requiere del costeo de un enlace entre localidades.

Los costos calculados a través de la sección “3.1.1.3 Costo de enlaces a través del Modelo Fijo de Interconexión” serán los mismos para enlaces locales y entre localidades.

3.1.2.2 Resultados

A continuación, se presentan la estimación del costo de despliegues de fibra óptica a partir de los accesos existentes a nivel de “municipio tipo” por cada una de las ocho regiones.

- Región Centronorte

Como se muestra en la siguiente tabla, el “municipio tipo” dos presentaría un mayor costo de despliegue de fibra que el “municipio tipo” tres debido a que en el “municipio tipo” uno se registra un número mayor de hogares sin servicio de BAF cifra similar con el “municipio tipo” dos por lo que se requiere un mayor despliegue de kilómetros de red de fibra lo cual representa el costo mayor para el despliegue.

Clúster Centronorte	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	1.0	11,550	82.5	156,497,165	2	177,360						156,674,525
2	0.9	11,670	91	173,370,977	2	177,360						173,548,337
3	0.7	3,434	27	50,546,150	1	88,680					31,568,202	82,203,032

Tabla 46. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Centronorte. Fuente: DGCI; 2022

- Región Centrosur

El mayor costo por despliegue de la red de acceso de fibra óptica lo tiene el “municipio tipo” cuatro con 166 millones de pesos, debido a que es el “municipio tipo” en el que se registra un mayor número de habitantes sin servicios de BAF, seguido del “municipio tipo” cinco. En contraste los “municipios tipo” uno no registra costo de despliegue de infraestructura debido a que con la infraestructura existente puede brindar servicios a todos los hogares.

Clúster Centrosur	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	1.0		-	-		-						
2	1.0	4,607	20	37,420,334	1	88,680						37,509,014
3	1.0	11,947	59	109,641,088	2	177,360						109,818,448
4	1.0	17,511	90	166,090,222	3	266,040						166,356,262
5	0.7	13,355	44	81,053,348	2	177,360						81,230,708
6	1.0	2,739	16	29,491,285	1	88,680					16,495,125	46,075,089
7	1.0	9,152	51	93,684,283	2	177,360						93,861,643
8	0.5	5,051	22	39,979,633	1	88,680					48,107,225	88,175,538

Tabla 47. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Centrosur. Fuente: DGCI; 2022

- Región Noreste

En el caso de la región Noreste que está integrada por cuatro municipios tipo, se observa que el "municipio tipo" tres es el que registra mayor costo de despliegue de la red de acceso, debido a que registra un alto número de hogares que no cuentan con servicios de BAF, en contraste, el "municipio tipo" uno es el que menor costo registra al tener un muy bajo número de hogares sin servicios BAF, lo anterior pese a que su ITI es de 0.7 por lo que requiere el cálculo de costo por una central que permitan que el total de los hogares se encuentren cubiertos por el alcance de la infraestructura.

Clúster Noreste	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	0.7	1,728	15	23,579,997	1	88,680	1	1,915,442			31,600,559	57,184,677
2	0.8	5,962	53	83,757,537	1	88,680	1	2,203,073				86,049,291
3	1.0	19,834	132	209,033,326	3	266,040						209,299,366
4	1.0	6,808	43	68,847,387	1	88,680						68,936,067

Tabla 48. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Noreste. Fuente: DGCI; 2022

- Región Noroeste

Respecto a la región Noroeste, se observa que el mayor costo total de despliegue de fibra óptica lo registra el “*municipio tipo*” uno con 193 millones de pesos, debido a que el componente de mayor peso en el costo total es representado por el número total de kilómetros a desplegar, y es el que mayor número de hogares registra. En contraste, el “*municipio tipo*” dos es el que menor costo de despliegue registra.

Clúster Noroeste	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	1.0	19,598	123	192,626,899	3	266,040						192,892,939
2	1.0	6,211	41	64,545,060	1	88,680						64,633,740
3	0.9	9,098	67	104,319,627	2	177,360						104,496,987
4	0.7	6,214	46	72,576,249	1	88,680	1	2,203,073				74,868,003
5	0.8	1,709	15	23,243,129	1	88,680	1	1,915,442			61,346,755	86,594,006
6	0.3	1,717	8	12,162,967	2	177,360	2	1,915,442	1	1,166,120	113,073,255	128,495,144

Tabla 49. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Noroeste. Fuente: DGCI; 2022

- Región Occidente

En cuanto a la región Occidente, el clúster con el mayor costo total de despliegue de fibra óptica es el cinco con 94 millones de pesos. Este clúster es claramente más costoso que cualquiera de los cuatro restantes que componen la región debido a que registra un alto número de hogares sin servicio, por lo que el costo por kilómetros de infraestructura relacionada con fibra óptica es muy alto. En contraste, el “*municipio tipo*” tres es el menos costoso, debido a que además de los kilómetros de infraestructura a desplegar, solo requiere un DFO y al registrar un ITI de 0.9 no requiere de despliegue de centrales para cubrir la totalidad de los hogares.

Clúster Occidente	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	0.9	7,272	42	80,306,063	1	88,680						80,394,743
2	0.9	8,067	48	92,050,955	2	177,360						92,228,315

Clúster Occidente	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
3	0.9	3,357	18	35,115,164	1	88,680					23,640,404	58,844,248
4	1.0	8,301	43	83,252,785	2	177,360						83,430,145
5	0.4	2,648	12	22,949,706	1	88,680	1	1,915,442			69,461,428	94,415,257

Tabla 50. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Occidente. Fuente: DGCI; 2022

• Región Oriente

La región Oriente se encuentra integrada por cuatro municipios tipo, el “*municipio tipo*” uno es el que registra mayor costo de despliegue debido a que es el “*municipio tipo*” que registra el mayor número de hogares sin servicio en esta región, por lo que su costo por kilómetros de red es muy elevado. Por otra parte, vemos que el “*municipio tipo*” cuatro es el que registra el costo más bajo, debido a que es el que registra menos kilómetros de infraestructura a desplegar, además de no requerir de enlaces locales y entre localidades.

Clúster Oriente	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	0.9	6,882	60	148,906,591	1	88,680						148,995,271
2	0.9	2,871	14	35,595,588	1	88,680						35,684,268
3	1.0	5,848	52	127,562,068	1	88,680						127,650,748
4	0.2	3,110	8	20,416,405	1	88,680	1	1,915,442				22,420,527

Tabla 51. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Oriente. Fuente: DGCI; 2022

• Región Sureste

Para la región Sureste, se observa que el “*municipio tipo*” cuatro es el que registra el menor costo total de despliegue con 7 millones de pesos debido a que el número de hogares sin servicio es el más pequeño de la región. En contraste, se observa que el “*municipio tipo*” dos, cuenta con el mayor costo total por despliegue debido a que, aunque registran un

ITI de uno y no requiere el desarrollo de centrales o enlaces, el número de hogares a cubrir es muy alto, lo que incide en el costo por kilómetros a desplegar.

Clúster Sureste	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	0.8	14,673	80	126,155,040	2	177,360	1	2,203,073				128,535,473
2	1.0	27,168	291	459,024,870	4	354,720						459,379,590
3	0.2	2,247	4	6,694,025	2	177,360	2	1,915,442	1	1,166,120	30,125,468	40,078,414
4	0.9	1,509	4	6,862,799	1	88,680						6,951,479
5	0.9	10,887	60	94,950,801	2	177,360						95,128,161

Tabla 52. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Sureste. Fuente: DGCI; 2020

- Región Suroeste

Finalmente, en la región Suroeste se encuentra al “municipio tipo” número tres con el ITI más bajo (0.1), sin embargo, aunque requiere el despliegue de una central, el número de hogares a cubrir es muy bajo por lo que su costo por kilómetros desplegados es bajo en comparación al “municipio tipo” dos que registra el costo más alto para cubrir a un alto número de hogares sin servicio BAF.

Clúster Suroeste	ITI	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	DFO	Costo total de DFO	Centrales	Costo de centrales	Enlaces	Costo de enlaces locales totales	Costo de enlace entre localidades	Costo total despliegue de FO
1	0.9	1,717	15	42,049,667	1	88,680						42,138,347
2	0.8	8,615	101	290,633,065	2	177,360						290,810,425
3	0.1	1,808	5	13,618,806	1	88,680	1	1,915,442				15,622,928

Tabla 53. Estimación del costo total de despliegue con tecnología de fibra óptica para cada clúster que compone la región Suroeste. Fuente: DGCI; 2020

Sobre la estimación del costo total de despliegue de infraestructura para brindar servicios a los hogares que no cuentan con servicios de BAF, se puede observar una reducción notable respecto a desplegar la red bajo un escenario sin cobertura, ya que por el despliegue de infraestructura considerando cero cobertura se estiman 16,345 millones de pesos

para los 38 municipios tipo, en comparación con 3,932 millones de pesos necesarios para desplegar infraestructura en dichos municipios tipo considerando los accesos existentes.

Al analizar la reducción de costo en cada uno de los municipios, se observa que la disminución va desde 3.9% hasta 100% respecto al costo registrado bajo el supuesto de cobertura cero. Los porcentajes más bajos corresponden a municipios tipo con un despliegue muy bajo de infraestructura y, por lo tanto, con muy baja penetración de servicios BAF por lo que el costo de despliegue de infraestructura es parecido al despliegue necesario bajo cobertura cero. A continuación, se muestran los municipios que no registran accesos de BAF a través de fibra óptica o cable coaxial y registran las cifras más bajas en cuanto a reducción de costo desde 3.9% a 18.6%.

Región	Clúster	Hogares promedio por municipio	Distancia a red (en KM)	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	Costo total de ODF	Costo de centrales	Costo de enlaces locales	Costo de enlaces entre localidades	Costo total despliegue de FO	Descuento en el costo de infraestructura desplegada respecto al costo de despliegue con cobertura cero
Centronorte	3	3,874	43	3,434	27	50,546,150	88,680			31,568,202	82,203,032	9.5%
Centrosur	6	3,519	20	2,739	16	29,491,285	88,680			16,495,125	46,075,089	18.6%
Centrosur	8	5,466	67	5,051	22	39,979,633	88,680			48,107,225	88,175,538	5.8%
Noreste	1	2,084	43	1,728	15	23,579,997	88,680	1,915,442		31,600,559	57,184,677	12.1%
Noroeste	5	1,886	87	1,709	15	23,243,129	88,680	1,915,442		61,346,755	86,594,006	5.9%
Noroeste	6	1,778	165	1,717	8	12,162,967	177,360	1,915,442	1,166,120	113,073,255	128,495,144	3.9%
Occidente	3	3,940	31	3,357	18	35,115,164	88,680			23,640,404	58,844,248	12.2%
Occidente	5	2,808	99	2,648	12	22,949,706	88,680	1,915,442		69,461,428	94,415,257	4.4%
Sureste	3	2,292	40	2,247	4	6,694,025	177,360	1,915,442	1,166,120	30,125,468	40,078,414	4.5%

Tabla 54. Municipios tipo con menor reducción de costo. Fuente: DGCI; 2020

A través de la tabla anterior se observa que los municipios que registran una reducción menor de costo comparado con el despliegue de infraestructura bajo el supuesto de cobertura cero, son municipios en los cuales no registran penetración BAF a través de fibra óptica y cable coaxial por lo que el despliegue que debe de realizarse incluye tanto kilómetros de despliegue de infraestructura de fibra óptica, centrales, enlaces locales y entre localidades. Es de notar que en estos municipios se necesita desplegar de 4 a 27 kilómetros de fibra óptica, cifra que, aunque es muy pequeña en comparación

de la cifra presentada por los 38 municipios tipo la muestra que representan estos nueve municipios que representan 647 municipios de un total de 2,457 municipios en el país, lo que representa 26% de los municipios totales del país.

Por otra parte, al analizar los 23 municipios restantes, se observa que, aunque registran una reducción mayor que los antes presentados, son los municipios que registran un mayor costo de despliegue. Cabe recalcar que estos 12 municipios que registran despliegues con el costo más alto representan a 690 municipios de un total de 2,457 municipios, lo cual representa 28% de los municipios del país.

Región	Clúster	Hogares promedio por municipio	Distancia a red (en KM)	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Hogares sin servicio de BAF	Km necesarios para brindar dichos servicios	Costo de km faltantes para cubrir a todos los hogares	Costo total de ODF	Costo de centrales	Costo total despliegue de FO	Reducción
Centronorte	1	79,334	13	54	11,550	83	156,497,165	177,360		156,674,525	85.7%
Centronorte	2	15,916	30	7	11,670	91	173,370,977	177,360		173,548,337	33.7%
Centrosur	1	108,627	3	135		-	-	-			100.0%
Centrosur	2	141,618	7	85	4,607	20	37,420,334	88,680		37,509,014	96.8%
Centrosur	3	29,222	11	37	11,947	59	109,641,088	177,360		109,818,448	60.9%
Centrosur	4	86,619	6	60	17,511	90	166,090,222	266,040		166,356,262	80.0%
Centrosur	5	14,544	38	3	13,355	44	81,053,348	177,360		81,230,708	31.7%
Centrosur	7	12,530	13	7	9,152	51	93,684,283	177,360		93,861,643	33.9%
Noreste	2	9,309	46	6	5,962	53	83,757,537	88,680	2,203,073	86,049,291	50.4%
Noreste	3	54,385	25	41	19,834	132	209,033,326	266,040		209,299,366	65.4%
Noreste	4	90,484	14	72	6,808	43	68,847,387	88,680		68,936,067	92.7%
Noroeste	1	123,447	29	64	19,598	123	192,626,899	266,040		192,892,939	85.1%
Noroeste	2	132,799	35	81	6,211	41	64,545,060	88,680		64,633,740	95.6%
Noroeste	3	20,447	34	40	9,098	67	104,319,627	177,360		104,496,987	61.7%
Noroeste	4	7,855	89	4	6,214	46	72,576,249	88,680	2,203,073	74,868,003	55.1%
Occidente	1	10,633	31	7	7,272	42	80,306,063	88,680		80,394,743	44.1%
Occidente	2	22,010	26	41	8,067	48	92,050,955	177,360		92,228,315	66.3%
Occidente	4	103,120	12	65	8,301	43	83,252,785	177,360		83,430,145	92.1%
Oriente	1	9,160	20	8	6,882	60	148,906,591	88,680		148,995,271	31.4%
Oriente	2	3,035	27	1	2,871	14	35,595,588	88,680		35,684,268	41.4%
Oriente	3	35,446	10	53	5,848	52	127,562,068	88,680		127,650,748	83.8%
Oriente	4	3,169	58	1	3,110	8	20,416,405	88,680	1,915,442	22,420,527	65.4%
Sureste	1	17,365	30	6	14,673	80	126,155,040	177,360	2,203,073	128,535,473	27.8%

Tabla 55. Municipios tipo con mayor reducción de costo. Fuente: DGCI; 2022

Es importante mencionar que el ejercicio de clusterización llevado a cabo en la sección "2.2.1 Clusterización" forma grupos de municipios con características similares y los categoriza como "municipios tipo", en este sentido se identificaron a nivel nacional 38 municipios tipo, los cuales representan los 2,457 municipios existentes en el país, por lo que, al contar con la inversión necesaria para brindar servicios de BAF a los hogares que actualmente no cuentan con dichos servicios a través de los cálculos llevado a cabo en la presente sección, es posible conocer la inversión necesaria a nivel nacional al expandir los resultados de los "municipios tipo" a los 2,457 municipios.

De esta manera a continuación se presentan a nivel regional y estatal las cifras totales de inversión:

Región y estados	Inversión total
Centronorte	24,420,440,568
Aguascalientes	1,733,317,346
Guanajuato	7,090,699,201
Querétaro	2,674,119,791
San Luis Potosí	6,361,369,904
Zacatecas	6,560,934,327
Centrosur	15,302,940,118
Ciudad de México	576,246,822
México	11,719,508,657
Morelos	3,007,184,640
Noreste	10,918,938,215
Coahuila	3,433,108,956
Nuevo León	3,971,278,997
Tamaulipas	3,514,550,262
Noroeste	21,465,422,266
Baja California	707,946,297
Baja California Sur	383,500,472
Chihuahua	6,871,933,604
Durango	4,064,750,818
Sinaloa	2,091,988,826

Región y estados	Inversión total
Sonora	7,345,302,249
Occidente	20,637,729,487
Colima	784,513,581
Jalisco	9,961,798,274
Michoacán	8,340,107,504
Nayarit	1,551,310,129
Oriente	50,408,962,725
Hidalgo	7,992,294,872
Puebla	16,201,837,933
Tlaxcala	6,574,767,401
Veracruz	19,640,062,518
Sureste	11,481,933,142
Campeche	1,777,080,328
Quintana Roo	2,541,916,577
Tabasco	2,427,490,107
Yucatán	4,735,446,131
Suroeste	61,700,408,246
Chiapas	17,160,841,271
Guerrero	10,263,513,808
Oaxaca	34,276,053,167
Total general	216,336,774,768

Tabla 56. Inversiones a nivel estatal y regional.

De lo anterior, se puede observar que a nivel nacional se necesita de una inversión de 216 mil millones de pesos para cubrir costos relacionados a infraestructura de la red de acceso de fibra óptica, centrales, enlaces locales y entre localidades necesarios para brindar servicios de BAF a partir de la cobertura actual de los servicios.

Es importante mencionar que la región que requiere la mayor inversión a realizar es la región Suroeste con 62 mil millones de pesos, principalmente porque se encuentra Oaxaca, el estado que necesita la mayor inversión a nivel nacional, de 34 mil

millones de pesos. Lo anterior se explica en parte, por el lado de la demanda, a que esta región cuenta con un grado de marginación muy alto⁴⁹.

Por otra parte, si bien la región Noreste es la región que necesita menor inversión para brindar servicios BAF a hogares que actualmente no cuentan con el mismo, los estados que requieren la inversión más baja no pertenecen a dicha región, los cuales son: Baja California Sur, Ciudad de México, Baja California y Colima con 383, 576, 708 y 785 millones de pesos respectivamente.

3.2 Ingreso y gasto de los hogares en México

En 2021 el INEGI dio a conocer los resultados de la Encuesta Nacional de Ingreso y Gasto de los Hogares 2020 (ENIGH 2020)⁵⁰ la cual tiene como objetivo principal “proporcionar un panorama estadístico del comportamiento de los ingresos y gastos de los hogares en cuanto a su monto, procedencia y distribución; adicionalmente, ofrece información sobre las características ocupacionales y sociodemográficas de los integrantes del hogar y presenta datos sobre las características de la infraestructura de la vivienda y el equipamiento del hogar”⁵¹.

Cabe destacar que la ENIGH tiene una periodicidad bienal y que su población objetivo la constituyen los hogares nacionales o extranjeros, que residen habitualmente en viviendas particulares dentro del territorio nacional. El tamaño de la muestra en 2020 fue de 106,846 hogares.

A continuación, se presentan los principales resultados de la ENIGH 2020 presentados por el INEGI⁵²:

- En México hay 35.7 millones de hogares.

⁴⁹ Los estados de Chiapas, Guerrero y Chiapas que componen la región Sureste, registran un índice de marginación muy alto de acuerdo con lo establecido en la “Base de datos por entidad federativa 2020” de CONAPO, disponible en la siguiente dirección electrónica: <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-2020-284372>

⁵⁰ Información disponible en: <https://inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/>

⁵¹ Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). Nota Técnica de los resultados de la ENIGH 2020. Consultado el 1° de julio de 2022. INEGI. Sitio web: https://inegi.org.mx/contenidos/programas/enigh/nc/2020/doc/enigh2020_ns_nota_tecnica.pdf

⁵² Idem.

- El ingreso corriente promedio trimestral por hogar fue de 50,309 pesos, de los cuales 32,106 pesos corresponden al ingreso por trabajo, 8,871 pesos a las transferencias, 6,568 pesos a los alquileres de la vivienda, 2,720 pesos en renta de la propiedad y 44 pesos de otros ingresos corrientes.
- De lo anterior, se estimó que el ingreso promedio diario por concepto de trabajo es de 356.7 pesos por hogar.
- El ingreso corriente promedio trimestral por hogar en localidades urbanas se estimó en 54,957 pesos y en rurales en 33,405 pesos.
- Se estimó que el gasto corriente monetario promedio trimestral por hogar fue de 29,910 pesos a nivel nacional, en las áreas urbanas 32,441 pesos, mientras que en las áreas rurales se estimó en 20,706 pesos.
- Los conceptos de gasto en carne, gasto en cuidados personales y en educación, son los rubros de gasto promedio más significativos con 2,243 pesos, 1,816 pesos y 1,789 pesos, respectivamente.
- El concepto con menor gasto fue el esparcimiento con 423 pesos promedio trimestrales.

Rubro de gasto	Promedio ENIGH 2020	Distribución porcentual
Gasto corriente monetario	29,910	100%
Carne	2,243	7.5%
Cuidados personales	1,816	6.1%
Educación	1,789	6.0%
Combustibles para vehículos	1,779	5.9%
Comunicaciones	1,703	5.7%
Cereales	1,650	5.5%
Electricidad y combustibles	1,523	5.1%
Alimentos fuera del hogar	1,520	5.1%
Cuidados de la casa	1,492	5.0%
Otros alimentos diversos*	1,349	4.5%
Cuidados de la salud	1,266	4.2%
Verduras	1,162	3.9%

Rubro de gasto	Promedio ENIGH 2020	Distribución porcentual
Alquileres brutos	1,161	3.9%
Transporte público	1,011	3.4%
Leche y sus derivados	893	3.0%
Transferencias	884	3.0%
Bebidas alcohólicas y no alcohólicas	854	2.9%
Adquisición de vehículos	717	2.4%
Vestido	574	1.9%
Esparcimiento	423	1.4%

*Incluye conceptos tales como: Cereal de arroz, avena, mixto para bebé; papillas para bebé; hongos frescos; flanes, gelatinas, pudines en polvo; etc.

Tabla 57. Gasto corriente monetario promedio trimestral para los veinte principales rubros específicos del gasto en pesos. **Fuente:** Nota Técnica de los resultados de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

De manera particular, para el rubro de comunicaciones se estimó un gasto corriente monetario promedio trimestral de 1,703 pesos, lo que representa 45.7% respecto del gasto corriente promedio total. Sin embargo, para efectos del análisis de este Estudio, fue necesario realizar una depuración al interior de este rubro para determinar el gasto correspondiente a los servicios fijos y móviles de telecomunicaciones.

De esta forma, utilizando la base de datos de la ENIGH referente a los "Gastos en los hogares" (gastoshogar)⁵³ se eliminaron todas las claves de gasto⁵⁴ distintas a las de "Comunicaciones" y a las que hacen referencia al "Último recibo pagado", rubros donde se encuentran los conceptos que comprenden a las telecomunicaciones. Posteriormente, se realizó una segunda depuración eliminando aquellos conceptos que, dentro de éstas clasificaciones, no tuvieran relación con telecomunicaciones fijas y/o móviles.

⁵³ Disponible en: <https://inegi.org.mx/programas/enigh/nc/2020/#Microdatos>, sección "gastoshogar".

⁵⁴ La ENIGH se clasifica por una clave de gasto, la cual se refiere al producto, bien o servicio adquirido por los integrantes del hogar.

A continuación, se enlistan los conceptos de gasto que integran a los grupos de “Comunicaciones” y “Último recibo pagado” y se señalan los conceptos que fueron eliminados.

Comunicaciones	Último recibo pagado
F001 Instalación de la línea de teléfono particular	R001 Energía Eléctrica
F002 Teléfonos celulares, pago inicial, equipo y accesorios	R002 Agua
F003 Compra de tarjeta para servicio de teléfono celular	R003 Gas natural
F004 Teléfono público	R004 Impuesto predial
F005 Estampillas para correo, paquetería, telégrafo	R005 Largas distancias de línea particular
F006 Otros servicios: Internet público, fax público, etc.	R006 Llamadas locales de línea particular
	R007 Teléfonos celulares (plan mensual)
	R008 Internet
	R009 Televisión de paga
	R010 Paquete de internet y teléfono
	R011 Paquete de internet, teléfono y televisión de paga
	R012 Tenencia vehicular
	R013 Alarmas para la casa

Tabla 58. Conceptos de gasto en comunicaciones y último recibo pagado. **Fuente:** Base de datos “gastoshogar” de la ENIGH 2020; 2022

Una vez depurada la base de datos y teniendo los conceptos de gastos relacionados en materia de telecomunicaciones, se clasificaron los conceptos de gasto restantes de acuerdo al tipo de servicio que se ofrece, estos son “móvil” o “fijo” con el fin de diferenciar los gastos correspondientes a ambos conceptos, quedando la clasificación como se muestra a continuación:

Comunicaciones	Tipo de servicio	Último recibo pagado	Tipo de servicio
F003 Compra de tarjeta para servicio de teléfono celular	Móvil	R005 Largas distancias de línea particular	Fijo
F004 Teléfono público	Fijo	R006 Llamadas locales de línea particular	Fijo
F005 Estampillas para correo, paquetería, telégrafo	Fijo	R007 Teléfonos celulares (plan mensual)	Móvil
F006 Otros servicios: Internet público, fax público, etc.	Fijo	R008 Internet	Fijo
		R010 Paquete de internet y teléfono	Fijo
		R011 Paquete de internet, teléfono y televisión de paga	Fijo

Tabla 59. Conceptos de gasto en comunicaciones y último recibo pagado clasificados por tipos de servicio fijo o móvil de telecomunicaciones. **Fuente:** Clasificación del DGCI utilizando la base de datos "gastoshogar" de la ENIGH 2020.

Sin embargo, también fue necesaria la depuración de la clave "R011 Paquete de internet, teléfono y televisión de paga" es decir, lo referente al paquete de planes Triple Play. Lo anterior, debido a que, como se explicará en el numeral 3.2.2 de este Estudio, el análisis del costo de los planes que son ofrecidos por los distintos operadores se centrará en los paquetes de planes Doble Play, es decir, telefonía e internet fijo. Por ello, se consideró necesario homologar el análisis de los gastos de los hogares con el análisis de costos de planes, ambos en modalidad Doble Play. Además, no se eliminan los gastos correspondientes a fax, internet público, teléfono público, estampillas para correo y telégrafo porque se considera que estos medios de comunicación sustituyen a los servicios fijos de internet y teléfono en los hogares que no tienen acceso a estos servicios.

Asimismo, se continuó trabajando con las ocho regiones socioeconómicas y se procedió a clasificar la base de datos con los conceptos en gasto de telecomunicaciones, separados por servicios fijos y móviles. Para ello se utilizó la variable "Ubica_geo" que permite la asignación de estados y municipios para cada uno de los rubros. Luego, se procedió a

clasificar por región socioeconómica a cada uno de los municipios obtenidos. Asimismo, se retomó el ejercicio de clusterización⁵⁵ empleado anteriormente para clasificar a los municipios en sus respectivos clústeres.

Además, se obtuvo el promedio del gasto mensual de los hogares en telecomunicaciones a nivel de clúster y por región socioeconómica, lo cual se calculó haciendo una diferenciación entre los servicios fijos y móviles. Para cada uno de los clústeres que integran cada una de las ocho regiones socioeconómicas se obtuvo un valor mínimo y máximo y el promedio del gasto mensual en telecomunicaciones. Cabe destacar que también se calculó el promedio del gasto mensual total que realizan los hogares, con el fin de poder obtener el peso relativo del promedio del gasto mensual de los hogares en el servicio de telecomunicaciones respecto del promedio del gasto mensual total.

Una vez que se contaba con el gasto mensual de los hogares destinado al servicio fijo y móvil de telecomunicaciones, se comparó con otros indicadores socio-económicos como el índice de marginación y el grado de penetración de fibra óptica y cable coaxial, con el objeto de identificar aquellos municipios tipo que se encuentran en un mayor grado de vulnerabilidad al tener que destinar un mayor porcentaje de su gasto al servicio fijo de telecomunicaciones.

Es importante retomar que la ENIGH no cuenta con cobertura en la totalidad de hogares en México y, por lo tanto, en los 2,465 municipios que integran al país. Como se mencionó anteriormente, la encuesta tuvo una muestra de 106,846 hogares, pero cabe destacar que sólo 83.3% logró completar su entrevista, por lo que la no respuesta significó 16.7% de los hogares. Lo anterior es importante destacar ya que, al utilizar únicamente la muestra de hogares con entrevista completa significa un aproximado de 90,000 hogares, además, al realizar la depuración considerando únicamente el gasto de comunicaciones, y eliminando el concepto de gasto "R11 Paquete de internet, teléfono y televisión de paga", la muestra disminuye aún más. En este sentido, la siguiente tabla muestra el porcentaje de hogares encuestados en relación al concepto de telecomunicaciones (servicio fijo) utilizado por el Instituto para fines de este Estudio, comparado con el total de hogares en México.

⁵⁵ La clusterización busca definir "municipios tipo", los cuales representan a los municipios con características más relevantes dentro de cada una de las 8 regiones.

Región / Clúster	Hogares encuestados por concepto de Telecomunicaciones (servicio fijo)	Total Hogares encuestados ENIGH 2020	Porcentaje de servicio fijo respecto del total de hogares
Centronorte	4,995	14,546	34.3%
1	2,585	7,645	33.8%
2	1,825	5,155	35.4%
3	585.0	1,746.0	33.5%
Centrosur	3,341	8,702	38.4%
1	562	1,298	43.3%
2	1,079	2,540	42.5%
3	352	958	36.7%
4	714	1,733	41.2%
5	38	326	11.7%
6	71	271	26.2%
7	506	1,497	33.8%
8	19	79	24.1%
Noreste	3,304	9,735	33.9%
1	135	707	19.1%
2	348	1,132	30.7%
3	813	2,268	35.8%
4	2,008	5,628	35.7%
Noroeste	6,300	20,026	31.5%
1	3,380	10,109	33.4%
2	1,569	4,442	35.3%
3	362	1,339	27.0%
4	583.0	2,342.0	24.9%
5	298.0	1,104.0	27.0%
6	108.0	690.0	15.7%
Occidente	3,525	10,211	34.5%
1	1,250	3,602	34.7%
2	745	2,190	34.0%
3	292	1,040	28.1%
4	1,168	3,146	37.1%

Región / Clúster	Hogares encuestados por concepto de Telecomunicaciones (servicio fijo)	Total Hogares encuestados ENIGH 2020	Porcentaje de servicio fijo respecto del total de hogares
5	70	233	30.0%
Oriente	3,017	9,230	32.7%
1	1,232	3,896	31.6%
2	295	1,172	25.2%
3	1,305	3,518	37.1%
4	185	644	28.7%
Sureste	3,253	9,347	34.8%
1	1,064	3,519	30.2%
2	1,700	4,243	40.1%
3	49	265	18.5%
4	251	826	30.4%
5	189	494	38.3%
Suroeste	2,257	7,209	31.3%
1	433	1,501	28.8%
2	1,542	4,811	32.1%
3	282.0	897.0	31.4%
Total general	29,992	89,006	33.7%

Tabla 60. Porcentaje de Hogares encuestados por concepto de telecomunicaciones en relación al total de hogares en México. **Fuente:** Estimaciones del IFT a partir de información de la ENIGH 2020 e información del CONAPO; 2022

Como se puede observar, los porcentajes de hogares encuestados por concepto de telecomunicaciones respecto del total de hogares en México oscila entre 11.7% y 43.3% en el mejor de los casos, por lo que resulta importante aclarar que los montos del gasto de los hogares que destinan para el servicio fijo de telecomunicaciones, que son utilizados en los numerales 3.2.1, 3.2.2 y 3.2.3 del presente Estudio, se calcularon utilizando únicamente los datos y cobertura disponibles. Es decir, se utiliza esta información como la mejor disponible para tener un acercamiento del monto del gasto de los hogares destinado al servicio fijo de telecomunicaciones.

3.2.1 Gasto de los hogares destinado al servicio fijo de telecomunicaciones

En esta sección se presenta el análisis del gasto mensual promedio que destinan los hogares al servicio fijo de telecomunicaciones, comparándolo con indicadores socio-económicos a nivel clúster para que, de esta forma, se puedan comparar al interior de cada región socioeconómica. Lo anterior permitirá observar cuales son aquellos municipios tipo que se encuentran en una mayor situación de vulnerabilidad al tener que disponer de un monto más alto de gasto en telecomunicaciones respecto de su gasto total, además de identificar cual es el grado de marginación en el que se encuentran y su nivel de penetración, factores que inciden en el mismo gasto que destinan los hogares para el servicio fijo de telecomunicaciones

- **Región Centronorte**

Esta región se encuentra integrada por los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Querétaro, San Luis Potosí y Zacatecas, la cual cuenta con tres clústeres, el primero conformado por cinco municipios de Aguascalientes; 15 municipios de Guanajuato; cinco del estado de Querétaro; tres de San Luis Potosí y dos municipios de Zacatecas.

Por otro lado, el segundo clúster se integra por cinco municipios de Aguascalientes, 24 de Guanajuato, nueve de Querétaro, 15 de San Luis Potosí y 18 municipios de Zacatecas. Finalmente, el tercer clúster se integra por un municipio de Aguascalientes, siete de Guanajuato, cuatro de Querétaro, 40 de San Luis Potosí y 38 de Zacatecas.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Muy bajo	54	124	\$76	\$850	\$338	\$32,390	2.8%
2	Muy bajo	7	24	\$95	\$967	\$311	\$8,682	2.8%
3	Bajo	0	9	\$123	\$613	\$294	\$4,201	3.6%

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
Regional	Muy bajo	11	33	\$100	\$833	\$311	\$12,179	3.1%

Tabla 61. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Centronorte. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

De acuerdo con el grado de marginación,⁵⁶ y como podemos observar en la tabla anterior, el clúster número uno cuenta con un grado de marginación muy bajo, al igual que el clúster número dos; mientras que el clúster número tres tiene un grado de marginación bajo. En el clúster número uno, que tiene grado de marginación muy bajo, un hogar destina en promedio 337.5 pesos mensuales al servicio fijo de telecomunicaciones, mientras que los hogares del clúster dos destinan en promedio 311 pesos. Finalmente, los hogares del clúster número tres destinan en promedio 294 pesos mensuales.

Si bien, el monto promedio del gasto en el servicio fijo de telecomunicaciones es casi 40 pesos menor en el clúster número tres respecto del clúster uno, el porcentaje respecto al promedio del gasto total mensual es mayor. Como se observa, en el clúster número tres, el porcentaje destinado al servicio fijo de telecomunicaciones alcanzó 3.6% respecto del promedio del gasto total mensual. También se puede observar que en el clúster número tres hay nula penetración de fibra óptica y cable coaxial, esto podría deberse a que hay alrededor de nueve hogares por km², valor que contrasta al del clúster número uno en donde hay cerca de 124 hogares por km².

En suma, se observa que a mayor grado de marginación se añade el hecho de que el promedio del gasto mensual en el servicio fijo de telecomunicaciones que destinan los hogares representa un mayor porcentaje respecto del promedio de su gasto total.

⁵⁶ El índice de marginación es desarrollado por el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y permite identificar, por áreas geográficas, la intensidad de las privaciones y exclusión social de la población.

- Región Centrosur

Esta región se integra por la Ciudad de México y los estados de México y Morelos, la cual cuenta con ocho clústeres: el primero tiene seis alcaldías de la Ciudad de México, cuatro municipios del Estado de México y uno de Morelos. El clúster número dos se compone de ocho alcaldías de la Ciudad de México; 11 municipios del Estado de México y uno del estado de Morelos. El clúster número tres se integra por una alcaldía de la Ciudad de México, 21 municipios del Estado de México y cinco municipios del estado de Morelos. El clúster número cuatro se integra por una alcaldía de la Ciudad de México, 18 municipios del Estado de México y cinco municipios de Morelos. El clúster número cinco se compone de 12 municipios del Estado de México. El clúster número seis se compone de 10 municipios del Estado de México y ocho municipios de Morelos. El clúster número siete lo integran 44 municipios del Estado de México y 13 de Morelos. Finalmente, el clúster número ocho se compone de cinco municipios del Estado de México.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Muy bajo	135	2,866	\$116	\$857	\$388	\$22,527	2.5%
2	Muy bajo	85	1,383	\$73	\$854	\$373	\$20,615	3.2%
3	Muy bajo	37	313	\$161	\$669	\$354	\$5,967	4.6%
4	Muy bajo	60	1,081	\$94	\$682	\$361	\$12,285	3.1%
5	Medio	3	37	\$43	\$412	\$193	\$1,753	3.3%
6	Bajo	0	50	\$129	\$469	\$328	\$2,872	4.5%
7	Muy bajo	7	202	\$111	\$561	\$303	\$5,414	3.4%
8	Alto	0	12	\$167	\$312	\$244	\$1,555	3.4%
Regional	Muy bajo	35	612	\$110	\$653	\$335	\$10,147	3.5%

Tabla 62. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Centrosur. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

Cómo se mencionó anteriormente, los clústeres uno y tres integran la mayoría de las alcaldías de la Ciudad de México, ambos tienen un grado de marginación muy bajo y cuentan con una penetración de fibra y cable coaxial de casi 135% y 37%, respectivamente. Lo anterior contrasta con los clústeres seis y ocho donde hay nulo porcentaje de penetración.

También se destaca que en los clústeres uno, dos y cuatro el grado de densidad de hogares es muy alto a diferencia de los clústeres cinco, seis y ocho, donde apenas hay cerca de 37 hogares por km², 50 y 12 hogares por km², respectivamente.

Asimismo, se observa que, en los grados de marginación muy bajos, el promedio del gasto mensual de servicio fijo de telecomunicaciones que los hogares destinan oscila entre los 302 pesos y los 389 pesos. En contraste, el clúster cinco, que tiene grado de marginación medio y el monto promedio del gasto mensual en el servicio fijo de telecomunicaciones es de 193 pesos. Sin embargo, al comparar el monto de gasto promedio mensual en el servicio fijo de telecomunicaciones respecto del gasto promedio total se observa que es el clúster tres quien destina un mayor porcentaje (4.6%), lo anterior pese a que cuenta con un grado de marginación muy bajo.

- **Región Noreste**

A esta región pertenecen los estados de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas y se integra por cuatro clústeres: el primero cuenta con 17 municipios del estado de Coahuila, 16 municipios de Nuevo León y 26 de Tamaulipas. El clúster número dos se integra de 10 municipios de Coahuila, 13 municipios de Nuevo León y nueve de Tamaulipas. El clúster tres se compone de seis municipios de Coahuila, tres de Nuevo León y cinco de Tamaulipas. Finalmente, el clúster cuatro se integra de cinco municipios de Coahuila, 19 de Nuevo León y tres de Tamaulipas.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Bajo	0	2	\$293	\$463	\$383	\$2,089	4.5%
2	Muy bajo	6	7	\$169	\$634	\$355	\$6,412	3.6%
3	Muy bajo	41	141	\$114	\$1,240	\$381	\$24,655	3.0%
4	Muy bajo	72	350	\$126	\$986	\$404	\$33,600	2.9%

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
Regional	Muy bajo	20	89	\$183	\$789	\$382	\$16,290	3.6%

Tabla 63. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Noreste. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

Se observa que los clústeres dos, tres y cuatro cuentan con un grado de marginación muy bajo, mientras que el clúster número uno cuenta con un grado de marginación bajo. El grado de penetración es nulo en el clúster número uno, a diferencia de los clústeres dos, tres y cuatro donde el grado de penetración es de 6%, 41% y 72%, respectivamente. Lo anterior se encuentra en línea con el grado de densidad de los hogares, en donde se observa que, a mayor penetración, mayor es el grado de densidad de los hogares y a menor penetración, menor es el grado de densidad. Así, en el clúster número uno se observa que hay aproximadamente dos hogares por km², en contraste con el clúster número cuatro donde se observa cerca de 350 hogares por km².

Referente al promedio del gasto mensual de servicio fijo de telecomunicaciones, el clúster uno destina un gasto promedio de 383 pesos mensuales, el clúster dos destina 355 pesos, el clúster tres destina 381 pesos en promedio al mes y el clúster cuatro destina 404 pesos. Pero al compararlo con el promedio del gasto total mensual se observa que en el clúster uno, un hogar destina en promedio 4.5% de su gasto total al servicio fijo de telecomunicaciones, contrario al clúster cuatro que destina en promedio 2.9%.

En suma, se observa una correlación donde a mayor grado de marginación, mayor es el porcentaje promedio de gasto que destina el hogar al servicio fijo de telecomunicaciones.

- **Región Noroeste**

Esta región se encuentra integrada por los estados de Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora, la cual cuenta con seis clústeres conformados de la siguiente manera: el clúster uno se integra por tres municipios de Baja California, cuatro municipios de Chihuahua, dos de Durango, cinco de Sinaloa y siete de Sonora. Por su parte, el clúster dos se compone de dos municipios de Baja California, dos de Baja California Sur, y cinco municipios de Sonora. El

clúster número tres se integra de un municipio de Baja California Sur, cuatro de Chihuahua, dos municipios de Durango, tres de Sinaloa y seis de Sonora. El clúster número cuatro se compone de dos municipios de Baja California Sur, 19 de Chihuahua, nueve de Durango, ocho de Sinaloa y 15 de Sonora. El quinto clúster se integra de 21 municipios del estado de Chihuahua, 13 de Durango, uno de Sinaloa y 26 de Sonora. Finalmente, el sexto clúster se integra de 19 municipios de Chihuahua, 13 de Durango, uno de Sinaloa y 13 de Sonora.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Muy bajo	64	35	\$76	\$1,457	\$381	\$64,372	2.5%
2	Muy bajo	81	68	\$105	\$1,872	\$398	\$80,903	2.2%
3	Muy bajo	40	10	\$152	\$649	\$344	\$9,734	2.6%
4	Muy bajo	4	3	\$169	\$669	\$339	\$6,015	3.5%
5	Muy bajo	0	2	\$171	\$666	\$359	\$3,842	3.7%
6	Bajo	0	1	\$210	\$515	\$355	\$2,067	4.9%
Regional	Muy bajo	14	9	\$155	\$850	\$357	\$19,793	3.4%

Tabla 64. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Noroeste. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

Se observa que todos los clústeres cuentan con grado de marginación muy bajo, a excepción del clúster seis con grado de marginación bajo. En relación con el nivel de penetración de fibra óptica y cable coaxial, es el clúster dos donde se observa el mayor nivel de penetración con 81%, seguido de los clústeres uno y tres con 64% y 40%, respectivamente. En contraste con los clústeres cuatro, cinco y seis donde el grado de penetración es 4% y nula. Asimismo, se observa que el clúster dos, cuenta con una densidad de hogares de 68 hogares por km², mientras que en los clústeres cuatro, cinco y seis es de apenas tres, dos y un hogar por km², respectivamente.

En cuanto al promedio del gasto mensual de los hogares, se observa que un hogar gasta más en promedio en el clúster dos en el servicio fijo de telecomunicaciones, ya que destina 398 pesos promedio para este servicio. El clúster cuatro es quien tiene un monto promedio menor al destinar 344 pesos promedio al mes. Pero al compararlo con el promedio del

gasto total, se observa que el clúster seis es quien destina un mayor porcentaje de su gasto total al servicio fijo de telecomunicaciones, ya que destina 4.9%.

En suma, los clústeres cuatro, cinco y seis, que cuenta con nula o casi nula penetración de fibra óptica y cable coaxial, son quienes destinan el mayor porcentaje del gasto mensual en servicios fijos de telecomunicaciones respecto del gasto total.

- **Región Occidente**

La región occidente la integran los estados de Colima, Jalisco, Michoacán y Nayarit, y cuenta con 5 clústeres compuestos de la siguiente manera: el clúster uno compuesto por seis municipios de Colima, 48 municipios de Jalisco, 39 de Michoacán y nueve de Nayarit. El clúster número dos lo integran dos municipios de Colima, 23 de Jalisco, y nueve de Michoacán. El clúster tres se compone de dos municipios de Colima, 28 de Jalisco, 48 de Michoacán y cinco de Nayarit. El clúster número cuatro tiene, 11 municipios de Jalisco, cinco de Michoacán y tres de Nayarit. Finalmente, el clúster número cinco lo integran 15 municipios de Jalisco, 12 de Michoacán y tres de Nayarit.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Muy bajo	7	24	\$115	\$695	\$310	\$7,888	2.1%
2	Muy bajo	41	37	\$114	\$839	\$325	\$18,155	2.4%
3	Bajo	0	14	\$123	\$433	\$271	\$3,026	2.2%
4	Muy bajo	65	397	\$108	\$1,378	\$386	\$27,685	2.4%
5	Alto	0	3	\$115	\$824	\$359	\$3,176	2.8%
Regional	Muy bajo	12	47	\$116	\$751	\$316	\$10,297	2.2%

Tabla 65. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Occidente. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

El clúster número cinco tiene un grado de marginación alto y nulo grado de penetración, sin embargo, el clúster número tres tiene grado de marginación bajo y de igual forma nula penetración. Al contrastar el porcentaje de gasto promedio en telecomunicaciones respecto del gasto total que destinan los hogares, se observa que el clúster cinco es quien más destina con 2.8%, seguido de los clústeres dos y cuatro con 2.4%.

Sin embargo, al revisarlo en números absolutos se observa que es el clúster tres el que destina en promedio mensual el monto más bajo con 271 pesos, en contraste con los 386 pesos mensuales que gasta un hogar en el clúster número cuatro.

También se destaca que los clústeres tres y cinco cuentan con la densidad de hogares más bajas con 14 hogares por km² y 3 hogares por km², respectivamente. Lo anterior, contrastando con el clúster cuatro que cuenta con una densidad de 397 hogares por km².

- **Región Oriente**

Integrada por los estados de Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Veracruz, y tiene cuatro clústeres que a su vez se componen de los siguientes municipios: el clúster número uno tiene 39 municipios del estado de Hidalgo, 66 de Puebla, 28 de Tlaxcala y 87 de Veracruz. El clúster número dos se integra por 17 municipios del estado de Hidalgo, 90 de Puebla, 16 de Tlaxcala y 70 de Veracruz. El clúster tres tiene nueve municipios de Hidalgo, 17 municipios de Puebla, 14 municipios de Tlaxcala y 28 de Veracruz. Finalmente, el clúster número cuatro tiene 19 municipios de Hidalgo, 44 de Puebla, dos de Tlaxcala y 27 del estado de Veracruz.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Bajo	8	72	\$122	\$575	\$306	\$3,487	3.2%
2	Alto	1	41	\$126	\$406	\$263	\$1,800	3.3%

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
3	Muy bajo	53	306	\$126	\$649	\$342	\$8,169	3.1%
4	Alto	1	23	\$80	\$348	\$208	\$1,425	3.5%
Regional	Alto	10	81	\$119	\$536	\$296	\$4,058	3.2%

Tabla 66. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Oriente. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

Los clústeres dos y cuatro cuentan con alto grado de marginación, en contraste con los clústeres uno y tres que tienen grados bajo y muy bajo, respectivamente. Asimismo, los clústeres dos y cuatro tienen casi nula penetración con apenas 1% cada uno. Lo anterior podría explicarse porque son los clústeres con menor densidad de hogares (41 hogares por km² y 23 hogares por km², respectivamente). A diferencia de los clústeres uno y tres que tienen grado de marginación bajo y muy bajo, respectivamente, y son más densos (casi 72 hogares por km² y 306 hogares por km², respectivamente).

Asimismo, si comparamos el promedio del gasto mensual en servicio fijo de telecomunicaciones, los hogares dentro de los clústeres dos y cuatro son los que menos destinan a este rubro (263 pesos y 208 pesos en promedio mensual, respectivamente), a diferencia del clúster tres que destina 342 pesos promedio al mes, siendo el clúster que más destina en este concepto. De manera muy similar, se observa que son los clústeres dos y cuatro los que en promedio cuentan con un menor gasto total, ya que destinan 1,800 y 1,425 pesos al mes, respectivamente, para cubrir sus necesidades.

Sin embargo, al comparar el porcentaje de gasto que destinan los hogares en telecomunicaciones respecto de su gasto total, se observa que al mes estos porcentajes son muy similares, con un ligero incremento en el clúster cuatro con 3.5%, en contraste con el clúster tres que destina 3.1%.

- **Región Sureste**

La región la integran los estados de Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, y cuenta con cinco clústeres: el primero integrado por seis municipios de Campeche, cuatro de Quintana Roo, 15 de Tabasco y 20 de Yucatán. El clúster número dos se compone por dos municipios de Campeche, cuatro de Quintana Roo, uno de Tabasco y dos de Yucatán.

El clúster número tres tiene dos municipios de Campeche, uno de Tabasco y 12 municipios de Yucatán. El clúster número cuatro se integra de un municipio de Campeche y 69 de Yucatán. Finalmente, el clúster cinco se integra de dos municipios de Quintana Roo y tres de Yucatán.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Medio	6	28	\$72	\$901	\$310	\$8,480	3.8%
2	Muy bajo	62	86	\$44	\$4,426	\$371	\$72,258	2.7%
3	Alto	0	5	\$91	\$470	\$256	\$1,533	5.2%
4	Alto	1	9	\$160	\$668	\$298	\$2,370	3.9%
5	Muy bajo	35	23	\$33	\$688	\$332	\$15,298	3.7%
Regional	Alto	8	20	\$98	\$1,146	\$309	\$12,846	3.8%

Tabla 67. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Sureste. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

Como se observa en la tabla anterior, los clústeres tres y cuatro cuentan con un grado de marginación alto a diferencia de los clústeres dos y cinco, que cuentan con grados de marginación muy bajo. Asimismo, se observa que los clústeres tres y cuatro cuentan con nulo o poco grado de penetración de fibra óptica y cable coaxial (0 y 1%, respectivamente), lo anterior se encuentra en línea con el nivel de densidad de hogares, ya que cuentan con aproximadamente cinco y nueve hogares por km², respectivamente. En contraste, en el clúster dos se observa el mayor nivel de densidad con 86 hogares por km². Asimismo, los hogares dentro de los clústeres dos y tres destinan los menores montos promedio de gasto en el servicio fijo de telecomunicaciones, con 256 y 298 pesos al mes, respectivamente, mientras que un hogar dentro del clúster dos destina 371 pesos en promedio al mes, representando el monto promedio más alto de todos los clústeres.

Sin embargo, al compararlo con el gasto total, los clústeres tres, cuatro y uno son los que destinan un mayor porcentaje de su gasto total al servicio fijo de telecomunicaciones, aportando 5.2%, 3.9% y 3.8% de su gasto total al mes,

respectivamente. Por el contrario, el clúster dos aporta el menor porcentaje de su gasto al servicio fijo de telecomunicaciones respecto de su gasto total con apenas 2.7%.

- **Región Suroeste**

Esta región está compuesta por los estados de Chiapas, Guerrero y Oaxaca, que, a su vez, son los estados con mayores índices de pobreza a nivel nacional. La región tiene tres clústeres: el primero conformado por 38 municipios de Chiapas, 28 de Guerrero y 303 de Oaxaca. El clúster número dos se compone de 52 municipios de Chiapas, 30 municipios de Guerrero y 63 de Oaxaca. Finalmente, el clúster número tres integrado por 28 municipios de Chiapas, 23 de Guerrero y 204 de Oaxaca.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)			Gasto Total promedio mensual	% Gasto Promedio Telecom / Gasto Total Promedio
				Monto Mínimo	Monto Máximo	Monto Promedio		
1	Alto	0	22	\$123	\$403	\$252	\$2,286	3.5%
2	Medio	10	88	\$107	\$662	\$295	\$5,062	3.3%
3	Alto	0	9	\$72	\$445	\$203	\$1,593	3.9%
Regional	Alto	2	30	\$104	\$546	\$265	\$3,584	3.5%

Tabla 68. Gasto promedio mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones comparado con otros indicadores sociales en la región Suroeste. **Fuente:** DGCI a partir de información de la ENIGH 2020, INEGI; 2022

En esta región, el grado de marginación es alto en los clústeres uno y tres, además se observa que estos clústeres tienen nula penetración de fibra óptica y cable coaxial. Además, los clústeres uno y tres cuentan con las menores densidades de hogares (22 y 9 hogares por km²). Aunado a lo anterior, el clúster dos tiene 88 hogares por km², significando el mayor nivel en los tres clústeres.

Respecto al promedio del gasto mensual en el servicio fijo de telecomunicaciones, se observa que el clúster tres destina el menor monto con 203 pesos promedio al mes. Por su parte, los clústeres uno y dos destinan en promedio al mes 252 y 295 pesos, respectivamente.

Finalmente, al comparar el promedio del gasto destinado al servicio fijo de telecomunicaciones con el promedio del gasto total, se observa que el clúster tres destina un porcentaje mayor al resto de los clústeres, ya que aporta 3.9% mensual.

3.2.2 Análisis del costo de planes Doble Play para brindar servicios de telecomunicaciones

Una vez que se analizó el gasto promedio que destinan los hogares para el servicio fijo de telecomunicaciones, se realiza el siguiente análisis correspondiente a la mediana de los precios de los planes de servicio fijo (telefonía e internet) que son ofertados por los distintos operadores, con el objeto de comparar dicho precio contra el gasto promedio que destinan los hogares en cada región socioeconómica y, de esta forma, identificar las regiones con mayor vulnerabilidad de ingresos para la contratación de servicios de internet y telefonía fija.

En este sentido, se revisó el Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play)⁵⁷ que publica anualmente el IFT, el cual contiene información de los servicios de Internet fijo, Telefonía fija y Televisión de paga en las modalidades de contratación Doble Play y Triple Play, que se ofertaron a través de las páginas electrónicas de los concesionarios.

Como se indicó anteriormente, para los fines del presente Estudio, el análisis se centrará en la modalidad Doble Play, es decir, en los planes y tarifas de los servicios de Telefonía fija e Internet fijo, para lo cual se extrajo la información del Reporte correspondiente al año 2020 con corte al 30 de octubre, lo anterior para hacer comparable la información disponible de la ENIGH 2020 con la del Reporte. A continuación, se presenta un concentrado de la mediana de los precios de renta mensual en planes del servicio fijo y telefonía fija en modalidad Doble Play en sus distintas modalidades y clasificados por regiones socioeconómicas, además se presentan sombreados en color verde los precios más bajos en planes y en color rojo los precios más altos.

⁵⁷ Información disponible en: <http://www.ift.org.mx/usuarios-y-audiencias/reportes-de-informacion-comparable-de-planes-y-tarifas-de-los-servicios-de-telecomunicaciones>

Mediana de Renta mensual (promedio) en planes del servicio de internet fijo y telefonía fija en modalidad de Doble Play (pesos)

Regiones Socioeconómicas	Con velocidad de bajada menor a 10 Mbps	Con velocidad de bajada de 11 Mbps a 20 Mbps	Con velocidad de bajada de 21 Mbps a 50 Mbps	Con velocidad de bajada de 51 Mbps a 199 Mbps	Con velocidad de bajada de 200 Mbps y más
Centronorte	289	416	530	620	1,120
Centrosur	289	440	540	688	1,120
Noreste	332	430	530	620	1,099
Noroeste	332	399	467	688	1,120
Occidente	289	406	499	654	1,120
Oriente	289	430	530	620	1,120
Sureste	289	430	535	654	1,099
Suroeste	289	419	499	620	1,109

Tabla 69: Mediana de renta mensual en planes del servicio de internet fijo y telefonía fija en modalidad Doble Play. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2022

Como se puede observar, el plan del servicio de internet fijo con una velocidad de bajada menor a los 10 Mbps y telefonía fija en modalidad Doble Play mantiene un precio mediano de 289 pesos al mes en prácticamente todas las regiones, exceptuando las regiones Noreste y Noroeste que cuentan con los precios medianos más altos de 332 pesos al mes.

Respecto a los planes en modalidad doble play con una velocidad de bajada de 11 Mbps a 20 Mbps, se observa que los precios medianos más caros se encuentran en la región Centrosur con un precio mediano de 440 pesos al mes. En contraste, el plan más barato se encuentra en la región Noroeste con un precio mediano de 399 pesos al mes, contrastando con el plan de bajada menor a 10 Mbps donde esta región contaba con el precio mediano más alto.

Referente a los planes con velocidad de bajada de 21 Mbps a 50 Mbps, en la región Centrosur es donde se observa el precio mediano mensual más elevado con 540 pesos. Por su parte, la región Noroeste tiene los planes más bajos con una mediana mensual de 467 pesos.

Asimismo, los precios de los planes con velocidad de bajada mayor de 51 Mbps a 200 Mbps que ofrecen los operadores oscilan con un precio mediano entre 620 pesos y 688 pesos al mes. El precio más bajo se observa en las regiones Centronorte, Noreste, Oriente y Suroeste y el precio más alto se encuentra en las regiones Centrosur y Noroeste.

Finalmente, los planes con velocidad de bajada mayor a 200 Mbps oscilan con un precio mediano entre 1,099 y 1,120 pesos al mes, el precio más bajo se observa en las regiones Noreste y Sureste. En contraste, el precio más alto se observa en las regiones Centronorte, Centrosur, Noroeste, Occidente y Oriente.

3.2.3 Análisis de gasto en telecomunicaciones y costo promedio de planes para servicios de BAF

Recordemos el análisis sobre el promedio del gasto mensual en el servicio fijo de telecomunicaciones que tienen los hogares a nivel de clúster y por región socioeconómica, en el cual se identificó la relación que se guarda en dicho gasto promedio contra el porcentaje que representa respecto de su gasto total, su índice de marginalidad, el nivel de densidad de los hogares, entre otros indicadores. Lo anterior es necesario ya que, en este apartado se contrasta con el análisis anterior sobre los costos de planes en la modalidad Doble Play que ofrecen los distintos operadores al público.

Sin embargo, cabe destacar que para los fines de este apartado, además de utilizar el monto del gasto promedio que destinan los hogares al servicio fijo de telecomunicaciones, también se utilizará el monto del gasto mínimo del que dispone un hogar para dicho servicio ya que, como también se mencionó, no todos los hogares tienen acceso a dichos servicios, por lo que son sustituidos por otros servicios fijos de telecomunicaciones como fax, internet público, teléfono público, estampillas para correo y telégrafo. El gasto mínimo representa el monto mínimo de recurso del que dispone un hogar para utilizarlo en servicios fijos de telecomunicaciones.

Otra consideración más es que, se contrasta el gasto promedio y el gasto promedio mínimo de los hogares contra el precio mediano de los planes con una velocidad de bajada hasta a 10 Mbps por considerarse el servicio más básico al que por lo menos debería acceder un hogar.

Finalmente, el costo estimado de los planes en modalidad Doble Play fueron calculados a nivel regional dado que no se presenta información a nivel municipio, por lo tanto, se obtuvo la mediana del precio de la región y se comparará con

gasto promedio y el gasto promedio mínimo que destinan los hogares para el servicio fijo, el cual si fue posible estimar para cada "municipio tipo" o clústeres.

- **Región Centronorte**

Esta región cuenta con un precio mediano de renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps de 289 pesos. Dicho monto es mayor al gasto mínimo mensual que destinan los hogares al servicio fijo de telecomunicaciones en ambos clústeres. Sin embargo, al comparar el monto de gasto promedio mensual que un hogar destina al servicio fijo de telecomunicaciones, se observa que en los tres clústeres que integran a la región, dichos montos son mayores al precio mediano de renta mensual de planes en modalidad Doble Play.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Muy bajo	54	124	\$76	\$338	\$289
2	Muy bajo	7	24	\$95	\$311	
3	Bajo	0	9	\$123	\$294	
Regional	Muy bajo	11	33	\$100	\$311	

Tabla 70. Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Centronorte. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Como ya se mencionó, existen hogares que no cuentan con acceso a los servicios fijos de telefonía e internet, por lo que sustituyen dichos servicios con otros como fax, internet público, teléfono público, estampillas para correo y telégrafo. Este podría ser el caso del clúster tres, el cual cuenta con un grado de marginación bajo, nula penetración de fibra y cable coaxial, y en donde un hogar cuenta con un gasto mínimo de 123 pesos al mes, así como un gasto promedio de 294 pesos al mes, lo que demuestra que en este clúster no todos los hogares podrían tener la posibilidad de acceder a un plan en la modalidad Doble Play, ya que el gasto promedio es apenas 10 pesos mayor a la mediana de renta mensual de 289 pesos al mes.

Por otro lado, los hogares de los clústeres uno y dos con grado de marginación muy bajo, disponen de mínimo 76 y 95 pesos al mes para el servicio fijo de telecomunicaciones. Sin embargo, el gasto promedio es de 338 y 311 pesos al mes, lo que significa que si bien, la mayoría de los hogares pertenecientes a dicha región pueden contratar un plan en modalidad Doble Play, aún existen hogares que no disponen de los suficientes recursos para hacerlo, por lo que se ven obligados a acceder a otras modalidades como acudir a teléfonos públicos e internet público.

- **Región Centrosur**

En esta región se observa una mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play de 289 pesos al mes para planes con una velocidad de bajada menor a 10 Mbps.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Muy bajo	135	2,866	\$116	\$388	\$289
2	Muy bajo	85	1,383	\$73	\$373	
3	Muy bajo	37	313	\$161	\$354	
4	Muy bajo	60	1,081	\$94	\$361	
5	Medio	3	37	\$43	\$193	
6	Bajo	0	50	\$129	\$328	
7	Muy bajo	7	202	\$111	\$303	
8	Alto	0	12	\$167	\$244	
Regional	Muy bajo	35	612	\$110	\$335	

Tabla 71: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Centrosur. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Como se puede observar, un hogar perteneciente al clúster uno, que es quien cuenta con un mayor grado de penetración de fibra y cable coaxial y la mayor densidad de hogares de 2,866 hogares por km², estos hogares disponen de un gasto

mínimo mensual de 116 pesos y un monto promedio de 388 pesos al mes, este último monto es mayor a la mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play que es de 289 pesos al mes.

Asimismo, los clústeres dos, tres, cuatro y siete, cuentan con grado de marginación muy bajo, aunque destinan un monto de gasto mínimo mensual menor al costo promedio de rentas en planes modalidad Doble Play. A pesar de lo anterior, al considerar el gasto promedio para el servicio fijo de telecomunicaciones se observa que todos estos clústeres podrían acceder a un plan de renta mensual en modalidad Doble Play, pues el monto mediano es de 289 pesos mensuales.

En contraste, los clústeres cinco y ocho, con grados de marginación medio y alto, respectivamente, destinan un gasto mínimo de 43 y 167 pesos al mes al servicio fijo de telecomunicaciones, además, el gasto promedio es de 193 y 244 pesos al mes, respectivamente. Lo anterior significa que estos clústeres no disponen de un gasto promedio suficiente para acceder a un plan mensual de al menos 10 Mbps.

- **Región Noreste**

En esta región, la mediana de renta mensual en planes de telefonía fija e internet fijo en modalidad Doble Play y con una velocidad de bajada menor a 10 Mbps es de 332 pesos al mes.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Bajo	0	2	\$293	\$383	\$332
2	Muy bajo	6	7	\$169	\$355	
3	Muy bajo	41	141	\$114	\$381	
4	Muy bajo	72	350	\$126	\$404	
Regional	Muy bajo	20	89	\$183	\$382	

Tabla 72: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Noreste. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Si consideramos el gasto mínimo mensual que destinan los hogares para el servicio fijo de telecomunicaciones, se puede observar que ninguno de los cuatro clústeres que integran la región podrían cubrir el monto mediano de renta mensual en planes en modalidad Doble Play. Sin embargo, al considerar el gasto promedio se observa que todos los clústeres podrían acceder a un plan ya que, en todos los casos, el gasto promedio que destinan al servicio fijo de telecomunicaciones es mayor a la mediana de renta mensual del plan.

De esta forma, en esta región, la cual tiene grado de marginación muy bajo, los hogares al disponer de su monto mínimo no podrían acceder a un plan de renta en la modalidad Doble Play, pero sí podrían hacerlo si consideramos su gasto promedio destinado al servicio fijo de telecomunicaciones, lo que nos permite deducir que existen hogares dentro de la región que tienen la necesidad de sustituir dichos servicios por otras modalidades como fax, estampillas para correo, internet o teléfonos públicos.

- **Región Noroeste**

Para esta región, la mediana de renta mensual en planes de servicio fijo y telefonía fija en modalidad Doble Play y con velocidad de bajada menor a los 10 Mbps es de 332 pesos.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Muy bajo	64	35	\$76	\$381	\$332
2	Muy bajo	81	68	\$105	\$398	
3	Muy bajo	40	10	\$152	\$344	
4	Muy bajo	4	3	\$169	\$339	
5	Muy bajo	0	2	\$171	\$359	
6	Bajo	0	1	\$210	\$355	
Regional	Muy bajo	14	9	\$155	\$357	

Tabla 73: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Noroeste. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Se observa que, en general, la región cuenta con grado de marginación muy bajo, en este sentido los montos mínimos de gasto promedio del servicio fijo de telecomunicaciones oscilan entre los 76 pesos hasta 210 pesos al mes, dichos montos no son suficientes para cubrir la mediana de renta mensual del plan Doble Play de 332 pesos. Sin embargo, al considerar el monto de gasto promedio, los seis clústeres pueden acceder a un plan de renta mensual ya que en todos los casos el promedio del gasto es mayor al costo del plan. A pesar de lo anterior, se destaca que el monto promedio del clúster cuatro es de 339 pesos al mes, lo que significa que es 7 pesos mayor a la mediana de renta mensual.

Cabe destacar que en el clúster dos, que cuenta con la mayor penetración de fibra óptica y cable coaxial y la mayor densidad de hogares, el monto mínimo destinado al servicio fijo de telecomunicaciones es de 105 pesos al mes, contrastando con el monto mínimo del clúster seis que es de 210 pesos al mes, con grado de penetración nulo y la menor densidad de hogares de uno por km², lo que se traduce en que al no contar con penetración debe asumir un gasto mayor para acceder a este servicio, además de estar reemplazándolo por otras modalidades como correo, fax, internet público y/o teléfono público.

- **Región Occidente**

Para esta región la mediana de renta mensual de planes de servicio de telefonía fija e internet fijo en modalidad Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps es de 289 pesos.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Muy bajo	7	24	\$115	\$310	\$289
2	Muy bajo	41	37	\$114	\$325	
3	Bajo	0	14	\$123	\$271	
4	Muy bajo	65	397	\$108	\$386	

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
5	Alto	0	3	\$115	\$359	
Regional	Muy bajo	12	47	\$116	\$316	

Tabla 74. Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el Gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Occidente. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Como se puede observar, tomando en cuenta el gasto mínimo que tendría un hogar en cualquiera de los cinco clústeres que integran a la región, ninguno de los montos de gasto mínimo promedio alcanzaría para cubrir un plan de renta en modalidad Doble Play.

Sin embargo, al tomar en cuenta el gasto promedio que destinan los hogares al servicio fijo de telecomunicaciones se observa que los hogares pertenecientes al clúster tres no podrían acceder a un plan de renta mensual en modalidad Doble Play, lo anterior porque su monto promedio es de apenas 271 pesos al mes, cifra menor a la mediana de renta mensual en planes modalidad Doble Play de 289 pesos.

- **Región Oriente**

En esta región se tiene una mediana de 289 pesos en la renta mensual en planes de servicio de telefonía fija e internet fijo en la modalidad Doble Play, con una velocidad de bajada menor a 10 Mbps.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm2)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Bajo	8	72	\$122	\$306	\$289
2	Alto	1	41	\$126	\$263	
3	Muy bajo	53	306	\$126	\$342	

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
4	Alto	1	23	\$80	\$208	
Regional	Alto	10	81	\$119	\$296	

Tabla 75: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Oriente. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Se observa que ningún hogar perteneciente a cualquiera de los cuatro clústeres que integran a la región, dispone de un gasto mínimo mensual destinado al servicio fijo de telecomunicaciones para cubrir la mediana del plan de renta modalidad Doble Play de 289 pesos.

Además, al considerar el gasto promedio que destinan los hogares para el servicio fijo de telecomunicaciones se observa que un hogar perteneciente a los clústeres dos y cuatro, no podrían pagar el monto de la mediana del plan de renta en modalidad Doble Play de 289 pesos, ya que cuentan con un promedio de 263 y 208 pesos, respectivamente.

En suma, tomando en cuenta el monto de gasto mínimo, ningún hogar podría acceder a un plan de renta modalidad Doble Play, lo que significa que, en esta región, muchos hogares tienen la necesidad de sustituir el servicio de teléfono fijo e internet fijo por otras modalidades como el teléfono público e internet público.

- **Región Sureste**

En lo que corresponde a la región Sureste, la mediana de renta mensual en planes de servicio de telefonía fija e internet fijo en modalidad Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps es de 289 pesos al mes.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Medio	6	28	\$72	\$310	\$289
2	Muy bajo	62	86	\$44	\$371	
3	Alto	0	5	\$91	\$256	
4	Alto	1	9	\$160	\$298	
5	Muy bajo	35	23	\$33	\$332	
Regional	Alto	8	20	\$98	\$309	

Tabla 76: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Sureste. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Se observa que, si se toma en cuenta el monto mínimo de gasto promedio destinado al servicio fijo de telecomunicaciones, ningún hogar podría acceder a un plan en modalidad Doble Play, ya que dichos montos promedios son menores a la mediana del costo de plan de 289 pesos.

Por otro lado, al comparar los montos promedio de gasto destinado al servicio fijo de telecomunicaciones, se observa que los hogares en los clústeres uno, dos, y cinco podrían acceder a un plan de renta mensual en modalidad Doble Play, ya que estos montos son mayores al costo de 289 pesos del plan de renta. En contraste, los clústeres tres y cuatro que tienen grado de marginación alto y nula o casi nula penetración, tienen un monto promedio de 256 y 298 pesos al mes, respectivamente. En el caso del clúster tres el monto promedio es menor al monto de renta en plan Doble Play de 289 pesos, por su parte, el monto promedio del clúster cuatro es nueve pesos mayor a la mediana de renta mensual en planes Doble Play. Lo anterior se traduce en que los hogares pertenecientes al clúster tres deben sustituir el servicio fijo de telefonía e internet en otras modalidades como correos, teléfono público e internet público.

- **Región Suroeste**

En esta región, la mediana de renta mensual en planes de servicio de telefonía fija e internet fijo en modalidad Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps es de 289 pesos al mes.

Clúster	Grado de marginación	Penetración de fibra óptica y cable coaxial	Densidad de hogares (hogxkm ²)	Gasto promedio mensual en servicio fijo de telecomunicaciones (pesos)		Mediana de Renta mensual en planes en modalidad de Doble Play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps (pesos)
				Monto Mínimo	Monto Promedio	
1	Alto	0	22	\$123	\$252	\$289
2	Medio	10	88	\$107	\$295	
3	Alto	0	9	\$72	\$203	
Regional	Alto	2	30	\$104	\$265	

Tabla 77: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones en la región Suroeste. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

Tomando en cuenta que esta es la región con el mayor grado de marginación de las ocho regiones del país, se observa que los montos de gasto mínimo de los hogares destinados al servicio fijo de telecomunicaciones, en cualquiera de los tres clústeres que integran a la región, no alcanzarían para cubrir el costo de la mediana de un plan de renta en modalidad Doble Play.

Algo similar pasa al comparar el gasto promedio que los hogares destinan para el servicio fijo de telecomunicaciones, ya que el clúster uno y tres destina en promedio 252 y 203 pesos al mes, respectivamente, montos menores a los 289 pesos que cuesta el plan de renta mensual en modalidad Doble Play.

Aunado a lo anterior, sólo los hogares en el clúster dos podrían acceder a un plan de renta mensual básico de hasta 10 Mbps, al considerar su monto promedio destinado al servicio fijo de telecomunicaciones de 295 pesos al mes, monto mayor en seis pesos a la mediana de renta mensual en planes Doble Play.

Tomando en cuenta la información disponible y considerando lo anterior, se concluye que existen regiones donde es complicado pagar un plan de telefonía fija e internet fijo en modalidad Doble Play. Sin embargo, existen regiones que tienen una mayor ventaja en cuanto a penetración y grado de marginación como se puede observar en la figura 17 y por lo cual podrían cubrir el costo del plan de renta mensual en modalidad Doble Play.

En este sentido, se observa que en todas las regiones se puede cubrir la mediana del costo de renta de planes en modalidad Doble Play tomando en cuenta el gasto promedio que destinan los hogares en estos servicios, a excepción de la región Suroeste que no puede cubrir la mediana del costo de plan en modalidad Doble Play. Pese a que la región

oriente cubre el costo de la mediana del plan de renta en modalidad Doble Play, el gasto promedio destinado al servicio fijo de telecomunicaciones es apenas 10 pesos mayor al costo del plan en la región.

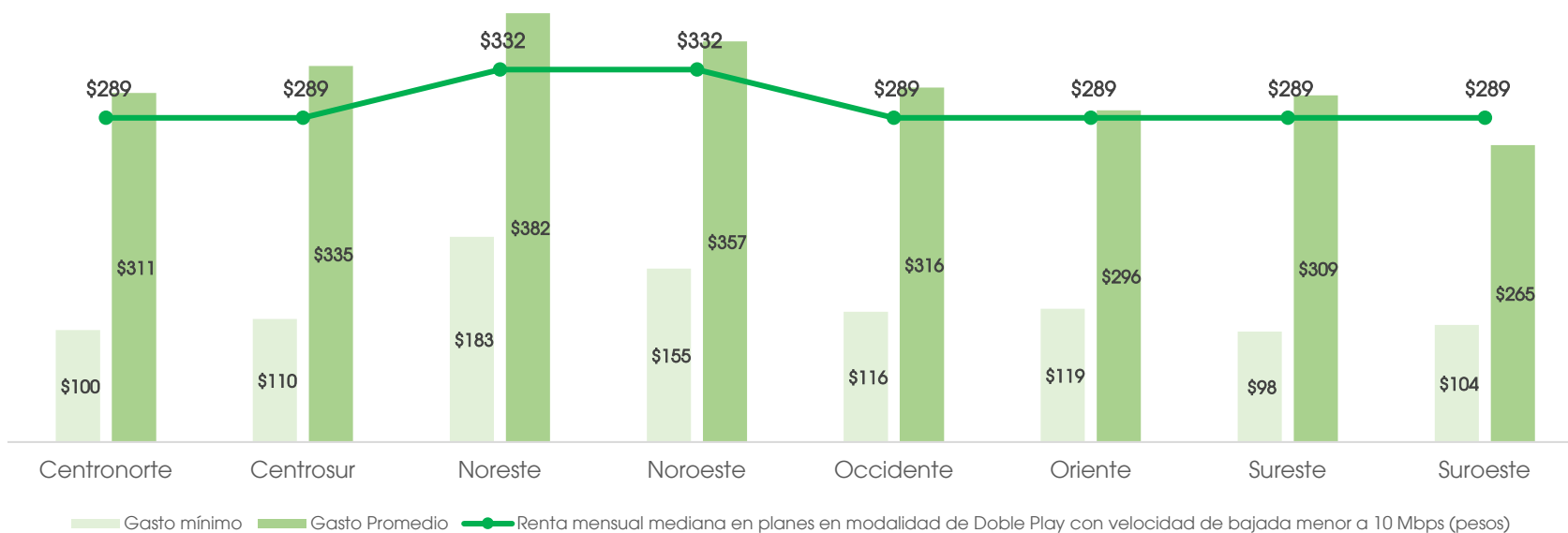


Figura 17: Mediana de renta mensual en planes en modalidad Doble Play comparado con el gasto promedio y el gasto mínimo de los hogares en el servicio fijo de telecomunicaciones por región. **Fuente:** DGCI a partir de los datos del Reporte de Información Comparable de Planes y Tarifas de Servicios de Telecomunicaciones Fijas (Doble y Triple Play); 2020 y la ENIGH 2020; 2022

3.3 Anualización necesaria para brindar servicios de BAF a hogares que no cuentan con dicho servicio

Recapitulando, en la sección *“3.1 Costeo de la infraestructura de banda ancha fija”* se calculó para dos escenarios el costo de desplegar infraestructura necesaria para brindar servicios de BAF. A través del escenario uno abordado en el numeral *“3.1.1 Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares”* se obtuvo el costo total de desplegar infraestructura para todos los hogares en México sin contemplar la cobertura existente, dicho escenario funcionó de referencia para llevar al escenario presentado en el numeral *“3.1.2 Costeo total de elementos necesarios para proporcionar servicios de BAF a todos los hogares a partir del despliegue actual de infraestructura fija”* a través del cual se obtuvo el monto total para los 32 *“municipios tipo”*, para así expandir el costo a los 2,456 municipios en México y obtener el costo total a nivel estatal y regional como se muestra en la sección *“3.1.2.2 Resultados”*. Por otra parte, en la sección *“3.2 Ingreso y gasto de los hogares en México”* se muestra el costo promedio por región de los planes Doble Play para brindar servicios de telecomunicaciones a nivel regional.

Es así que a través de esta sección se anualizarán el monto de inversión presentado en el apartado *“3.1.2.2 Resultados”* para obtener el monto necesario para recuperar la inversión asociada al despliegue de la red de acceso para fibra óptica, centrales, enlaces locales y enlace entre localidades, para posteriormente calcular el costo de renta mensual de cada uno de los accesos tal que permita la recuperación de la anualidad, y finalmente analizarlo con relación al precio promedio establecido para el plan más bajo de BAF presentado en la sección *“3.2.2 Análisis del costo de planes Doble Play para brindar servicios de telecomunicaciones”*, relativo a la renta mensual en planes del servicio de internet fijo y telefonía fija en modalidad de Doble Play con velocidad menor a 10 Mbps.

3.3.1 Anualización de la Inversión

La inversión total señalada en el apartado *“3.1.2.2 Resultados”* se consideró una inversión inicial para el despliegue de la red de acceso que permita ofrecer servicios BAF. Sin embargo, los costos asociados para cubrir los costos de depreciación y operación de la red a lo largo de la operación de la red en el tiempo no se encuentran contemplados en dicho costo. Por ello, resulta esencial considerar el costo anual o anualidad que permita retribuir a dicha inversión inicial los flujos necesarios para la operación y reposición de los activos de red que se está desplegando.

Para llevar a cabo la anualización de los costos incurridos cuando el operador invierte en equipos se utilizan diversos parámetros definidos en los modelos de costos, como se señaló previamente, para el caso de los costos por despliegue de infraestructura de la red de acceso de fibra óptica se aplica el Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija, para el espacio físico necesario para instalar la infraestructura de centrales a través de establecido en el Modelo de Costos de Coubicación y para la anualización del costo de enlaces locales y entre localidades se utiliza el Modelo de Costos de Interconexión.

3.3.1.1 Anualización de infraestructura de la red de acceso a través de fibra óptica

El enfoque seguido para el cálculo de la anualización considera el nivel de depreciación de anualidad inclinada⁵⁸ que se implementa en el Modelo de Costos Integral de la Red de Acceso Fija⁵⁹ a través de la siguiente fórmula:

$$A_t = I \times \frac{(\omega - p)(1 + p)^t}{1 - \left(\frac{1 + p}{1 + \omega}\right)^n}$$

En esta fórmula:

I es la inversión;

ω es el costo de capital o WACC por sus siglas en inglés (Weighted Average Cost of Capital), utilizando el valor de 8.75% de acuerdo a las Condiciones Técnicas de Interconexión 2022 para servicios fijos;

n es la vida útil del activo;

t es el año considerado;

p es la inclinación o tendencia de precio;

⁵⁸ Consistente en depreciar el valor neto contable durante la vida útil restante del activo, de acuerdo con la fórmula de anualidad inclinada.

⁵⁹ Un desarrollo más específico sobre este enfoque puede observarse en el documento metodológico por el cual se puso a consulta pública este modelo. Disponible en la siguiente liga electrónica:

<https://www.ift.org.mx/sites/default/files/industria/temasrelevantes/13171/documentos/desarrollodelmodelodecostosintegraldelareddeaccesofija-limpio2.pdf>

A_t es la anualidad del año.

Conforme a la fórmula anterior, la anualidad crece cada año por una tendencia de precios relevante para el activo. La anualidad aumenta cuando el precio del activo va en la misma dirección y viceversa. La fórmula de anualidad inclinada es la fórmula de depreciación más utilizada para fines regulatorios. Dicha fórmula envía señales apropiadas "build or buy" a los operadores del mercado.

Lo anterior es relevante porque las anualidades inclinadas permiten una evolución uniforme de los costos anuales a pesar de los cambios en los precios y los ciclos de inversión. Al final de la vida útil de un activo, es decir cuando el activo necesita ser renovado, las anualidades calculadas con el método de anualidad inclinada serán similares justo antes y justo después de la renovación del activo.

Ahora bien para la implementación del enfoque en este ejercicio se obtuvo por cada uno de los activos el factor promedio de depreciación a partir de la fórmula antes mencionada como sigue:

$$\text{Factor de depreciación} = \frac{(\omega - p)(1 + p)^t}{1 - \left(\frac{1 + p}{1 + \omega}\right)^n}$$

De esta manera, por cada activo, se obtuvo el factor promedio de depreciación para cada uno de los activos utilizados siguiendo la fórmula de anualidad sobre el cual se multiplicó el valor de la inversión total obtenida de cada uno de los municipios tipo, tal y como se muestra a continuación:

Región	Costo total de la infraestructura de red de acceso	Inversión anualizada	Factor de depreciación
Centronorte	8,321,247,788.8	697,347,223.5	8.38%
Centrosur	18,842,838,998.4	1,594,581,194.5	8.46%
Noreste	11,010,666,843.3	924,947,087.9	8.40%
Noroeste	9,700,608,489.1	810,516,907.9	8.36%

Región	Costo total de la infraestructura de red de acceso	Inversión anualizada	Factor de depreciación
Occidente	7,219,269,016.2	608,878,932.7	8.43%
Oriente	7,547,494,225.5	624,592,376.6	8.28%
Sureste	5,260,228,155.2	442,759,326.8	8.42%
Suroeste	3,486,557,998.9	288,008,270.3	8.26%
Total general	71,388,911,515.5	5,991,631,320.3	8.39%

Tabla 78: Cálculo de factor de depreciación. Fuente: DGCI; 2022

De esta manera, al aplicar el factor de depreciación a la inversión total de cada uno de los municipios tipo, se obtiene el costo anualizado en cada uno de los municipios tipo.

$$A_t = I \times \text{Factor de depreciación}$$

Adicional a lo anterior se consideran los costos por gastos operacionales (OPEX) y "Costos de G&A - Red y Business" establecidos dentro del modelo como 8.35% y 10% de la inversión anual para calcular el valor de costo total como sigue:

Región Cluster	Costo Modelo de Costos Integral despliegue de Infraestructura y ODF	Porcentaje anualización	Costo anual	OPEX	Costo considerando opex y fallas Capex anual	Costos de G&A - Red y Business (como % de total Capex anual)	Costo total anual
Centronorte							
1	156,674,525	8.38%	13,129,827	1,096,341	14,226,168	11,380,934	25,607,102
2	173,548,337	8.38%	14,543,907	1,214,416	15,758,323	12,606,658	28,364,981
3	50,634,830	8.38%	4,243,361	354,321	4,597,682	3,678,145	8,275,827
Centrosur	-		-				
1	-	8.46%	-	-	-	-	-
2	37,509,014	8.46%	3,174,212	265,047	3,439,259	2,751,407	6,190,666
3	109,818,448	8.46%	9,293,421	776,001	10,069,421	8,055,537	18,124,959
4	166,356,262	8.46%	14,077,951	1,175,509	15,253,460	12,202,768	27,456,228
5	81,230,708	8.46%	6,874,174	573,994	7,448,168	5,958,534	13,406,702

Región Cluster	Costo Modelo de Costos Integral despliegue de Infraestructura y ODF	Porcentaje anualización	Costo anual	OPEX	Costo considerando opex y fallas Capex anual	Costos de G&A - Red y Business (como % de total Capex anual)	Costo total anual
6	29,579,965	8.46%	2,503,214	209,018	2,712,232	2,169,786	4,882,018
7	93,861,643	8.46%	7,943,071	663,246	8,606,318	6,885,054	15,491,372
8	40,068,313	8.46%	3,390,794	283,131	3,673,925	2,939,140	6,613,065
Noreste	-		-				
1	23,668,677	8.40%	1,988,279	166,021	2,154,300	1,723,440	3,877,740
2	83,846,217	8.40%	7,043,471	588,130	7,631,601	6,105,281	13,736,882
3	209,299,366	8.40%	17,582,118	1,468,107	19,050,224	15,240,180	34,290,404
4	68,936,067	8.40%	5,790,949	483,544	6,274,494	5,019,595	11,294,089
Noroeste	-		-				
1	192,892,939	8.36%	16,116,823	1,345,755	17,462,578	13,970,062	31,432,640
2	64,633,740	8.36%	5,400,356	450,930	5,851,286	4,681,029	10,532,314
3	104,496,987	8.36%	8,731,058	729,043	9,460,101	7,568,081	17,028,182
4	72,664,929	8.36%	6,071,388	506,961	6,578,348	5,262,679	11,841,027
5	23,331,809	8.36%	1,949,447	162,779	2,112,226	1,689,781	3,802,007
6	12,340,327	8.36%	1,031,074	86,095	1,117,169	893,735	2,010,903
Occidente	-		-				
1	80,394,743	8.43%	6,780,557	566,177	7,346,734	5,877,387	13,224,120
2	92,228,315	8.43%	7,778,610	649,514	8,428,124	6,742,499	15,170,623
3	35,203,844	8.43%	2,969,120	247,922	3,217,042	2,573,634	5,790,676
4	83,430,145	8.43%	7,036,565	587,553	7,624,119	6,099,295	13,723,413
5	23,038,386	8.43%	1,943,076	162,247	2,105,323	1,684,258	3,789,581
Oriente	-		-				
1	148,995,271	8.28%	12,330,094	1,029,563	13,359,656	10,687,725	24,047,382
2	35,684,268	8.28%	2,953,049	246,580	3,199,629	2,559,703	5,759,332
3	127,650,748	8.28%	10,563,729	882,071	11,445,800	9,156,640	20,602,441
4	20,505,085	8.28%	1,696,897	141,691	1,838,588	1,470,870	3,309,458
Sureste	-		-				

Región Cluster	Costo Modelo de Costos Integral despliegue de Infraestructura y ODF	Porcentaje anualización	Costo anual	OPEX	Costo considerando opex y fallas Capex anual	Costos de G&A - Red y Business (como % de total Capex anual)	Costo total anual
1	126,332,400	8.42%	10,633,540	887,901	11,521,441	9,217,153	20,738,594
2	459,379,590	8.42%	38,666,497	3,228,653	41,895,150	33,516,120	75,411,270
3	6,871,385	8.42%	578,372	48,294	626,666	501,333	1,127,999
4	6,951,479	8.42%	585,114	48,857	633,971	507,177	1,141,147
5	95,128,161	8.42%	8,007,044	668,588	8,675,633	6,940,506	15,616,139
Suroeste	-		-				
1	42,138,347	8.26%	3,480,852	290,651	3,771,503	3,017,203	6,788,706
2	290,810,425	8.26%	24,022,491	2,005,878	26,028,369	20,822,695	46,851,064
3	13,707,486	8.26%	1,132,311	94,548	1,226,859	981,487	2,208,347

Tabla 79: Cálculo de inversión anual por "municipio tipo". Fuente: DGCI; 2022

La anualidad de los municipios tipo presentada a través de la tabla 79 se atribuye a los 2,457 municipios correspondientes para obtener la anualidad nacional por la infraestructura de red de acceso a través de fibra.

3.3.1.2 Anualización de espacios físicos o centrales a través del Modelo de Costos de Coubicación

A través del escenario dos que determina la inversión requerida en los "municipios tipo" tomando en cuenta la infraestructura existente, se pudo identificar a través de la sección "3.1.2.2 Resultados" que los nueve municipios tipo que requieren un espacio o central para instalar infraestructura se caracterizan por una dimensión pequeña tanto en el ámbito rural como urbano, cuyos costos fueron calculados a través de la sección "3.1.1.2 Costo de emplazamientos a través del Modelo de Coubicación". De esta forma a través del Modelo de Costos de Coubicación se especifica el dimensionamiento y geotipo correspondiente para obtener la anualidad. Es importante recordar que para centrales con dimensionamiento pequeño y ámbito urbano se debe de obtener el costo de una central de dimensionamiento pequeño para el geotipo medio y alto como se muestra a continuación:

				CAPEX							
				Inputs							
Unidad -->	Elemento	Unidad	Cantidad	Unidad capex unitario	Obras civiles	Unidad capex unitario	Adquisicion	Capex total	Vida útil	Vida útil restante	Anualidad Capex
				MXN		MXN	MXN	MXN	años	años	MXN/año
Uso de Sitios, Predios y Espacios Físicos											
1	Predio										
	Tercero en arrendamiento	M m2	70.7	MXN/m2	813	MXN/m2	-	57,491	80	73	5,165
2	Central del PH										
	PequeñaMedia	m2	94.3	MXN/m2	13,529	-	-	1,275,088	70	63	114,725
3	Sala coubicación externa										
	PequeñaMedia	m2	-	MXN/m2	13,529	-	-	-	70	63	-
4	Subestación electrica										
	AC_127V	kW	-	MXN/kW	13,853	-	-	-	27	20	-
5	Fuente de energia de respaldo (planta de emergencia)										
	Generador Diesel + Bateria	kW	58.2	MXN/kW	11,177	-	-	650,429	12	5	90,721
6	Aire acondicionado										
	Capacidad utilizada	tons	9.4	MXN/tons	23,628	-	-	222,701	20	13	24,354
7	Racks										
	Numero de racks	unidades	12.0	MXN/unidades	-	-	-	-	7	-	-

Figura 18: Costo anual central pequeña, geotipo medio. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2022

			CAPEX							
			Inputs							
Elemento	Unidad	Cantidad	Unidad capex unitario	Obras civiles	Unidad capex unitario	Adquisicion	Capex total	Vida útil	Vida útil restante	Anualidad Capex
Unidad -->			MXN		MXN	MXN	años	años	MXN/año	
Uso de Sitios, Predios y Espacios Físicos										
1 Predio										
Tercero en arrendamiento	A m2	70.7	MXN/m2	739	MXN/m2	-	52,219	80	73	4,692
2 Central del PH										
PequeñaAlta	m2	94.3	MXN/m2	13,529	-	-	1,275,088	70	63	114,725
3 Sala coubicación externa										
PequeñaAlta	m2	-	MXN/m2	13,529	-	-	-	70	63	-
4 Subestación eléctrica										
AC_127V	kW	-	MXN/kW	13,853	-	-	-	27	20	-
5 Fuente de energía de respaldo (planta de emergencia)										
Generador Diesel + Bateria	kW	58.2	MXN/kW	11,177	-	-	650,429	12	5	90,721
6 Aire acondicionado										
Capacidad utilizada	tons	9.4	MXN/tons	23,628	-	-	222,701	20	13	24,354
7 Racks										
Numero de racks	unidades	12.0	MXN/unidades	-	-	-	-	7	-	-

Figura 19: Costo central pequeña, geotipo alto. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2022

Por su parte, para un espacio físico de dimensionamiento pequeño con geotipo bajo correspondiente al ámbito rural se obtiene lo siguiente:

				CAPEX							
				Inputs							
Unidad -->	Elemento	Unidad	Cantidad	Unidad capex unitario	Obras civiles	Unidad capex unitario	Adquisicion	Capex total	Vida útil	Vida útil restante	Anualidad Capex
				MXN	MXN	MXN	MXN	MXN	años	años	MXN/año
Uso de Sitios, Predios y Espacios Fisicos											
7	Predio										
	Tercero en arrendamientoB	m2	88.7	MXN/m2	886	MXN/m2	-	78,604	80	73	7,062
2	Central del PH										
	PequeñaBaja	m2	98.5	MXN/m2	9,679	-	-	953,614	70	63	85,801
3	Sala coubicación externa										
	PequeñaBaja	m2	-	MXN/m2	9,679	-	-	-	70	63	-
4	Subestación electrica										
	AC_127V	kW	-	MXN/kW	13,853	-	-	-	27	20	-
5	Fuente de energia de respaldo (planta de emergencia)										
	Generador Diesel + Bateria	kW	58.2	MXN/kW	11,177	-	-	650,429	12	5	90,721
6	Aire acondicionado										
	Capacidad utilizada	tons	9.9	MXN/tons	23,628	-	-	232,795	20	13	25,457
7	Racks										
	Numero de racks	unidades	12.0	MXN/unidades	-	-	-	-	7	-	-

Figura 20: Costo central pequeña, geotipo bajo. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2022

De lo anterior, se obtienen los siguientes costos anuales para los nueve municipios tipo que requieren central. Es importante mencionar que se considera 10% por "Costos de G&A - Red y Business" para calcular el costo total anual:

Región cluster	Dimensionamiento de la central	Ámbito	Costo por central	Costo por central incluyendo Costos de G&A - Red y Business (como % de total Capex anual)	Número de centrales	Costo total anual
Noreste 1	Pequeña	Rural	209,041	229,945	1	229,945
Noreste 2	Pequeña	Urbano	234,728	258,201	1	258,201
Noroeste 4	Pequeña	Urbano	234,728	258,201	1	258,201
Noroeste 5	Pequeña	Rural	209,041	229,945	1	229,945
Noroeste 6	Pequeña	Rural	209,041	229,945	2	459,890
Occidente 5	Pequeña	Rural	209,041	229,945	1	229,945
Oriente 4	Pequeña	Rural	209,041	229,945	1	229,945
Sureste 1	Pequeña	Urbano	234,728	258,201	1	258,201
Sureste 3	Pequeña	Rural	209,041	229,945	2	459,890
Suroeste 3	Pequeña	Rural	209,041	229,945	1	229,945

Tabla 80: Costo anual centrales. Fuente Modelo de Costos de Coubicación; 2020

A través de la tabla 80 se puede observar que todos los “municipios tipo” que requieren centrales para cubrir a los hogares que aún no cuentan con BAF son de dimensionamiento pequeño, es decir, requieren de un espacio para menos de 500 puertos, además de que solo tres “municipios tipo” son urbanos, cuyo costo es superior, por lo que se deduce que los municipios que más requieren de infraestructura son rurales.

3.3.1.3 Anualización de costos de enlaces locales y entre localidades a través del Modelo de Costos de Interconexión

El Modelo de costos de Interconexión proporciona información para calcular el factor de depreciación de acuerdo a la formula presentada en la sección “3.3.1.1 Anualización de infraestructura de la red de acceso a través de fibra óptica”. A manera de ejemplo, se calcula la anualidad para el activo “Tier 1&2 DWDM” utilizando un CCPP de 8.75% de acuerdo a

las Condiciones Técnicas de Interconexión 2022 para servicios fijos⁶⁰, así como la tendencia de precio de 4.5% y la vida útil de 8 años para dicho activo obtenidos del Modelo de interconexión:

$$\text{Facto de depreciación} = \frac{(0.0898 - 0.045)}{1 - \left(\frac{1 + 0.045}{1 + 0.0898}\right)^8}$$

Es así que se obtiene el factor de depreciación de 16% respecto la Inversión total.

Adicionalmente, es necesario calcular los gastos operacionales para obtener la anualidad total, por lo que a través del modelo de costos se obtiene que para dicho activo se considera 11.83% de OPEX respecto de la inversión anual, por lo que al añadir dichos costos la anualidad es de 10,878 pesos. A dicha cantidad debe incrementarse los costos por "Costos de G&A - Red y Business" que representa 10% del costo anual dando como resultado 11,873.68 pesos para dicho activo.

Replicando el mismo ejercicio para cada uno de los activos que componen enlaces locales se obtiene el costo anual total, como se muestra a continuación:

Nombre del activo	Tipo de activo (para enrutado de tráfico)	Costo 2022	OPEX por unidad	Tendencia de precio	WAAC	vida útil	Factor de depreciación	Costo anual	OPEX cómo % de CAPEX	OPEX	Costos de G&A	Costo anual total
Tier 1&2 DWDM	Distribución	67,601	8,000	0.045	0.0898	8	0.16	10,618	12.9%	11.8%	1,256	11,874
Tier 1&2 amplificadores DWDM	Distribución	1,098,519	123,000	0.045	0.0898	8	0.16	172,530	9.9%	11.2%	19,318	191,848
Edge router - chasis	Edge routing	1,691,156	234,000	0.045	0.0898	8	0.16	265,607	20.2%	13.8%	36,751	302,359
Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE	Edge routing	365,855	50,000	0.045	0.0898	5	0.24	86,573	16.2%	13.7%	11,832	98,404
Regional - cables de fibra (km)	Regional-Core	45,012	280	0.045	0.0898	20	0.08	3,550	1.7%	0.6%	22	3,572

⁶⁰ Disponible a través de la siguiente dirección electrónica: <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/politica-regulatoria/dof-diariooficialdelafederacion.pdf>

Nombre del activo	Tipo de activo (para enrutado de tráfico)	Costo 2022	OPEX por unidad	Tendencia de precio	WAAC	vida útil	Factor de depreciación	Costo anual	OPEX cómo % de CAPEX	OPEX	Costos de G&A	Costo anual total
Regional - zanjas (km)	Regional-Core	488,337	2,800	0.045	0.0898	40	0.06	26,894	0.4%	0.6%	154	27,049
Regional - postes (km)	Regional-Core	133,581	700	0.045	0.0898	20	0.08	10,534	0.0%	0.5%	55	10,585

Tabla 81: Cálculo de costo anual enlaces entre localidades. Fuente: Modelo de Costos de Interconexión; 2020

En la Tabla 81 se calcula la anualidad total para un enlace local al sumar la anualidad de los dos activos considerados, dando como resultado 224,093.66 pesos, mismos que serán considerados para los municipios tipo que requieren el despliegue de enlaces para brindar servicios a hogares que no cuentan con BAF.

Por otra parte, para los enlaces entre localidades se contempla una anualidad de 664,933.10 pesos, al considerar los activos "Tier 1&2 DWDM", "Tier 1&2 amplificadores DWDM", "Edge router - chasis" y "Edge router - tarjeta 20 puertos 1GE" necesarios para un enlace entre localidades, sin embargo, es necesario incluir los kilómetros necesarios de cada enlace a la red de transporte por lo que se utiliza una inversión anual que resulta de sumar el costo de los activos "Regional - cables de fibra (km)", "Regional - zanjas (km)" y "Regional - postes (km)" dando como resultado 45,330.84 pesos por kilómetro que deberá ser aplicada a cada "municipio tipo" de acuerdo con la distancia a la red, determinada en la sección "2.1. Distancias mínimas a la red de transporte". Los cálculos realizados para obtener la anualidad de cada enlace entre localidades se muestran en la tabla 83.

Región cluster	Distancia a la red	Costo de km desplegados de cables de fibra, zanjas y postes	Costo total anual de enlaces entre localidades
Centronorte 3	42.5	1,926,598	2,591,531
Centrosur 6	19.9	902,090	1,567,023
Centrosur 8	67.3	3,050,746	3,715,679
Noreste 1	42.5	1,928,797	2,593,730
Noroeste 5	87.2	3,950,629	4,615,562
Noroeste 6	164.7	7,466,449	8,131,382

Región cluster	Distancia a la red	Costo de km desplegados de cables de fibra, zanjas y postes	Costo total anual de enlaces entre localidades
Occidente 3	30.6	1,387,750	2,052,683
Occidente 5	99.3	4,502,179	5,167,112
Sureste 3	40.3	1,828,536	2,493,469

Tabla 82: Costo anual enlaces locales y entre localidades. **Fuente** Modelo de Costos de Interconexión; 2020

3.3.2 Anualidad por región

Para obtener el valor de anualidad a nivel nacional se atribuye a los 2,457 municipios el costo anual calculado para cada uno de los "municipios tipo" de acuerdo a su correspondencia. El cobro anual que necesita la red para permitir el retorno de la inversión sobre la inversión inicial para ofrecer servicios de BAF con fibra óptica a hogares que actualmente no cuentan con dicho servicio asciende a 34 mil millones de pesos.

En este caso, la región Suroeste (compuesta por los estados Chiapas, Guerrero y Oaxaca) es la región que requiere el monto de anualidad más alto para operar la red, en donde se necesita recuperar \$9,920,201,104 de pesos, tal y como se muestra en la Tabla 83.

De esta forma, al obtener a nivel regional la anualidad necesaria para brindar servicios BAF de fibra óptica a los hogares que actualmente no cuentan con los mismos se puede obtener la anualidad por acceso, al dividir la anualidad entre el número de hogares sin servicio para cada región, mientras que para obtener la anualidad mensual únicamente se divide el costo por acceso entre 12.

Región	Hogares	Accesos totales de DSL-Coaxial-Fibra	Hogares sin accesos	Costo anualizado	Costo por acceso anual	Costo por acceso mensual	Renta mensual mediana para un plan doble play con velocidad de bajada menor a 10 Mbps	Gasto mínimo en telecomunicaciones	Gasto promedio en telecomunicaciones
Centronorte	3,858,744	2,374,603	1,484,141	3,760,188,946	2,534	211.1	289	100	311
Centrosur	7,874,505	6,678,869	1,195,636	2,483,751,742	2,077	173.1	289	110	335
Noreste	3,625,260	2,871,037	754,223	1,628,232,200	2,159	179.9	332	183	382
Noroeste	4,727,873	3,602,269	1,125,604	2,694,093,038	2,393	199.5	332	155	357
Occidente	4,203,473	2,671,686	1,531,787	3,052,004,235	1,992	166.0	289	116	316
Oriente	5,302,858	2,550,979	2,751,879	8,128,566,069	2,954	246.2	289	119	296
Sureste	2,150,597	1,052,016	1,098,581	1,846,099,985	1,680	140.0	289	98	309
Suroeste	3,401,049	1,057,407	2,343,642	9,920,201,104	4,233	352.7	289	104	265

Tabla 83: Inversión anual. Fuente DGCI; 2020

Si bien la región Suroeste es la que requiere la anualidad más alta, no es la región que registra el mayor número de hogares sin accesos, correspondiente a la región Oriente que registra 2.8 millones de hogares sin accesos.

Para cada una de las regiones se estimó el costo mensual para permitir el retorno de la inversión, siendo la región Sureste compuesta por los estados Campeche, Quintana Roo, Tabasco y Yucatán, la que registra el costo mensual más bajo, mientras que la región que registra el costo mensual más alto es la región Suroeste compuesta por Chiapas, Guerrero y Oaxaca.

Al contrastar los costos mensuales registrados en cada región con la renta mensual de un plan en la modalidad doble play, con una velocidad de bajada menor a los 10 Mbps, se observa que siete de las ocho regiones del país contemplan un costo por acceso mensual menor a la renta promedio mensual, lo cual muestra que si todos los hogares pudieran pagar un plan mensual de este tipo, la anualidad calculada sería retornada.

En contraste, la región Suroeste tiene un costo por acceso mensual mayor a la renta mensual promedio demostrando así que en dicha región la anualidad no sería suficiente para cubrir la inversión inicial. Adicionalmente, a través del análisis llevado a cabo en el apartado "3.2.3 Análisis de gasto en telecomunicaciones y costo promedio de planes para servicios de BAF" se pudo observar que, de acuerdo con las cifras reportadas para gasto en telecomunicaciones en la ENIGH 2020, solo la región Suroeste contempla un gasto promedio en telecomunicaciones menor al costo más bajo por los servicios por

lo que, adicional a los costos identificados, la región no cuenta con los ingresos suficientes para costear ni siquiera el plan de BAF más económico.

CAPÍTULO CUARTO. Conclusiones

Los hallazgos sobre el estado de la conectividad de los servicios de banda ancha fija en los hogares a nivel municipal arrojan diversos escenarios sobre la presencia de redes fijas, en el que existe un mayor despliegue de este tipo de redes favorecido por una mayor presencia de operadores en municipios con mayor población y hogares. Por ejemplo, de los 2.462 municipios en el país, en solo 473 se localiza 95.7% de los accesos de banda ancha reportados en el BIT, en los que se concentra 78.3% de los hogares y 76.9% de la población.

Lo anterior también tiene correspondencia con la tecnología de acceso de los servicios. Si consideramos los 473 municipios, en todos se tiene presencia de redes con fibra óptica y/o cable coaxial, lo que ofrece un escenario favorable para estos municipios en los que se observa también mayor presencia de operadores, ya que en 72.7% de los 473 municipios hay tres o más operadores ofreciendo servicios mediante esta tecnología; le siguen municipios en los que tienen presencia de dos y un operador respectivamente con 20.1% y 6.6%.

Si contrastamos las cifras de cobertura con el nivel de marginación a nivel municipal publicado por CONAPO se pudo observar que 204 municipios (8.3% a nivel nacional) tienen un grado de marginación considerado como muy alto. De estos municipios, 150 no tienen penetración de BAF y los restantes 54 tienen una penetración por debajo de los 50 accesos por cada 100 hogares.

A partir de estas condiciones de cobertura y nivel de marginación, así como de la identificación de variables como la densidad de hogares y nivel de penetración de los servicios, particularmente con tecnología de fibra óptica y cable coaxial, se pudieron identificar diversas condiciones de acceso que tienen correlación con la presencia de redes fijas que se modulan en razón de la distancia mínima de los municipios a la red de transporte y la infraestructura existente alrededor del municipio, identificado a partir del índice teórico de infraestructura

Es por ello que, a partir del ejercicio de clusterización y construcción de municipios tipo y su regionalización, dividida en ocho regiones (Centronorte, Centrosur, Noreste, Noroeste, Occidente, Oriente, Sureste, Suroeste), se pudo cuantificar diversas condiciones de acceso y despliegue de redes.

Por ejemplo, los municipios que componen la Región Centrosur (Ciudad de México, Estados de México y Morelos) tienen el menor grado de marginación (muy bajo) y registran en promedio la menor distancia a la red de transporte respecto a las demás regiones (con 14.2 km), también tienen la mayor densidad de hogares con 612.1 hogares por km² en promedio; lo cual se traduce en que es la región que registra la penetración de fibra óptica y cable coaxial promedio más alta con 34.8 accesos por cada 100 hogares y con el valor más alto del índice de infraestructura (1.0).

En contraste la región Noroeste (Baja California, Baja California Sur, Chihuahua, Durango, Sinaloa y Sonora), a pesar de contar con un grado de marginación muy bajo, el promedio de la distancia a la red de transporte en la región es el más alto de todas las regiones con 92.7 km; además registra un promedio de penetración de red de fibra óptica de 14.2 accesos por cada 100 hogares, un índice de infraestructura promedio de 0.7 y 8.7 hogares por km² en promedio, lo que refleja que aunque la región en general no cuenta con grandes carencias de acuerdo a su grado de marginación, ésta cuenta con una amplia dispersión de hogares para la instalación de infraestructura fija debido a que es la región que registra las mayores distancias a la red de transporte.

Por su parte hay regiones como la Suroeste (Chiapas, Guerrero y Oaxaca) con grado de marginación alto y un promedio municipal de 50.9 km de distancia a la red, en la que se registra el valor más bajo del índice de infraestructura (0.6), una densidad de 30.3 hogares por km² y una penetración relativa de fibra óptica y cable coaxial de dos accesos por cada 100 hogares. Ello significa que la región cuenta con escasa infraestructura de fibra óptica, de manera que será necesario un mayor despliegue de infraestructura para ofrecer servicios a través de fibra óptica a partir de su cobertura y distancia a la red.

Por lo que de la evaluación de variables como densidad de hogares, penetración de redes de fibra óptica o coaxial, distancia a la red de transporte y presencia relativa de redes, medidas por el índice teórico de infraestructura, además de la cobertura actual de las redes, se pudo estimar el costo de la infraestructura necesario para cubrir con redes de fibra óptica a los hogares que no tienen presencia de estos servicios. El monto estimado asciende a 216 mil 337 millones de pesos, los cuales se pueden desagregar por región y estado de la república.

Por ejemplo, para la región la Región Centrosur el costo estimado es de 15 mil 303 millones de pesos, para la región Noroeste el costo estimado es de 21 mil 465 millones de pesos, mientras que para la región Suroeste el costo estimado es el más alto de todas las regiones con 61 mil 700 millones de pesos.

Es importante señalar que esta inversión representa el costo de inversión inicial por el despliegue de una red de fibra óptica. Sin embargo, para que dicha red pueda cubrir los costos de despliegue resulta necesario considerar los flujos necesarios a dicha red que permitan recuperar la inversión inicial y los costos operativos. Por ello se estimó el valor anual o anualidad necesario para recuperar a nivel promedio la depreciación de la red, adicional a la consideración de los costos operativos de cada uno de estos elementos por la provisión del mismo. Dicho costo anualizado permitió estimar el costo por acceso mensual para acceder al servicio.

De igual forma, también se consideró la capacidad de los hogares de adquirir servicios fijos de internet a partir del gasto de los hogares y los niveles de precios ofrecidos por los operadores en el mercado (renta mediana de planes y paquetes con velocidad de descarga de 10 Mbps).

El resultado arrojó que, suponiendo que los hogares que no tienen servicio pueden ejercer el gasto mínimo y gasto promedio en telecomunicaciones, todos los municipios tipo y las regiones a excepción de la región Suroeste podrían generar los recursos anuales para cubrir los costos por acceso mensual estimado. En contraste, si consideramos el gasto mínimo de los hogares todas las regiones, a excepción de la región Noreste, se podría cubrir el costo por acceso mensual.

Por último, si comparamos el costo por acceso mensual y la renta mensual mediana ofrecida por los operadores en el mercado en todas las regiones, a excepción de la región Sureste, se supera el costo por acceso mensual estimado.

Un punto relevante a destacar con estos resultados es que se ofrece una buena aproximación del impacto en el nivel de inversión en infraestructura para los hogares sin servicios a partir de información de cobertura reportada al Instituto por los operadores. Sin embargo, ello no necesariamente tiene una correlación directa con la inversión real que hacen los concesionarios o los incentivos de estos para realizar inversiones. Lo anterior en la medida que sus decisiones de inversión consideran, entre otros, elementos de carácter tecnológico, legal, administrativo, económico, en el que los proveedores del servicio pueden seleccionar las zonas que puedan resultarles más atractivas para desplegar sus redes y cuyo análisis excede el alcance de este estudio.

Bajo estos términos, los resultados obtenidos podrán evaluarse también a la luz de una actualización recurrente para cuantificar el nivel de inversión necesaria para cubrir los hogares que no cuentan con servicios, entre ellos, factores como el costo de los elementos de infraestructura, la modificación en el número de hogares, el gasto promedio de los hogares y la información de precios de planes y paquetes. Por ello resulta importante considerar que una actualización a dichas cifras puede ser de utilidad para cuantificar estas relaciones.