

Universidad Nacional de Ingeniería
Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias
Sociales



TESIS

**Impacto de los proyectos de banda ancha en el crecimiento de la
infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las
regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica**

Para obtener el título profesional de ingeniero economista

Elaborado por:

JONATAN PILLACA FLORES

 [0009-0002-7605-3523](#)

Asesor:

MSc. RAFAEL CAPARÓ CORONADO

 [0000-0003-1743-2435](#)

LIMA – PERÚ

2025

Pillaca Flores [1]

- [1]** J. Pillaca Flores, *“Impacto de los proyectos de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica”* [Tesis de pregrado], Lima (Perú): Universidad Nacional de Ingeniería, 2025
-

(Pillaca, 2025)

- Pillaca, J. (2025)**, *Impacto de los proyectos de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería]
-

Dedicatoria

A mi padre, Emilio, y a mi madre, Jessica, que, por su amor, enseñanza e invaluable sacrificio, me permitieron ingresar y estudiar en la UNI.

Agradecimiento

Agradezco a mi asesor, MSc. Rafael Caparo, al Dr, Luis Cabezas Vega y al MSc, Javier Sicchar Valdez, por su asesoría y colaboración en la presente tesis.

Resumen

Frente a la problemática del bajo acceso a internet e infraestructura concentrada en la costa del Perú, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha desarrollado proyectos de inversión para la implementación de redes de transporte y acceso de telecomunicaciones, entre los cuales se encuentran los proyectos regionales de banda ancha en Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

Mediante la metodología de evaluación de impacto “*Propensity Score Matching* y Diferencias en Diferencias”, la presente tesis ha demostrado que en las mencionadas regiones se ha incrementado la infraestructura móvil, evidenciado un impacto significativo de 5.6 % y 1 punto en el incremento del número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G y de estaciones base con por lo menos 4G por cada 10,000 habitantes, entre los años 2017 y 2020, respectivamente.

Por otro lado, no se ha identificado sinergias en el incremento de nodos de fibra óptica, nodos de enlaces microondas y suscriptores de internet fijo, adicionales a lo generado directamente por los proyectos; debido a la escasa oferta del servicio portador, las elevadas tarifas de transporte de telecomunicaciones y acceso al servicio de internet fijo, así como al limitado conocimiento de los beneficios de dicho servicio.

Palabras clave: proyectos regionales, banda ancha, infraestructura móvil, evaluación de impacto.

Abstrac

Faced with the problems of low internet access and concentrated infrastructure on the coast of Peru, the Ministry of Transport and Communications has developed investment projects for the implementation of telecommunications transport and access networks, such as the regional broadband projects in Apurimac, Ayacucho and Huancavelica.

Through the use of the impact assessment methodology “Propensity Score Matching and Differences in Differences”, this thesis has shown that in the aforementioned regions mobile infrastructure has increased, showing a significant impact of 5.6% and 1 point in the increase on the number of base stations with at least 4G technology and base stations with at least 4G per 10,000 inhabitants, between 2017 and 2020, respectively.

On the other hand, no synergies have been identified in the increase on fiber optic nodes, microwave link nodes and fixed internet subscribers, in addition to what is directly generated by the projects; due to the limited supply of carrier services, high rates for telecommunications transport and access to fixed Internet service, as well as limited knowledge of the benefits of this service.

Keywords: regional projects, broadband, mobile infrastructure, impact assessment

Tabla de Contenido

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo	1
1.1 Descripción de la situación problemática	1
1.1.1 Despliegue de redes de fibra óptica	6
1.1.2 Despliegue de redes de enlaces microondas	9
1.1.3 Despliegue de redes de acceso a internet fijo	11
1.1.4 Estaciones base móvil (EBC)	17
1.1.5 Estaciones base móvil 4G	21
1.2 Caracterización del sector, institución o actores involucrados	22
1.3 Formulación del problema (general y específicos)	25
1.4 Objetivos de la investigación (general y específicos)	26
1.5 Hipótesis general y específicos	27
1.6 Justificación, alcances y limitaciones de la investigación	28
1.4.1 Justificación	28
1.4.2 Alcance	28
1.4.3 Limitaciones	28
Capítulo II. Marco teórico conceptual	29
2.1 Antecedentes de la investigación	29
2.1.1 Políticas públicas para el desarrollo de la banda ancha	29
2.1.2 Importancia de las políticas públicas de banda ancha	30
2.1.3 Políticas públicas para incrementar la disponibilidad de banda ancha	33
2.2 Bases teóricas	35
2.2.1 La evaluación de impacto	35
2.2.2 Métodos experimentales	39
2.2.3 Métodos no experimentales	42
2.3 Enfoque teórico conceptual asumido por el investigador	46
2.4 Marco legal	46
Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación	47
3.1 Metodología	47
3.1.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación	47
3.1.2 Población y muestra	47
3.1.3 Técnicas de recolección de información	51
3.1.4 Instrumentos de recolección de información	51
3.1.5 Operacionalización de variables	51
3.1.6 Matriz de consistencia	52
3.2 Análisis estadístico	55
3.2.1 Soporte común para la evaluación al año 2020	57

3.2.2 Soporte común para la evaluación al año 2021 y 2022	59
Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados	61
4.1 Infraestructura de transporte	61
4.1.1 Infraestructura de transporte alámbrico.	61
4.1.2 Infraestructura de transporte inalámbrico.	64
4.2 Acceso al servicio de internet fijo.	77
4.3 Infraestructura de acceso móvil.	87
4.3.1 Estaciones base móvil.	87
4.3.2 Estaciones base con por lo menos tecnología 4G.	88
Conclusiones	97
Recomendaciones	99
Referencias bibliográficas	100
Anexos	1

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. <i>Proyectos regionales de banda ancha. Estado actual al año 2023</i>	4
Tabla 2. <i>Actores involucrados del sector comunicaciones</i>	22
Tabla 3. <i>Tarifas tope del servicio de acceso a internet en los Proyectos Regionales de Banda Ancha</i>	24
Tabla 4. <i>Formulación de problemas</i>	26
Tabla 5. <i>Formulación de objetivos</i>	26
Tabla 6. <i>Formulación de las hipótesis</i>	27
Tabla 7. <i>Cuadro de operacionalización de variables</i>	51
Tabla 8. <i>Matriz de consistencia</i>	53
Tabla 9. <i>Variables para el análisis econométrico</i>	55
Tabla 10. <i>Comparativo entre el promedio nacional y la selección de distritos para el año 2017</i>	56
Tabla 11. <i>Soporte común para la evaluación 2021 y 2022 - red de transporte</i>	60
Tabla 12. <i>Soporte común para la evaluación 2021 y 2022 - red de acceso</i>	60
Tabla 13. <i>Impactos en el incremento de nodos de fibra óptica al año 2020</i>	61
Tabla 14. <i>Impactos adicionales en el incremento de nodos de fibra óptica al año 2020</i> ..	63
Tabla 15. <i>Impactos en el incremento de enlaces microondas al año 2020</i>	65
Tabla 16. <i>Impactos adicionales en el incremento de enlaces microondas al año 2020</i> ...	66
Tabla 17. <i>Resumen de la propuesta de Banco Mundial</i>	69
Tabla 18. <i>Tarifa de la RDNFO para el periodo provisional</i>	76
Tabla 19. <i>Impactos en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo al año 2020</i>	78
Tabla 20. <i>Impactos en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo sin la tecnología satelital al año 2020</i>	79
Tabla 21. <i>Impactos adicionales en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo sin la tecnología satelital al año 2020</i>	81
Tabla 22. <i>Tarifas ofrecidas para abonados distintos a las instituciones beneficiarias de los proyectos</i>	83
Tabla 23. <i>Impactos sobre el incremento de estaciones base móvil al año 2020</i>	87
Tabla 24. <i>Impactos sobre el incremento de estaciones base móvil con por lo menos tecnología 4G al año 2020</i>	89
Tabla 25. <i>Síntesis de los hallazgos y de los problemas identificados</i>	92
Tabla 26. <i>Resultados de la evaluación para los años 2020, 2021 y 2022</i>	94
Tabla 27. <i>Propuesta de recomendaciones</i>	96

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Modelo de despliegue de los proyectos regionales de banda ancha</i>	1
Figura 2. <i>Mapa de redes de fibra óptica a nivel nacional. Perú 2010</i>	6
Figura 3. <i>Mapa de redes de fibra óptica a nivel nacional. Perú 2013 y 2022</i>	7
Figura 4. <i>Ejemplo de nodos y enlaces de fibra óptica</i>	7
Figura 5. <i>Porcentaje de distritos con al menos un nodo de fibra óptica</i>	8
Figura 6. <i>Mapa de enlaces microondas a nivel nacional</i>	9
Figura 7. <i>Topología simplificada de los tipos de red de transporte</i>	10
Figura 8. <i>Número de nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes</i>	10
Figura 9. <i>Relación entre el número de nodos de fibra óptica y radio enlaces en los distritos</i>	11
Figura 10. <i>Acceso al servicio internet fijo</i>	12
Figura 11. <i>Acceso al servicio de internet fijo para el año 2012 y 2020</i>	13
Figura 12. <i>Porcentaje de hogares con acceso a internet por ámbito geográfico</i>	14
Figura 13. <i>Porcentaje de hogares con conexión al servicio de internet por región</i>	15
Figura 14. <i>Densidad de acceso a internet fijo: número de suscriptores a internet fijo por cada 100 habitantes</i>	16
Figura 15. <i>Diferencia entre el valor promedio y el valor por cada región de la densidad de acceso a internet fijo</i>	16
Figura 16. <i>Relación entre el número de nodos de fibra óptica y número de suscriptores de internet fijo en los distritos</i>	17
Figura 17. <i>Diagrama simplificado de una EBC</i>	18
Figura 18. <i>Número de estaciones base celular (EBC). Perú 2016-2020</i>	18
Figura 19. <i>Número de estaciones base móvil por cada 10,000 habitantes</i>	19
Figura 20. <i>Diferencia entre el valor promedio y el valor por cada región respecto al número de estaciones base móvil por cada 10,000 habitantes</i>	20
Figura 21. <i>Relación entre el número de nodos de fibra óptica y número de estaciones base móvil a nivel distrital. Año 2022</i>	20
Figura 22. <i>Número de estaciones base 4G por cada 10,000 habitantes</i>	21
Figura 23. <i>Relación entre el número de nodos de fibra óptica y número de estaciones base 4G a nivel distrital</i>	22
Figura 24. <i>Los elementos de una cadena de resultados</i>	36
Figura 25. <i>Regresión discontinua aguda-parte 1</i>	40
Figura 26. <i>Regresión discontinua aguda-parte 2</i>	41
Figura 27. <i>Método de diferencias en diferencias</i>	45
Figura 28. <i>Soporte común a partir de 21 covariables – red de transporte</i>	57
Figura 29. <i>Soporte común a partir de 13 covariables – red de transporte</i>	58
Figura 30. <i>Soporte común a partir de 21 covariables – red de acceso</i>	58
Figura 31. <i>Soporte común a partir de 18 covariables – red de acceso</i>	59
Figura 32. <i>Cuota de mercado de las empresas operadoras según capacidad arrendada del servicio a través de fibra óptica a nivel departamental – Nodos destino 2022</i>	71
Figura 33. <i>Modelo de operación de la concesión de la RDNFO y Redes Regionales</i>	72
Figura 34. <i>Esquema básico del CAD</i>	86

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1..... 1
Anexo 2..... 2
Anexo 3..... 4

LISTA DE ACRÓNIMOS

ADSL. Asymmetric Digital Subscriber Line
ATE. *Efecto tratamiento promedio*
ATET. *Efecto tratamiento sobre los tratados*
BEREC. Body of European Regulators for Electronic Communications
BID. Banco Interamericano de Desarrollo
CAD. *Centros de Acceso Digital*
CEPAL. Comisión Económica para América Latina y el Caribe
DD. *Diferencias en diferencias*
DGPPC. *Dirección General de Programas y Proyectos de Comunicaciones*
DGPRC. *Dirección General de Políticas y Regulación en Comunicaciones*
DOCSIS. Data Over Cable Service Interface Specification
EBC. *Estaciones base móvil*
ENAHU. *Encuesta Nacional de Hogares*
ERESTEL. Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones
FITEL. *Fondo de Inversión en Telecomunicaciones*
Gbps. *Gigabit por segundo*
INEI. Instituto Nacional de Estadística e Informática
IPT. *Internet para Todos*
Mbps. *Megabit por segundo*
MEF. *Ministerio de Economía y Finanzas*
MINTIC. *Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*
MTC. *Ministerio de Transportes y Comunicaciones*
OCDE. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico
Osiptel. *Organismo Supervisor de Inversión Privada de Telecomunicaciones*
PROINVERSIÓN. Agencia de Promoción de la Inversión Privada
PRONATEL. *Programa Nacional de Telecomunicaciones*
PSM. Propensity Score Matching
RDNFO. *Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica*
UIT. *Unión Internacional de Telecomunicaciones*

Introducción

La presente tesis de titulación tiene como objeto desarrollar la investigación aplicada “Impacto de los proyectos de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones Apurímac, Ayacucho y Huancavelica”.

En el capítulo 1 se analizará la información de las redes de fibra óptica, redes de enlaces microondas, redes de acceso al servicio de internet fijo y servicio móvil, a nivel de las regiones y con énfasis en aquellas donde han iniciado operación los proyectos regionales, como punto de partida para la identificación de los impactos en el crecimiento de la infraestructura en las tres (3) regiones seleccionadas. A partir de ello, se formulará los problemas, objetivos e hipótesis, generales y específicos, respectivamente.

En el capítulo 2 se revisará los antecedentes en el contexto de la presente investigación, buscando destacar la importancia de las políticas públicas de banda ancha en su rol para resolver un problema público de reducir la brecha digital, con especial atención en las políticas para incrementar la disponibilidad de la infraestructura y de los accesos a internet. Asimismo, se revisará las bases teóricas de la evaluación de impacto para la identificación de la metodología que se utilizará en la presente investigación.

En el capítulo 3 se establecerá la metodología de trabajo de acuerdo con el tipo, nivel y diseño de la investigación, el cual es no experimental y se usará el método de PSM-DD, precisando el tamaño de la población y la muestra, así como el planteamiento de las variables y su operacionalización.

Finalmente, en el capítulo 4 se evaluará el impacto de los proyectos regionales al año 2020, 2021 y 2022, por cada una de las variables dependientes que representan a la infraestructura y al acceso a las telecomunicaciones, mediante la metodología PSM-DD. De acuerdo con el análisis y discusión de los resultados obtenidos, la presente investigación planteará recomendaciones de políticas públicas orientadas a brindar atención a la problemática identificada.

Capítulo I. Parte introductoria del trabajo

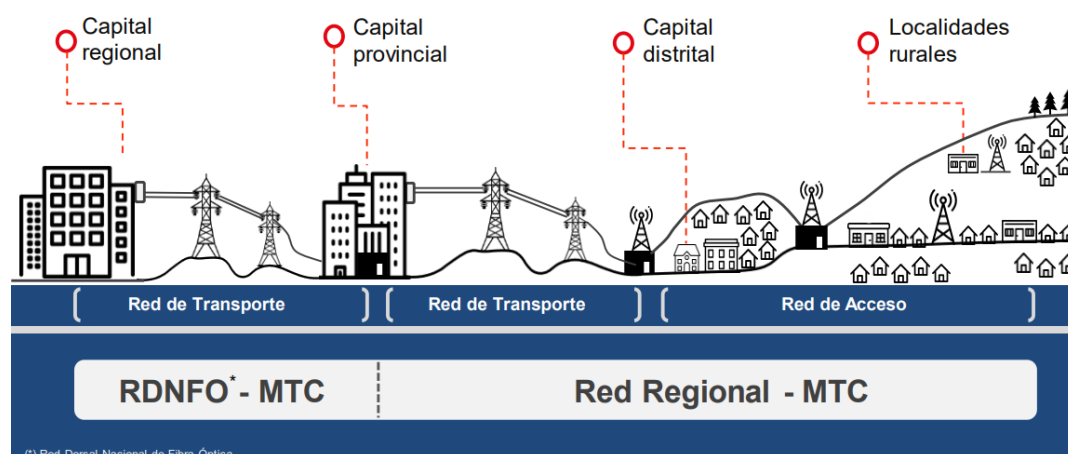
1.1 Descripción de la situación problemática

Frente a la problemática del bajo acceso a internet debido al escaso despliegue de infraestructura de telecomunicaciones, dado que las redes de fibra óptica se encontraba concentrada en la costa (MTC, 2011), el Estado promulgó la Ley 29904, Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica el año 2012, el cual declaró como necesidad pública e interés nacional la construcción de la RDNFO para que integre a todas las capitales de provincia y el despliegue de redes de alta capacidad que integren a todos los distritos, a fin de hacer posible la conectividad de banda ancha fija y móvil, y su masificación en todo el territorio nacional.

En ese marco legal, el MTC ha desarrollado proyectos de inversión para la instalación de redes de banda ancha, mediante la implementación de redes de transporte y acceso de telecomunicaciones en las localidades comprendidas en el ámbito de los distritos y provincias del Perú, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 1.

Modelo de despliegue de los proyectos regionales de banda ancha



Nota: Fuente y elaboración PRONATEL

Al respecto, los proyectos de banda ancha son los comprendidos en el siguiente listado:

- 1) Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica

- 2) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Huancavelica
- 3) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Apurímac
- 4) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Ayacucho
- 5) Conectividad integral en banda ancha para el desarrollo social de la zona norte del país - región Lambayeque
- 6) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Cajamarca
- 7) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Piura
- 8) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Tumbes
- 9) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Cusco
- 10) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Lima
- 11) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Ica
- 12) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Amazonas
- 13) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Junín
- 14) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Puno
- 15) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Moquegua

- 16) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Tacna
- 17) Creación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Huánuco
- 18) Creación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Pasco
- 19) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Áncash
- 20) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región Arequipa
- 21) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región La Libertad
- 22) Instalación de banda ancha para la conectividad integral y desarrollo social de la región San Martín

De los mencionados proyectos, la RDNFO se encuentra operativa desde setiembre del año 2016 a nivel nacional, cuyo contrato con la empresa Azteca Comunicaciones Perú S.A.C. caducó el 14 de enero de 2022 por razones de interés público¹, debido a que el año 2020 se utilizó solo el 3.2 por ciento de su capacidad instalada y los ingresos del proyecto solo cubrieron el 7.7 por ciento de los costos en los que incurre el Estado por el cofinanciamiento.

A la fecha, la RDNFO viene siendo operada por el PRONATEL, en virtud de la Resolución Ministerial N° 689-2021-MTC/01².

¹ Resolución Ministerial N° 689-2021-MTC/01: Declaran la resolución del Contrato de Concesión para el Diseño, Financiamiento, Despliegue, Operación y Mantenimiento del Proyecto “Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica: Cobertura Universal Norte, Cobertura Universal Sur y Cobertura Universal Centro”

² Artículo 3.- Disponer que el Programa Nacional de Telecomunicaciones – PRONATEL asuma la operación del proyecto de manera provisional, a partir del vencimiento del plazo dispuesto en el artículo 1 de la presente Resolución Ministerial, la cual podrá efectuar directamente o a través de terceros por un periodo no mayor de tres (03) años (...)

El alcance de la RDNFO comprende el tendido de redes de fibra óptica en 180 capitales provincia. Y solo brinda el servicio portador a otras empresas de telecomunicaciones, conforme lo establece el artículo 9 de la Ley 29904.

Por otro lado, los 21 proyectos restantes fueron implementados por el PRONATEL, cuyo alcance y estado actual se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1.

Proyectos regionales de banda ancha. Estado actual al año 2023

N	Proyecto	Centros poblados	Población beneficiaria	Kilómetros de fibra óptica	Financiamiento adjudicado (US\$ millones)	Estado actual	Fecha de inicio de operación
1	Lambayeque	360	259,028	660	59.24	Operación	Enero 2021
2	Huancavelica	354	115,674	1,297	97.27	Operación	Junio 2019
3	Apurímac	285	137,789	1,224	82.66	Operación	Junio 2019
4	Ayacucho	350	153,540	1,889	106.41	Operación	Julio 2019
5	Tumbes	54	35,456	303	14.08	Reformulación	-
6	Piura	528	274,729	245	84.42	Reformulación	-
7	Cajamarca	1,181	378,826	1,285	149.6	Reformulación	-
8	Cusco	371	187,379	2,105	108.4	Operación	Abril 2021
9	Ica	81	64,224	836	45.61	Operación	Abril 2023
10	Lima	291	179,427	1,797	96.79	Operación	Abril 2021
11	Amazonas	268	119,665	1,255	107.94	Inversión	-
12	Junín	353	232,336	1,799	105.39	Inversión	-
13	Puno	471	224,802	2,758	131.01	Inversión	-
14	Tacna	52	15,583	573	54.45	Operación	Julio 2022
15	Moquegua	66	19,262	586		Operación	Julio 2022
16	Huánuco	348	152,152	1,351	83.47	Inversión	-
17	Pasco	264	102,007	1,220	64.9	Inversión	-
18	Áncash	481	173,643	1,778	121.74	Inversión	-
19	Arequipa	252	136,343	2,669	93.11	Inversión	-
20	La Libertad	730	262,834	1,398	128.5	Inversión	-
21	San Martín	220	174,557	1,280	68.4	Inversión	-
Total		7,360	3,399,256	28,308	1,803		

Nota: Fuente Pronatel y elaboración propia

Del cuadro anterior, el alcance de los proyectos es beneficiar con acceso al servicio de internet fijo a 3,399,256 habitantes en 7,360 centros poblados, con la implementación de 28,308 kilómetros de fibra óptica y US\$ 1,803 millones de financiamiento público.

Es importante destacar que los proyectos en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica, iniciaron operación entre los meses de junio y julio del año 2019, los cuales han implementado 4,410 kilómetros de redes de fibra óptica para interconectar a las capitales de provincia con las capitales distritales; y redes de enlaces microondas para la provisión del servicio de acceso a internet a 1,330 locales escolares, 701 instituciones de salud, 78 dependencias policiales y 407 mil habitantes en 989 centros poblados.

Posteriormente, en el año 2021 iniciaron operación los proyectos en las regiones de Lambayeque (enero), Cusco (abril) y Lima (abril); en el año 2022 los proyectos en las regiones de Moquegua y Tacna (julio); y en el año 2023 el proyecto en la región Ica (abril).

Con las intervenciones de los proyectos regionales de banda ancha en los 8 departamentos (Apurímac, Huancavelica, Ayacucho, Lambayeque, Cusco, Lima, Moquegua, Tacna e Ica) se ha desplegado infraestructura de transporte y acceso de telecomunicaciones, tales como redes de fibra óptica, radio enlaces, redes de acceso a internet fijo y, como externalidad positiva, redes de acceso para el servicio móvil³.

Al respecto, la presente investigación estará enfocada en los proyectos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica, dado que fueron los primeros en iniciar operación. Sin perjuicio de ello, la presente investigación mostrará la información de las regiones de los proyectos que iniciaron operación.

A continuación, se analizará la información de las redes de fibra óptica, redes de enlaces microondas, redes de acceso al servicio de internet fijo y servicio móvil, a nivel de las regiones y con énfasis en aquellas donde han iniciado operación los proyectos regionales, como punto de partida para la identificación de impactos en el crecimiento de la infraestructura en las 3 regiones seleccionadas.

³ Enlace web: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/343235-proyectos-de-banda-ancha-en-huancavelica-ayacucho-y-apurimac-permiten-conectar-mas-de-300-localidades-con-4g>

1.1.1 Despliegue de redes de fibra óptica.

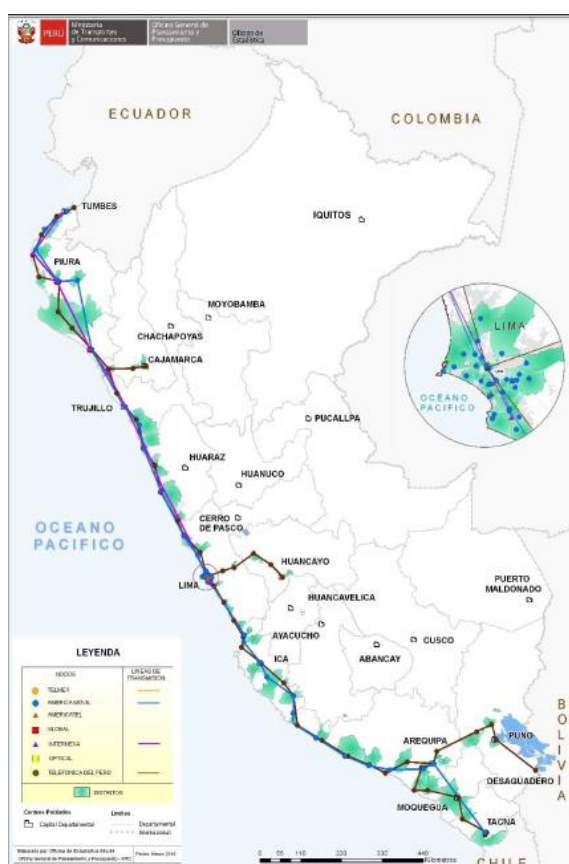
Es una de las tecnologías de las redes de transporte de telecomunicaciones (MTC, 2011), el cual permite transportar la información a altas velocidades entre ciudades, a fin de coadyuvar a la prestación del servicio de internet (Mellado et al., 2023).

Al año 2020, de acuerdo con la información del OSIPTEL⁴ se ha desplegado más de 70 mil kilómetros de redes de fibra óptica a nivel nacional, el cual se ha incrementado 8 veces desde el año 2010, en el cual se registraba 8,933 kilómetros de red (MTC, 2011).

Posteriormente, al tercer trimestre del año 2022, la cantidad de fibra óptica desplegada a nivel nacional ascendió a 104 mil kilómetros (Mellado et al., 2023). Como referencia, en las siguientes figuras se podrá diferenciar los niveles de despliegue de redes de fibra óptica entre los años 2010, 2013 y 2022.

Figura 2.

Mapa de redes de fibra óptica a nivel nacional. Perú 2010

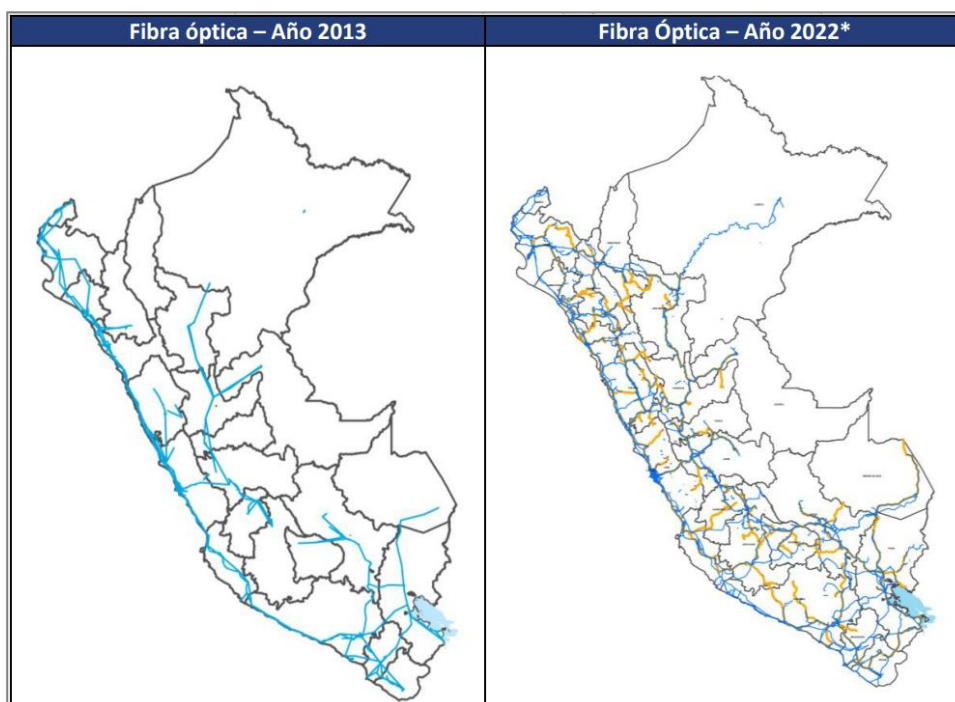


Nota: fuente y elaboración MTC (2011)

⁴ Nota de prensa del Osipitel del año 2021: [np26102021-fibra-optica.pdf](https://osipitel.gob.pe/wp-content/uploads/2021/10/2021-fibra-optica.pdf) (osipitel.gob.pe)

Figura 3.

Mapa de redes de fibra óptica a nivel nacional. Perú 2013 y 2022



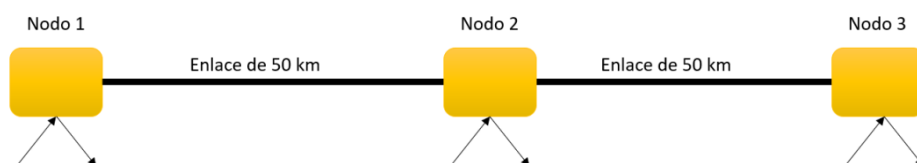
Nota: fuente y elaboración Mellado et al., (2023)

Dicho despliegue ha permitido la implementación de nodos de fibra óptica desde el cual los operadores de telecomunicaciones pueden interconectarse para desplegar redes de acceso (Mellado et al., 2023).

Al respecto, More y Argandoña (2020) sostienen que un enfoque apropiado para determinar la cobertura de las redes de fibra óptica, es el número y presencia de nodos en el territorio nacional. Asimismo, los autores señalan que los nodos de fibra óptica hacen posible el ingreso y salida de tráfico, permitiendo que la red de fibra óptica se conecte con otras redes de acceso o transporte (por ejemplo, enlaces microondas o radio enlaces). La siguiente imagen ilustra ejemplos de tendido de redes de fibra óptica.

Figura 4.

Ejemplo de nodos y enlaces de fibra óptica



Nota: fuente More y Argandoña (2020)

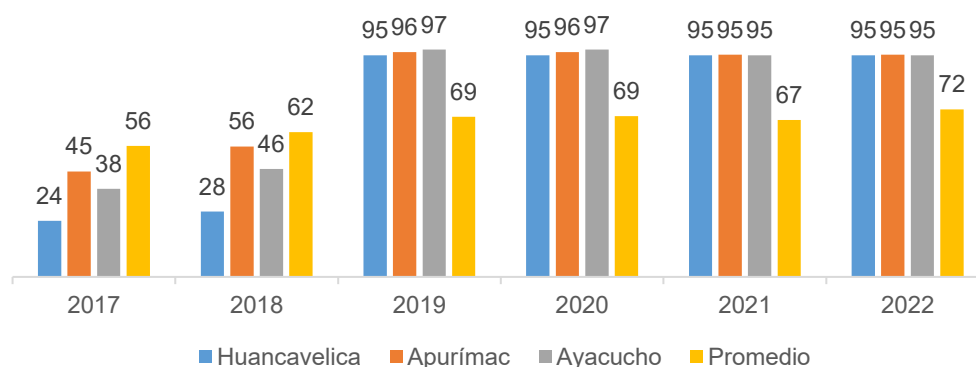
Con relación al desempeño de la presencia de al menos un nodo de fibra óptica en los distritos, se ha incrementado sostenidamente desde el año 2014 hasta el tercer trimestre del año 2022, pasando de 308 a 1289 distritos, respectivamente, a nivel nacional (Mellado et al., 2023).

En el ámbito de la presente investigación, hasta el año 2018 las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho presentaban niveles porcentuales de 56, 46 y 28 por ciento, respectivamente, de distritos con al menos un nodo de fibra óptica, los cuales estaban por debajo del promedio de 62 por ciento de todas regiones del Perú.

Posteriormente, desde el inicio de operación de los tres proyectos en el año 2019, las tres regiones han alcanzado el nivel de 95 por ciento al año 2022, superando al promedio de 72 por ciento, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 5.

Porcentaje de distritos con al menos un nodo de fibra óptica



Nota: Fuente: DGPRC-MTC, elaboración propia

En tal sentido, surge las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Existe una relación de causalidad entre los de proyectos regionales de banda ancha que han iniciado operación, y el incremento de nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
- ¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?

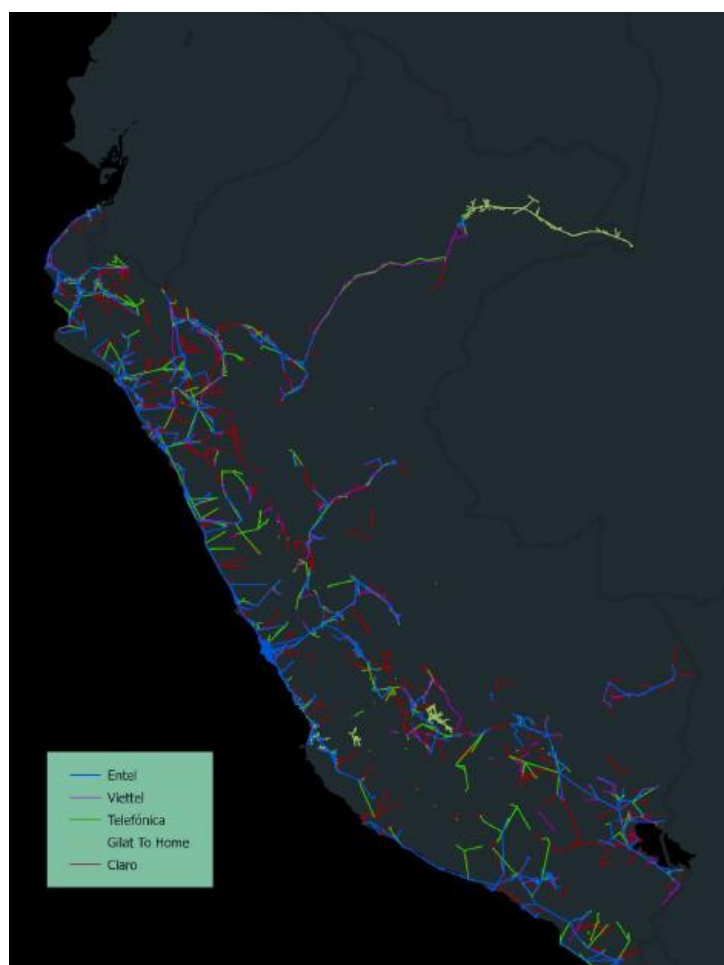
1.1.2 Despliegue de redes de enlaces microondas.

De forma análoga a las redes de fibra óptica, es una de las tecnologías de las redes de transporte de telecomunicaciones (MTC, 2011). Su uso es relevante en aquellas zonas en las que aún no llega la fibra óptica, debido a que solo se requiere ubicar dos puntos y sobre ambos instalar el equipamiento necesario para que exista línea de vista; no obstante, sus capacidades no superan los 10 Gbps frente a la fibra óptica que alcanza los miles de Gbps (More & Argandoña, 2020).

Al año 2019, de acuerdo con More y Argandoña (2020), se ha desplegado 71,240 kilómetros de recorrido de enlaces microondas a nivel nacional, el cual se ha incrementado en 1.8 por ciento respecto al año 2018, alcanzado 11,847 nodos de microondas. Como referencia, en la siguiente figura se puede apreciar el despliegue de dichas redes.

Figura 6.

Mapa de enlaces microondas a nivel nacional

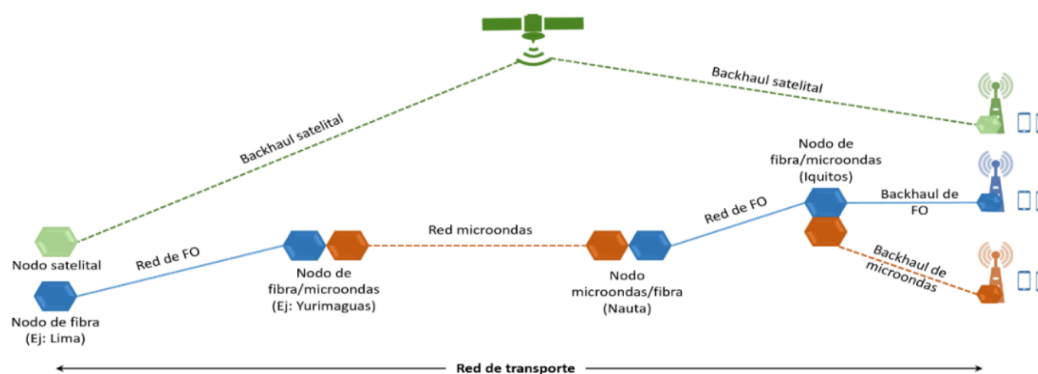


Nota: Fuente More & Argandoña (2020)

Así como las redes de fibra óptica, el despliegue de redes de enlaces microondas ha permitido la implementación de nodos, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 7.

Topología simplificada de los tipos de red de transporte



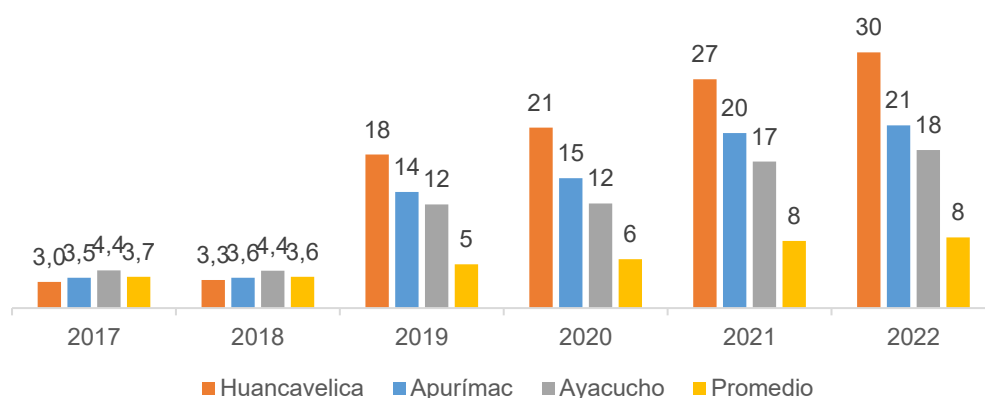
Nota: Fuente More (2022)

Para el caso de la presente investigación, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho presentaban niveles de 3.0, 3.5 y 4.4 nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes, respectivamente, los cuales estaban alrededor del promedio de 3.6 de todas regiones del Perú en +/- 1.1 puntos.

Posteriormente, desde el inicio de operación de los tres proyectos en el año 2019 hasta el 2022, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho han crecido en 12, 8 y 6 puntos, alcanzado niveles de 30, 21 y 18 nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes, respectivamente, superando al promedio, como se muestra a continuación.

Figura 8.

Número de nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes

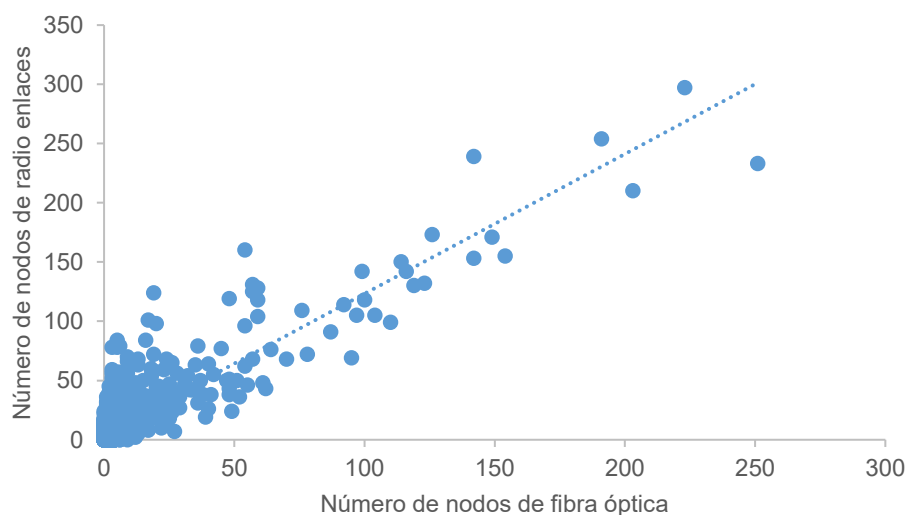


Nota: Fuente DGPRC-MTC, elaboración propia

Por otro lado, como se muestra en la siguiente figura, se observa que la relación entre el número de nodos de fibra óptica y enlaces microondas es positiva y significativa al año 2022 (ver anexo 1), en los 1874 distritos a nivel nacional.

Figura 9.

Relación entre el número de nodos de fibra óptica y radio enlaces en los distritos



Nota: Fuente DGPRC-MTC, elaboración propia

En tal sentido, surge las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Existe una relación de causalidad entre el incremento de nodos de fibra óptica y el incremento de nodos de radio enlaces en las regiones donde han iniciado operación los proyectos regionales de banda ancha de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
- ¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de radio enlaces en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?

1.1.3 Despliegue de redes de acceso a internet fijo.

Consiste en la infraestructura y equipos para conectar los terminales de los usuarios con la red de telecomunicaciones, cuyo alcance es corto, generalmente dentro de un distrito. Utiliza las siguientes tecnologías: ADSL, DOCSIS, entre otros (MTC, 2011).

Para cuantificar su desempeño, la UIT y el MTC miden el acceso a internet a través del indicador que considera el número de suscriptores de internet fijo por cada 100 habitantes⁵, mientras que el INEI utiliza el porcentaje de hogares con acceso a internet como medida⁶.

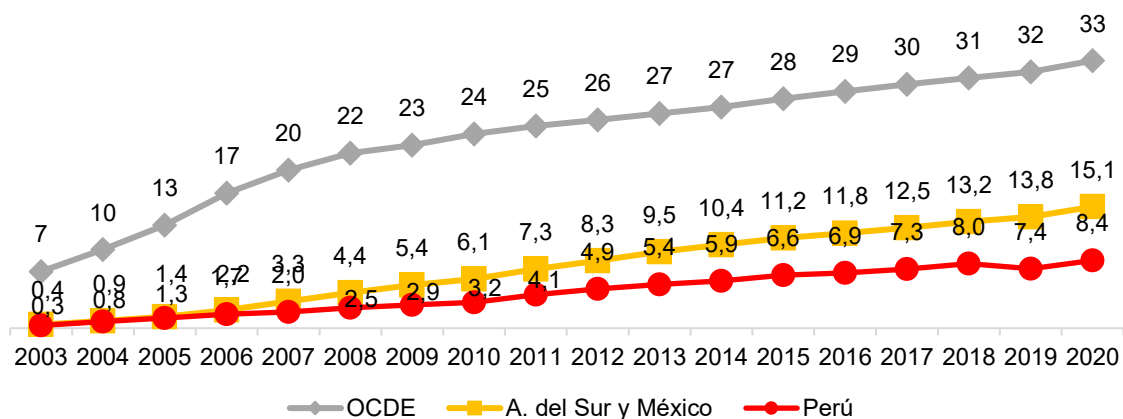
Con relación al indicador que mide el número de suscriptores por cada 100 habitantes, a nivel internacional, el Perú muestra rezago en los niveles de acceso al servicio de internet fijo desde el año 2003 al 2020.

En el año 2003, el promedio de los países de la OCDE y de América del Sur/México superaban al Perú por 6.7 y 0.1 puntos, respectivamente.

Al año 2020, la situación del Perú se vuelve crítica, ya que los niveles de brecha que separa al Perú del promedio de la OCDE y del promedio de América del Sur/México se amplía a 24.6 y 6.7 puntos, respectivamente, como se muestra en la siguiente figura:

Figura 10.

Acceso al servicio internet fijo



Nota: las cifras corresponden al número de suscriptores por cada 100 habitantes. Fuente de información: OCDE 2020, UIT, MTC. Elaboración propia

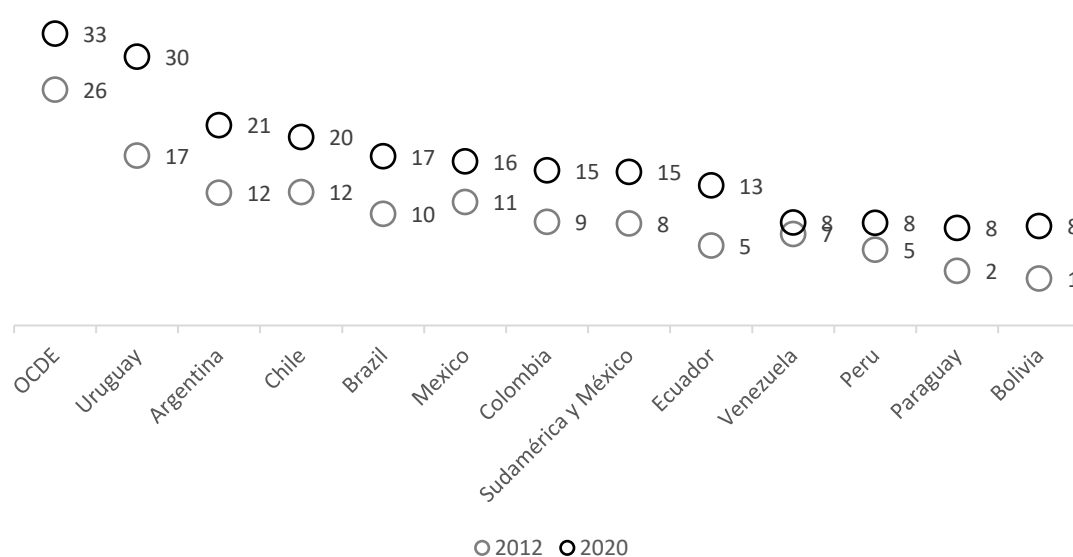
⁵ El indicador es utilizado por la UIT para medir el acceso a internet en los países a nivel global: <https://datahub.itu.int/dashboards/?id=2>. Asimismo, es utilizado por el MTC para la elaboración de estadísticas de indicadores de servicios públicos de telecomunicaciones en el Perú: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/1200333-estadisticas-de-indicadores-de-servicios-publicos-de-telecomunicaciones-dgprc>

⁶ El indicador es utilizado por el INEI para la elaboración de los boletines “Las tecnologías de información y comunicación en los hogares”: <https://m.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/tecnologias-de-la-informaciontic/1/#lista>

Asimismo, desde el año 2012 al 2020, el Perú solo ha crecido tres puntos porcentuales, menor al crecimiento de seis puntos porcentuales promedio de América del Sur (Sudamérica) y México, alcanzando el nivel de ocho suscriptores por cada 100 habitantes al 2020. El avance no es significativo ya que dicho indicador para el Perú al 2020 es menor al promedio de ese mismo año e igual al promedio de Sudamérica y México del año 2012, según la siguiente figura.

Figura 11.

Acceso al servicio de internet fijo para el año 2012 y 2020



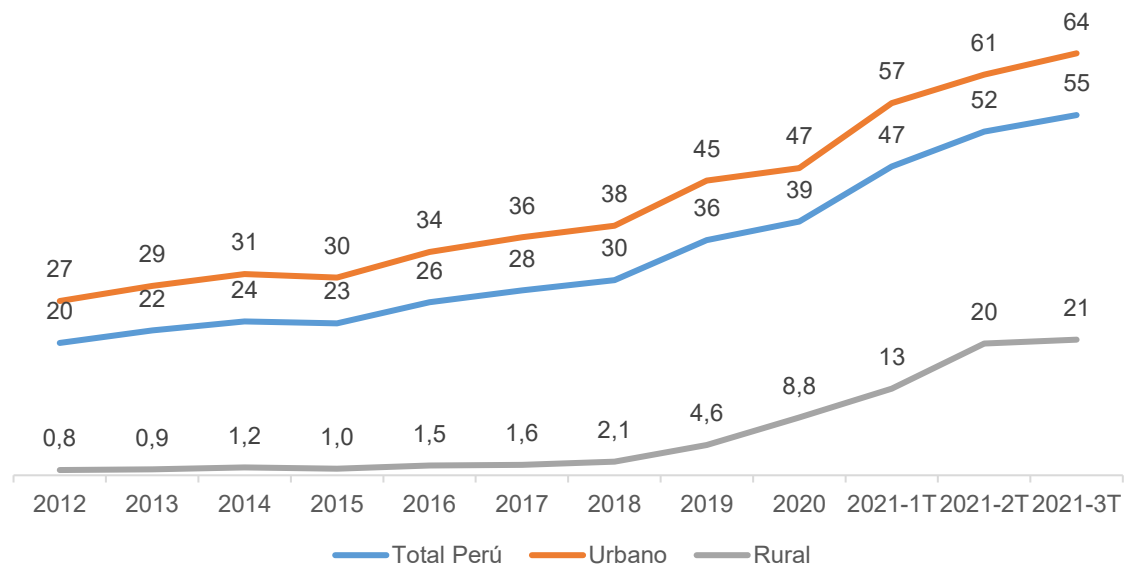
Nota: las cifras corresponden al número de suscriptores por cada 100 habitantes. Fuente de información: OCDE 2020. Elaboración propia

Con relación al indicador que mide el porcentaje de hogares con acceso a internet, en el año 2012, los hogares con conexión al servicio de internet en el ámbito urbano y total del Perú superaban al ámbito rural por 26 y 19 puntos porcentuales, respectivamente.

Al tercer trimestre del año 2021, los niveles de brecha que separa al ámbito rural del ámbito urbano y total del Perú se amplían a 43 y 34 puntos porcentuales, respectivamente, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 12.

Porcentaje de hogares con acceso a internet por ámbito geográfico



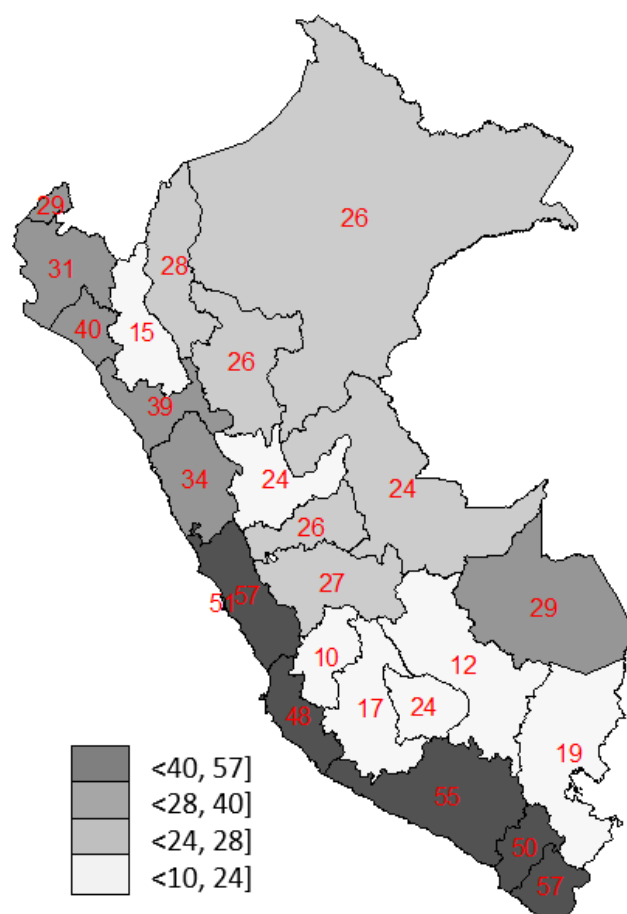
Fuente: Encuesta Nacional de Hogares, INEI. Elaboración propia

Asimismo, desde el año 2012 al tercer trimestre de 2021, el porcentaje de hogares que contrataron el servicio de internet en el ámbito rural han crecido 20 puntos porcentuales, menor al crecimiento de 37 puntos porcentuales del ámbito urbano, alcanzando un porcentaje de 21 por ciento al tercer trimestre de 2021.

A nivel regional, en el año 2020, los mayores niveles de hogares con conexión al servicio de internet se encuentran en las regiones de la costa: Lima, Tacna, Arequipa, Callao, Moquegua e Ica; y los menores niveles se encuentran en las regiones de la sierra y selva, siendo las más rezagadas: Ucayali, Huánuco, Apurímac, Puno, Ayacucho, Cajamarca, Cusco y Huancavelica; como se muestra en la siguiente figura.

Figura 13.

Porcentaje de hogares con conexión al servicio de internet por región



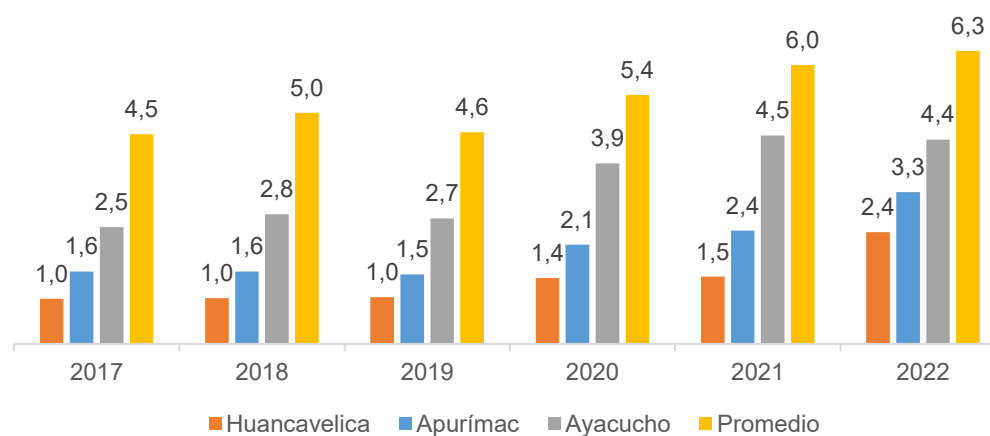
Nota: Fuente Encuesta Nacional de Hogares, INEI. Elaboración propia

En el ámbito de la presente investigación, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho presentaban niveles de 1.0, 1.6 y 2.8 suscriptores al servicio de internet fijo por cada 100 habitantes, respectivamente, los cuales estaban por debajo del promedio de 5.0 de todas las regiones del Perú.

Posteriormente, desde el inicio de operación de los tres proyectos en el año 2019, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho han registrado un número de suscriptores al servicio de internet fijo por cada 100 habitantes de 2.4, 3.3 y 4.4, respectivamente, para el año 2022, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 14.

Densidad de acceso a internet fijo: número de suscriptores a internet fijo por cada 100 habitantes

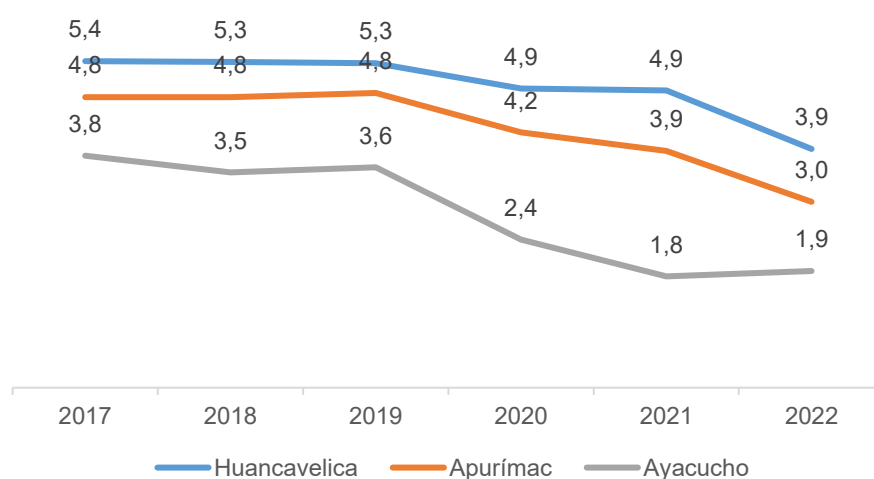


Nota: la información del 2022 corresponde al tercer trimestre. Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

Al año 2022, si bien los valores de las tres regiones se encuentran aún por debajo del valor promedio de 6.3, la diferencia que separa los valores de la densidad de acceso a internet fijo del valor promedio con cada una de las tres regiones presenta una tendencia a disminuir desde el año 2019 hasta el año 2022, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 15.

Diferencia entre el valor promedio y el valor por cada región de la densidad de acceso a internet fijo

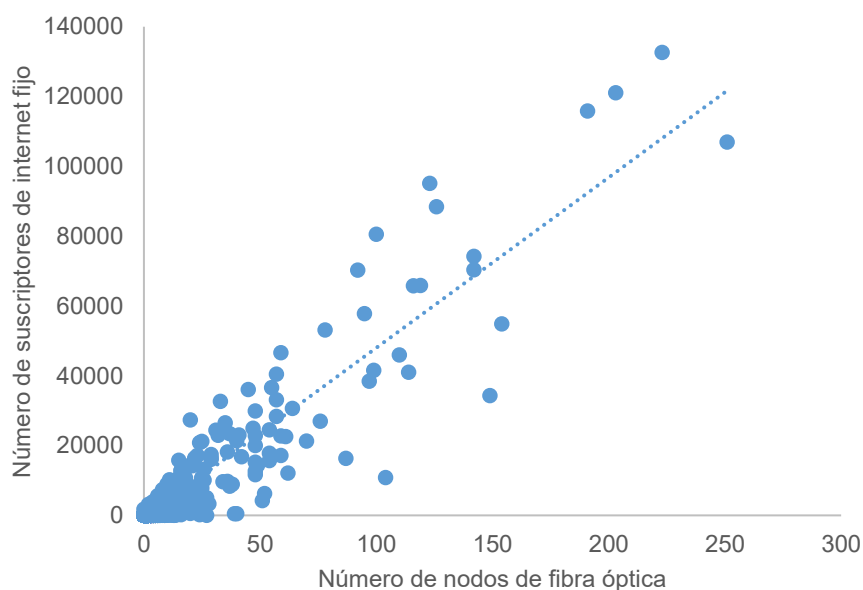


Nota: la información del 2022 corresponde al tercer trimestre. Fuente: DGPRC-MTC. Elaboración propia.

Por otro lado, como se muestra en la siguiente figura, se observa que la relación entre el número de nodos de fibra óptica y el número de suscriptores de internet fijo es positiva y significativa al año 2022 (ver anexo 1), en los 1874 distritos a nivel nacional.

Figura 16.

Relación entre el número de nodos de fibra óptica y número de suscriptores de internet fijo en los distritos



Nota: Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

En tal sentido, surge las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Existe una relación de causalidad entre el incremento de nodos de fibra óptica y el incremento de suscriptores al servicio de internet fijo en las regiones donde han iniciado operación los proyectos regionales de banda ancha de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
- ¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?

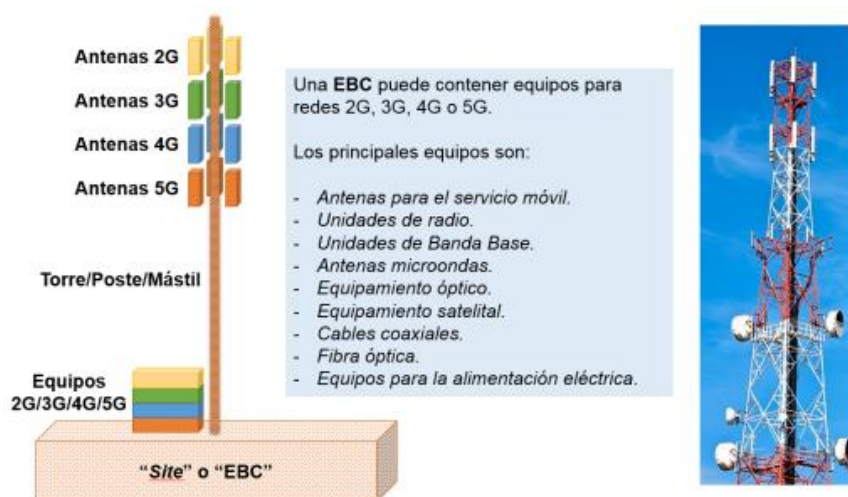
1.1.4 Estaciones base móvil (EBC)

De acuerdo con More y Gavilano (2020), las EBC contienen la infraestructura necesaria para la prestación de servicios como la telefonía móvil y el internet móvil en una

determinada zona geográfica, las cuales pueden albergar equipamiento de tecnologías 2G, 3G, 4G o 5G, según la siguiente figura.

Figura 17.

Diagrama simplificado de una EBC

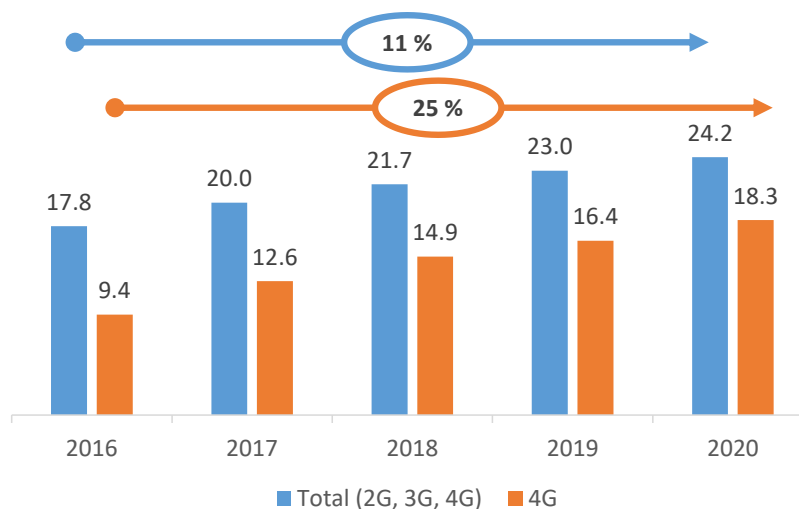


Nota: fuente y elaboración: More & Gavilano (2020)

Al año 2020, los operadores han desplegado 24.2 mil EBC a nivel nacional, con un crecimiento del 11 por ciento promedio anual desde el año 2016. En ese mismo periodo, las EBC que poseen tecnología móvil de cuarta generación (4G) han tenido un crecimiento de 25 por ciento promedio anual, alcanzando 18.3 mil EBC al año 2020.

Figura 18.

Número de estaciones base celular (EBC). Perú 2016-2020



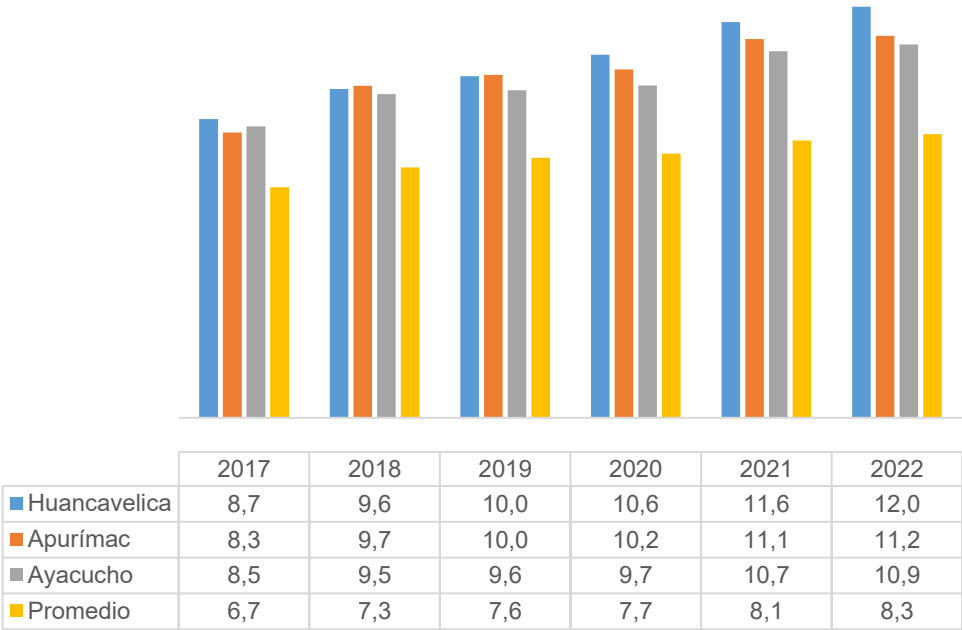
Nota: Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

Respecto al ámbito de la presente investigación, al año 2018, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho presentaban niveles de 9.6, 9.7 y 9.5 estaciones base móvil por cada 10,000 habitantes, respectivamente, los cuales eran superiores al promedio de 7.3 de todas las regiones del Perú.

Posteriormente, desde el inicio de operación de los tres proyectos en el año 2019, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho alcanzaron niveles de 12, 11.2 y 10.9, respectivamente, de estaciones base móvil por cada 10,000 habitantes al año 2022, los cuales se han mantenido por encima del promedio, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 19.

Número de estaciones base móvil por cada 10,000 habitantes

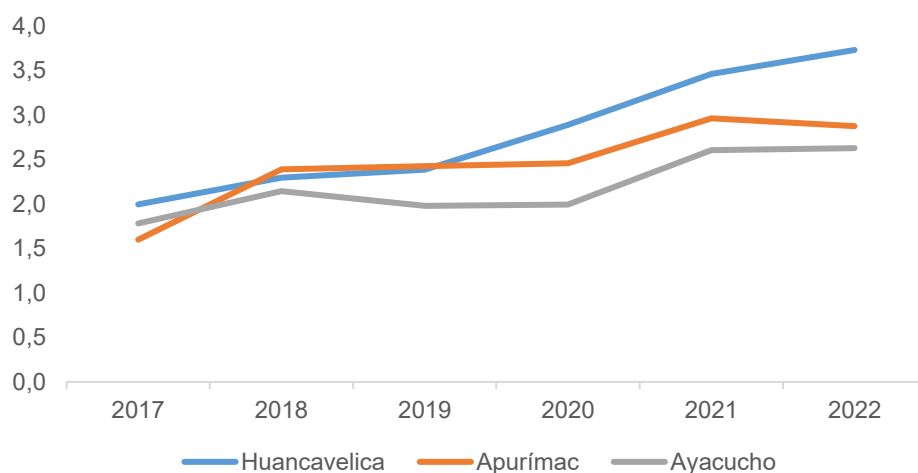


Nota: fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

Al respecto, la diferencia que separa los valores del número de estaciones base móvil de cada una de las tres regiones con el promedio, presenta una tendencia a crecer desde el año 2017 hasta el año 2022, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 20.

Diferencia entre el valor promedio y el valor por cada región respecto al número de estaciones base móvil por cada 10,000 habitantes

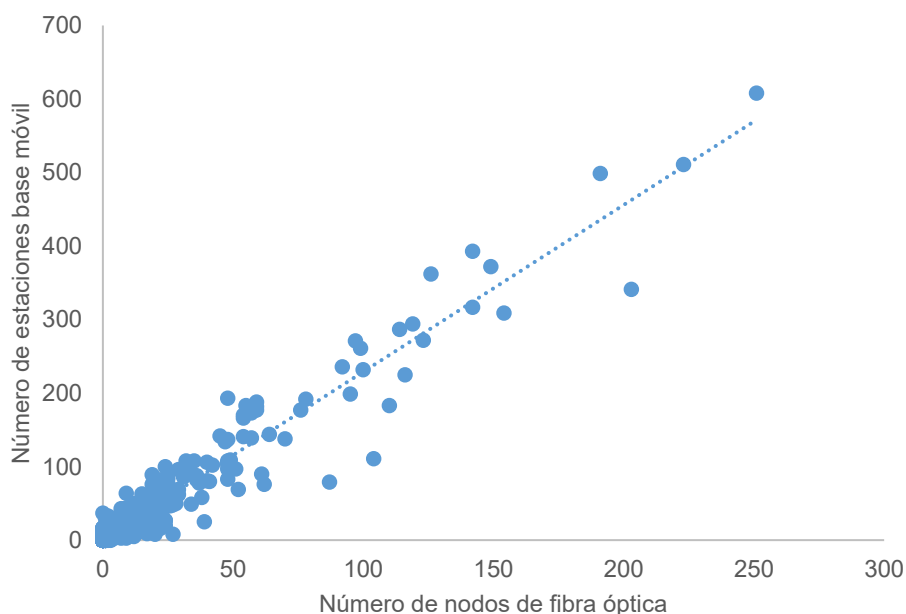


Nota: Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

Por otro lado, como se muestra en la siguiente figura, se observa que la relación entre el número de nodos de fibra óptica y el número de estaciones base móvil es positiva y significativa al año 2022 (ver anexo 1), en los 1874 distritos a nivel nacional.

Figura 21.

Relación entre el número de nodos de fibra óptica y número de estaciones base móvil a nivel distrital. Año 2022



Nota: Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

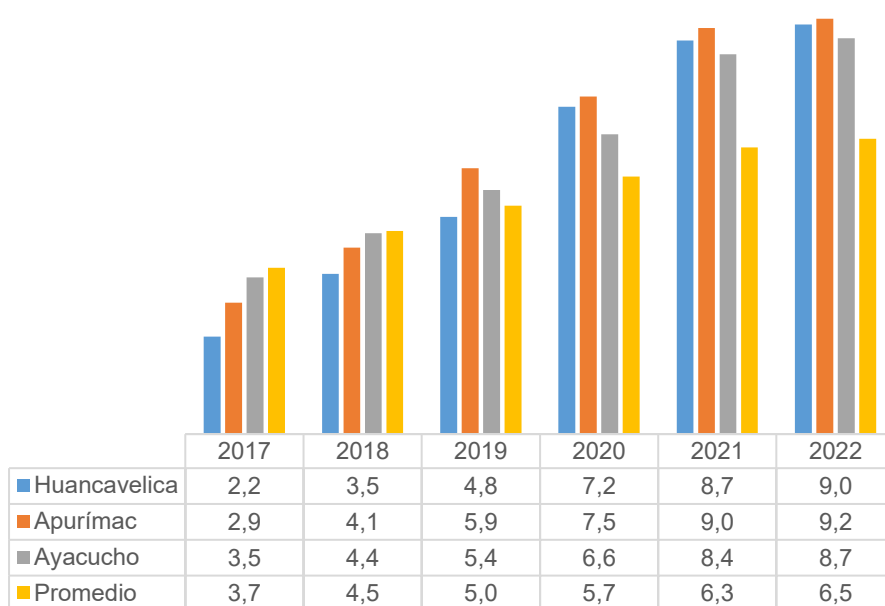
1.1.5 Estaciones base móvil 4G

Al respecto, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho presentaban niveles de 3.5, 4.1 y 4.4 estaciones base con al menos la tecnología 4G (en adelante, estaciones base 4G) por cada 10,000 habitantes, respectivamente, los cuales eran inferiores al promedio de 4.5 de todas las regiones del Perú.

Posteriormente, desde el inicio de operación de los tres proyectos en el año 2019, las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho alcanzaron niveles de 9, 9.2 y 8.7, respectivamente, de estaciones base 4G por cada 10,000 habitantes al año 2022, superando al valor promedio de 6.5, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 22.

Número de estaciones base 4G por cada 10,000 habitantes

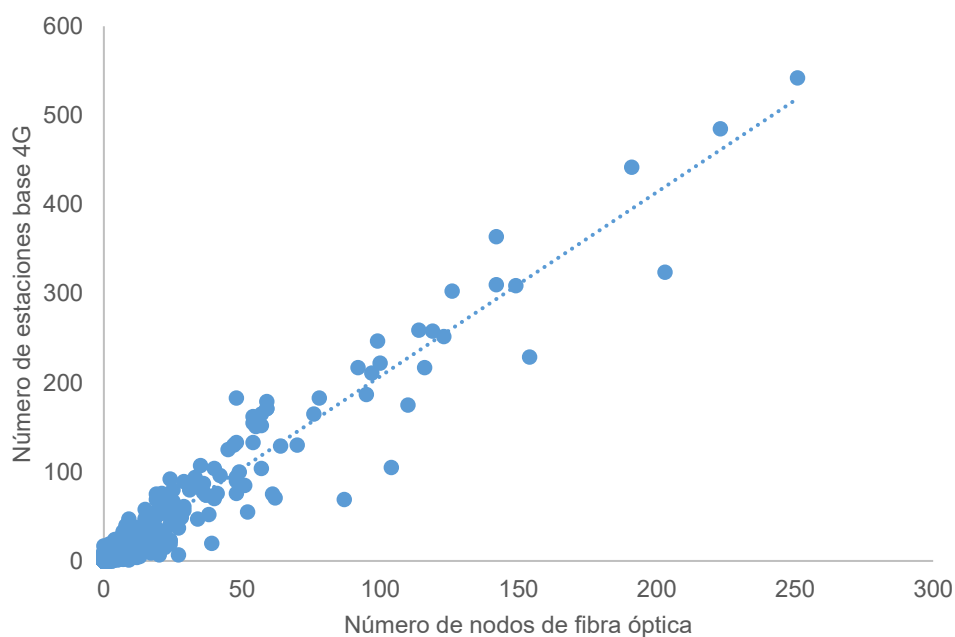


Nota: Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

Por otro lado, como se muestra en la siguiente figura, se observa que la relación entre el número de nodos de fibra óptica y el número de estaciones base 4G es positiva y significativa al año 2022 (ver anexo 1), en los 1874 distritos a nivel nacional.

Figura 23.

Relación entre el número de nodos de fibra óptica y número de estaciones base 4G a nivel distrital



Nota: Fuente DGPRC-MTC. Elaboración propia

En tal sentido, surge las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Existe una relación de causalidad entre el incremento de nodos de fibra óptica y el incremento de las estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones donde han iniciado operación los proyectos regionales de banda ancha de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
- ¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de las estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?

1.2 Caracterización del sector, institución o actores involucrados

Los actores involucrados se encuentran en la siguiente tabla resumen.

Tabla 2.

Actores involucrados del sector comunicaciones

N	NOMBRE DE LA ENTIDAD
1	Ministerio de Transportes y Comunicaciones

N	NOMBRE DE LA ENTIDAD
2	Programa Nacional de Telecomunicaciones
3	Organismo Supervisor de la Inversión Privada de Telecomunicaciones
4	Concesionarios de servicios públicos de telecomunicaciones
5	Usuarios

Nota: elaboración propia

1.2.1 Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

El ámbito de competencia, las funciones y la estructura orgánica del MTC están establecidas en la Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Ley N° 29370. Al respecto, de acuerdo con el artículo 4 de la citada Ley, el MTC es competente de manera exclusiva en la materia de infraestructura y servicios de comunicaciones. Asimismo, de acuerdo con el Texto Único Ordenado de la Ley de la Telecomunicaciones, el MTC otorga y revoca concesiones, y controla su correcta utilización.

1.2.2 Programa Nacional de Telecomunicaciones.

El PRONATEL fue creado mediante el Decreto Supremo N° 018-2018-MTC. De acuerdo con dicha norma, tiene como objetivo la provisión de acceso universal de servicios de telecomunicaciones, el desarrollo de la banda ancha en su ámbito de intervención, la promoción de servicios, contenidos, aplicaciones y habilidades digitales y la reducción de la brecha de infraestructura de comunicaciones, a nivel nacional.

Entre las funciones del PRONATEL, resaltan las siguientes:

- i) Conducir, formular, ejecutar, supervisar y evaluar las inversiones, proyectos y actividades para el cumplimiento de su objetivo.
- ii) Elaborar, gestionar y supervisar los estudios para la ejecución de las inversiones
- iii) Promover mecanismos de inversión público-privada de acuerdo al Decreto Legislativo N° 1362, Decreto Legislativo que regula la Promoción de la Inversión Privada mediante Asociaciones Público Privadas y Proyectos en Activos, para la prestación de los servicios de telecomunicaciones en el ámbito de intervención del PRONATEL

iv) Administrar el Fondo de Inversión en Telecomunicaciones – FITEI

En ese marco, y en virtud del numeral 7.4 de la Ley N° 29904⁷, el PRONATEL ha implementado los 21 proyectos regionales⁸, entre los cuales se encuentre los proyectos regionales en Huancavelica, Apurímac y Ayacucho, que forman parte de la presente investigación.

1.2.3 Organismo Supervisor de la Inversión Privada de Telecomunicaciones.

Sus funciones han sido establecidas en la Ley N° 27332, Ley Marco de los Organismos Reguladores de la Inversión Privada en los Servicios Públicos, entre las cuales se encuentran la supervisora, reguladora (fijar tarifas), normativa, entre otras. Asimismo, el Reglamento de la Ley N° 29904 dispuso que la tarifa de los servicios públicos de telecomunicaciones prestados, a través de las redes regionales y/o redes de acceso, se sujeta al marco normativo y regulatorio establecido por el OSIPTEL.

En virtud de las mencionadas normas, el OSIPTEL ha establecido las tarifas tope de acceso a internet para instituciones públicas, correspondientes a los Proyectos Regionales, de acuerdo con el siguiente cuadro:

Tabla 3.

Tarifas tope del servicio de acceso a internet en los Proyectos Regionales de Banda Ancha

Velocidad de descarga (Mbps)	Velocidad mínima garantizada (%)	Renta mensual (S/ sin IGV)
2	40 %	76.03
4	40 %	113.82
8	40 %	141.30
12	40 %	154.64
20	40 %	172.83
40	40 %	207.75

Nota: Fuente Resolución de Consejo Directivo N° 148-2018-CD/OSIPTEL

⁷ Numeral 7.4 del artículo 7 de la Ley N° 29904:

Facúltase al Fondo de Inversión en Telecomunicaciones - FITEI, a elaborar y financiar proyectos para el despliegue de redes de alta capacidad que integren y brinden conectividad de Banda Ancha a nivel distrital.

⁸ Enlace web con la información de cada proyecto regional:

<https://www.gob.pe/institucion/pronatel/informes-publicaciones/366482-proyectos-regionales>

1.2.4 Concesionario de servicios públicos de telecomunicaciones.

Es la empresa que ha sido contratada por el PRONATEL, y que poseen concesión otorgada por el MTC⁹, para llevar a cabo la construcción de los proyectos regionales, así como para la operación y mantenimiento de la red de acceso que brinda el servicio de internet fijo a las entidades públicas beneficiarias, y a aquellos usuarios que lo soliciten.

Para el caso de los proyectos regionales de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho la empresa contratista es el concesionario Gilat Networks S.A.C, quién brindará el servicio de internet fijo hasta el año 2029 de acuerdo con los contratos de financiamiento suscritos con el PRONATEL.

1.2.5 Usuarios.

Son las entidades públicas beneficiarias de los tres proyectos regionales, las cuales ascienden a 1883 entre locales escolares, puestos de salud y dependencias policiales, quienes pagan las tarifas reguladas por el OSIPTEL.

Asimismo, son usuarios los hogares y/o habitantes que se encuentran en el ámbito de influencia de los proyectos quienes podrán contratar el servicio sujeto a una contraprestación tarifaria establecida por la empresa contratista.

1.3 Formulación del problema (general y específicos)

De acuerdo con la descripción situacional, a fin de identificar los impactos de las inversiones efectuadas por el Estado, a través de los proyectos regionales de banda ancha en Apurímac, Ayacucho y Huancavelica, los cuales están operativos desde el año 2019, se formulan los siguientes problemas:

⁹ Artículo 47 del Texto Único Ordenado de la Ley de Telecomunicaciones, Decreto Supremo N° 013-93-TCC:

“Llámanse concesión al acto jurídico mediante el cual el Estado concede a una persona natural o jurídica la facultad de prestar servicios públicos de telecomunicaciones. El Ministerio otorgará concesión única para la prestación de todos los servicios públicos de telecomunicaciones (...).”

Tabla 4.*Formulación de problemas*

PROBLEMA	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
GENERAL	¿Cómo se puede evaluar el impacto de los proyectos regionales de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
Específico 1	¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
Específico 2	¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de enlaces microondas en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
Específico 3	¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?
Específico 4	¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de las estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?

Nota: elaboración propia

1.4 Objetivos de la investigación (general y específicos)

En congruencia con los problemas formulados, se plantea lo siguientes objetivos.

Tabla 5.*Formulación de objetivos*

OBJETIVO	FORMULACIÓN
GENERAL	Evaluar el impacto de los proyectos regionales de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específico 1	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

OBJETIVO	FORMULACIÓN
Específico 2	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de enlaces microondas en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específico 3	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específico 4	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

Nota: elaboración propia

1.5 Hipótesis general y específicas

En esa misma línea, se plantea las siguientes hipótesis.

Tabla 6.

Formulación de las hipótesis

HIPÓTESIS	FORMULACIÓN
GENERAL	Los proyectos regionales de banda ancha impactan en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específica 1	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específica 2	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de los nodos de enlaces microondas en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específica 3	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
Específica 4	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

Nota: elaboración propia

1.6 Justificación, alcances y limitaciones de la investigación

1.6.1 Justificación

La presente investigación se encuentra justificada bajo el sustento de mejorar las políticas públicas orientadas a incrementar el acceso al servicio de internet. En esa línea, resulta necesario evaluar los impactos de los proyectos de banda ancha que han iniciado operación, implementados en el marco de la Ley 29904, Ley de Promoción de la Banda Ancha y Construcción de la red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, y su reglamento.

1.6.2 Alcance

La investigación tendrá como alcance a los proyectos de banda ancha en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica, los cuales están operativos desde junio y julio de 2019, y su ámbito será considerado como parte de la muestra de tratamiento.

Por otro lado, si bien los proyectos de las regiones de Lambayeque, Lima y Cusco han iniciado operación en el año 2021, y los proyectos de las regiones de Moquegua y Tacna lo hicieron en el año 2022 e Ica en el año 2023, no serán considerados como parte de la muestra de tratamiento, dado que el tiempo transcurrido desde el inicio de operación hasta el año 2022 es mucho menor con relación a los proyectos de las regiones Huancavelica, Apurímac y Ayacucho, como se mostró en la Tabla 1.

El resto de los proyectos regionales se encuentran aún en etapa de implementación y reformulación, y su ámbito será considerado en esta investigación como parte de la muestra del contrafactual.

1.6.3 Limitaciones

La investigación utilizará fuentes de información pública con representatividad distrital dado que el alcance de los proyectos regionales de banda ancha es distrital, lo cual dificultará la obtención de fuentes de información. Por ejemplo, las bases de datos de la Encuesta Nacional de Hogares del INEI y la Encuesta Residencial de Telecomunicaciones del OSIPTEL poseen representatividad regional.

Capítulo II. Marco teórico conceptual

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Políticas públicas para el desarrollo de la banda ancha

Las políticas públicas son productos resultantes de actividades políticas que comprenden un conjunto de decisiones y acciones relacionadas con la asignación imperativa de valores. Una política pública suele involucrar más de una decisión y requiere varias acciones estratégicamente seleccionadas para implementar las decisiones tomadas (Graças Rua, 1997).

De forma análoga, Nioche (1997) define a la política pública como la secuencia de acciones que conducen (o se traducen) a una respuesta más o menos institucionalizada, a una situación juzgada como problemática. De forma análoga, Birkland (2020) sostiene que la política pública se hace en respuesta a algún tipo de problema público y eso amerita algún tipo de respuesta gubernamental.

En ese marco, se encuentra el desarrollo de las políticas de banda ancha, el cual busca atender el problema de reducir las brechas y el riesgo de que algunos grupos puedan perder los beneficios económicos y sociales, del acceso y uso de la banda ancha. Para tal efecto, se propone que la banda ancha sea concebida como un ecosistema que incluya redes, los servicios que transportan, las aplicaciones que entregan y los usuarios, yendo más allá de la noción tradicional de un tipo específico de conectividad de red o velocidad mínima de transmisión (Yongsoo et al., 2010).

En esa misma línea, Barrantes (2010) establece que las políticas públicas para el desarrollo de la banda ancha pueden contemplar objetivos vinculados a la disponibilidad y uso de las aplicaciones de banda ancha para el crecimiento económico, y objetivos de equidad, para superar las grandes brechas en conectividad, lo cual requiere de una inversión importante en redes de transmisión de alta capacidad y mejoras en las redes de acceso que permitan las velocidades requeridas por la demanda de aplicaciones intensivas de banda ancha.

Asimismo, Jordan (2010) sostiene que la banda ancha es el elemento central de una nueva dinámica del desarrollo con base en la información y el conocimiento, cuya evolución depende de la sinergia entre los elementos que la conforman: infraestructura de redes, difusión y calidad del acceso, disponibilidad de aplicaciones y contenidos que generen valor, y capacidades necesarias para su aprovechamiento; y que la infraestructura es la condición básica de este sistema, fundamentando que, en general, las políticas públicas den prioridad y modernización de la redes.

Por su parte, la OCDE y BID (2016) indica que diseñar e implementar políticas de banda ancha resulta fundamental, a través del fomento de la inversión y la competencia, dada la persistencia de las brechas de disponibilidad y penetración de banda ancha que impide que la población se beneficie de los dividendos digitales; y que una condición previa para ampliar la utilización de la banda ancha por personas y empresas es la disponibilidad de infraestructura y servicios finales de banda ancha en el área geográfica donde se encuentren los posibles usuarios.

Del mismo modo, Echeberría (2020) sostiene que la disponibilidad de infraestructura constituye un factor indispensable para garantizar el crecimiento de internet, brindando la posibilidad de conectar a nuevos usuarios (por ejemplo, en zonas de baja densidad poblacional); y esto a su vez, trae como resultado una necesidad permanente de inversión en nueva infraestructura.

La CEPAL (2020), frente a las diferencias significativas de conectividad entre los quintiles de ingresos, la zona urbana y rural en los países de América Latina, plantea como requisito esencial (pero no suficiente) contar con acceso a banda ancha de alta velocidad, para construir una sociedad digital inclusiva.

2.1.2 Importancia de las políticas públicas de banda ancha

La importancia de las políticas públicas de banda ancha yace en los impactos positivos que genera sobre la economía y bienestar social. A continuación, se cita algunos ejemplos de la evidencia empírica de los impactos cuantitativos que genera la banda ancha sobre la economía.

Czernich et al. (2009) estimaron los efectos de la infraestructura de banda ancha en el crecimiento económico, a partir del modelo de datos de panel, utilizando datos de los países de la OCDE entre el periodo del año 1996 y 2007. Los resultados econométricos muestran que un incremento de 10 puntos porcentuales en la penetración de banda ancha incrementaría el valor del PBI per cápita entre 0.9 y 1.5 %.

Qiang et al. (2009) estudiaron los impactos macroeconómicos de la banda ancha tanto en países desarrollados como en desarrollo, a partir del modelo de crecimiento endógeno transversal de Barro (1991), utilizando datos de 120 países entre el periodo del año 1980 y 2006. Los resultados econométricos muestran que un incremento de 10 puntos porcentuales en el acceso a internet incrementaría el valor del PBI de los países desarrollados y en desarrollo, en 0.77 % y 1.12 %, respectivamente.

Koutroumpis (2009) analiza como la penetración de banda ancha afecta al crecimiento económico, utilizando un modelo de ecuaciones simultaneas en 22 países de la OCDE entre el periodo 2002 y 2007. Los resultados econométricos indican una relación positiva entre el crecimiento de la banda ancha y crecimiento económico, dado que un incremento del 10% de la penetración de banda ancha genera un aumento en 0.25 % de crecimiento económico.

Aguilar et al. (2021) estimaron el impacto del acceso a internet en el crecimiento económico del Perú, a partir de la función de producción de Cobb-Douglas y el modelo econométrico Autoregressive Distributed Lag (ARDL), utilizando datos de series de tiempo con periodicidad trimestral entre el primer trimestre de 2011 y el cuarto trimestre de 2019. Los resultados muestran que un incremento de 10 puntos porcentuales en el acceso a internet incrementaría el valor del PBI en 2 %.

De Los Ríos (2010) analizó el impacto del uso de internet sobre el bienestar de los hogares peruanos, a partir de la metodología de diferencias en diferencias sobre un panel de datos, utilizando la base de datos de la ENAHO para los años 2007-2009. Los resultados muestran que el uso de internet de los hogares permitió aumentar su nivel de ingresos y gastos, en promedio 19 % y 14 % más, respectivamente, que aquellos que no

han utilizado internet; asimismo, dentro del grupo de individuos empleados, el crecimiento de los ingresos laborales era más alto en aquellos que usaban internet.

Fernández et al. (2011) evaluaron el impacto del acceso a las tecnologías de información y comunicación (telefonía fija, móvil e internet) sobre el nivel de ingresos de los hogares del Perú, a partir de la metodología no experimental Propensity Score Matching y la estimación de datos de panel con efectos fijos, utilizando la base de datos en forma de panel de la ENAHO para los años 2002-2006. Los resultados muestran que el acceso a internet y de la telefonía móvil incrementa en aproximadamente 104 y 28 soles el ingreso promedio per cápita mensual de un hogar, respectivamente; y de manera conjunta, ambos servicios incrementan en 216 soles el ingreso promedio per cápita de un hogar.

Chahuara y Trelles (2014) evaluaron el impacto que generaría el acceso al servicio de internet sobre el bienestar de los hogares peruanos, a partir de la metodología de efectos del tratamiento por cuantiles o Quantile Treatment Effects (QTE), utilizando una muestra representativa de la ERESTEL del año 2013. Los resultados muestran que el acceso a internet tiene impactos heterogéneos y positivos sobre el nivel de gastos, que varían entre 9.2 % y 38.8 %, sobre los hogares que no acceden a internet.

Aguilar et al. (2020) estimaron el impacto del acceso a internet en el bienestar de los hogares, a partir del método de evaluación de impacto cuasiexperimental de diferencias en diferencias y emparejamiento (Propensity Score Matching), utilizando los datos de panel de la ENAHO para el periodo 2017 y 2019. Los resultados muestran que el acceso a internet tiene un impacto positivo sobre el nivel de ingresos (S/ 298.5) y gastos (S/ 173.6) mensuales de los hogares.

Por lo tanto, las fuentes de investigación concluyen que la banda ancha genera beneficios tanto macroeconómicos (crecimiento económico), como microeconómicos (incremento de ingresos o gastos de los hogares), resaltando a las políticas públicas para incrementar la disponibilidad de la infraestructura, dada que es condición necesaria, pero no suficiente, para que la población, las entidades públicas o privadas puedan acceder y utilizar los servicios de conectividad (internet, servicio móvil, entre otros).

2.1.3 Políticas públicas para incrementar la disponibilidad de banda ancha

Existe evidencia de aplicación de políticas públicas de financiamiento de oferta e implementación de infraestructura con impactos favorables sobre el incremento de la disponibilidad y de los accesos a internet, de acuerdo con los siguientes estudios.

Dinterman y Rencow (2016) evaluaron el impacto del programa de préstamo de banda ancha de bajo costo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ofrecidos principalmente a pequeñas empresas de servicios de telecomunicaciones quienes tenían que cofinanciar el 15 % del total de la inversión, sobre el incremento de la disponibilidad de banda ancha en los códigos postales con población de 20,000 habitantes o menos sin acceso a banda ancha, a partir de un modelo de panel de recuento de Poisson con datos semestrales para el periodo 1999 y 2008.

El programa tuvo impactos significativos en los códigos postales que recibieron el préstamo, dado que el modelo evidenció que el promedio marginal del efecto de la recepción del préstamo en los códigos postales tratados fue de 0.092 proveedores de banda ancha adicionales anualmente en comparación con las ubicaciones que no recibieron préstamos.

Kandilov et al. (2017) evaluaron el impacto del programa de préstamo de banda ancha de bajo costo del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ofrecidos principalmente a pequeñas empresas de servicios de telecomunicaciones, sobre el incremento de accesos a internet, a partir de un modelo econométrico que pondera la probabilidad inversa para controlar la selección endógena, a fin de que los condados que recibieron préstamos y los que no recibieron préstamo sean comparables en términos de características observables y no observables, utilizando una base de datos a nivel de condado de los Estados Unidos sobre ventas y gastos agrícolas 2000 y 2007.

El programa tuvo impactos significativos en los condados rurales en áreas adyacentes al área metropolitana que recibieron el préstamo, dado que la fracción de fincas con acceso a internet de alta velocidad es superior en 19.1 y 3.3 puntos porcentuales, para el programa piloto y actual, respectivamente.

Briglauer et al. (2019) evaluaron el impacto del programa de financiamiento “Banda ancha para Bavaria” en el incremento de los accesos de banda ancha y empleo en los municipios rurales de Alemania, a partir de un modelo econométrico de diferencias en diferencias y la técnica de emparejamiento PSM, utilizando una base de datos con frecuencia anual para el periodo 2010-2014 para 1885 municipios (1129 tratados y 756 de control).

El programa incrementó entre 18.4 y 25.4 puntos porcentuales las cuotas de mercado de velocidades de banda ancha en los municipios asistidos más que los no asistidos.

Asimismo, se identificó un total de 7,174 de residentes adicionales que fueron inducidos por el programa entre los años 2010 y 2011. En tal sentido, el programa sirvió como medio para evitar la despoblación de los municipios rurales.

Beard et al. (2020), sobre el incremento de la adopción de la banda ancha en los hogares de Estados Unidos, evaluaron el impacto del programa “Broadband Technology Opportunity Program - BTOP”, el cual contemplaba el mejoramiento de la infraestructura de conectividad de entidades públicas, el establecimiento de centros comunitarios de acceso a internet y cursos, a partir de un modelo econométrico de diferencias en diferencias, utilizando una base de datos de corte transversal para los años 2009, 2010, 2013 y 2015.

El programa BTOP no tuvo impactos significativos en la adopción de banda ancha en los Estados Unidos, concluyendo que si un hogar no está interesado en la banda ancha en la era COVID, convencerlo de lo contrario resulte infructuoso.

Whitacre y Gallardo (2020) evaluaron el impacto del programa de financiamiento del Estado y las restricciones en los servicios municipales, sobre la disponibilidad de banda ancha en los Estados Unidos, medido a través del porcentaje de residentes con acceso a internet fijo, a partir de un modelo econométrico de datos de panel dinámico que utiliza una base de datos a nivel de condado de 2012 a 2018.

El programa de financiamiento tuvo impactos positivos y significativos en la disponibilidad de banda ancha en los condados rurales de +1.8 puntos porcentuales en el porcentaje de población con acceso a internet de 25 Mbps de descarga y 3 Mbps de carga, y +2.1 puntos porcentuales en el porcentaje de población con acceso a internet de fibra óptica; asimismo, la eliminación de restricciones municipales en los condados generaría un impacto de +3.7 puntos porcentuales en el porcentaje de población con acceso a internet de 25 Mbps de descarga y 3 Mbps de carga, y +1.6 puntos porcentuales en el porcentaje de población con acceso a internet de fibra óptica.

Chaves (2020) estudió el impacto del Proyecto Nacional de Fibra Óptica – PNFO en la penetración de internet fijo residencial en Colombia, a partir de un modelo econométrico de diferencias en diferencias y la técnica de emparejamiento PSM, utilizando datos de panel con frecuencia anual para el periodo 2010-2016.

Los resultados muestran que el proyecto tuvo un impacto positivo y significativo sobre el internet fijo residencial, ya que incrementó en 0.13 desviaciones estándar el índice de penetración de internet fijo residencial - IPIFR en el corto plazo (año 1 y 2 de tratamiento). El efecto del proyecto se dio mediante un aumento del número de operadores en los municipios tratados. Es así que, el incremento en una desviación estándar en el número de operadores aumentó el IPIFR en 0.07 desviaciones estándar para los municipios tratados.

De la información analizada, destaca el uso de las metodologías de evaluación de impacto de diferencias en diferencias y PSM, tanto para la identificación de impactos económicos (De Los Ríos F., 2010), (Fernández & Medina, 2011), (Aguilar et al., 2020), como en el incremento en la disponibilidad y accesos a internet (Briglauer et al., 2019), (Beard et al., 2020) y (Chaves, 2020).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 La evaluación de impacto

Esta investigación utilizará las bases teóricas de evaluación de impacto dado que el objetivo es medir los cambios que han generado los proyectos regionales de banda

ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso de telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

De acuerdo con Gertler et al. (2017), la evaluación mide el impacto de un programa (causa) en un resultado de interés (efecto), basado en la construcción de una teoría del cambio y una cadena de resultados, siendo uno de los numerosos métodos que existen para apoyar las políticas públicas basadas en evidencia.

Al respecto, la teoría de cambio expone la lógica causal de cómo y por qué un proyecto, un programa o una innovación lograrán resultados previstos; y que la cadena de resultados es una manera de describir una teoría de cambio, el cual contempla el desarrollo de los siguientes elementos (Gertler et al., 2017).

Figura 24.

Los elementos de una cadena de resultados



Nota: Fuente Gertler, Martínez, Premand, Rawlings, & Vermeersch (2017)

En el marco de la presente investigación, los proyectos de banda ancha han dotado de productos a las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho, mediante el despliegue de redes y nodos de fibra óptica de las capitales provinciales a las capitales distritales, y despliegue de redes y nodos de enlaces microondas entre las capitales

distritales a las localidades beneficiarias (bienes), en donde se ofrece el servicio de internet fijo.

Asimismo, las evaluaciones de impacto establecen hasta qué punto un programa d , y solo ese programa, provocó un cambio δ en un resultado y (Gertler et al., 2017), cuya ecuación básica es la siguiente.

$$\delta = (y|d = 1) - (y|d = 0)$$

De la fórmula, la evaluación de impacto se enfrenta al problema de identificación debido a que solo uno de los resultados potenciales es observable (García Núñez, 2011), o también denominado el problema del contrafactual, dado que es imposible medir al mismo sujeto en dos realidades diferentes al mismo tiempo (Gertler et al., 2017).

Por esa razón, se han desarrollado metodologías para crear un grupo de comparación válido y de esa forma atender el problema de identificación o del contrafactual, los cuales han sido recopilados por diversos autores (Gertler et al., 2017), (García Núñez, 2011) y (Khandker et al., 2010).

2.2.1.1 El efecto tratamiento promedio (ATE). De acuerdo con lo desarrollado por García Núñez (2011), basado en el trabajo de Rubin (1974), se formula lo siguiente:

Dado las siguientes variables para cada unidad i , donde $i = 1, \dots, N$, se tiene que:

d_i = variable binaria que mide si cada unidad i recibe o no recibe el tratamiento.

y_{0i} = resultado potencial si la unidad i no recibió el tratamiento

y_{1i} = resultado potencial si la unidad i recibió el tratamiento

x_i = vector de características observables de la unidad i

ε_i = vector de características no observables de la unidad i

y dado que el efecto tratamiento individual para una unidad i no está identificado pues uno de sus elementos no es observable, podría ser más conveniente analizar el efecto tratamiento promedio para la población omitiendo el subíndice i :

$$\delta = ATE = E(y_1 - y_0) = E(y_1) - E(y_0)$$

Asimismo, se tiene los siguientes supuestos:

Supuesto (1). Los resultados potenciales son estadísticamente independientes de “d”. En símbolos $(y_0, y_1) \perp d$. Dada esta condición, se tendrá que:

$$ATE = E(y_1 - y_0) = E(y_1) - E(y_0) = E(y_1 | d = 1) - E(y_0 | d = 0)$$

Y bajo el supuesto de que y_1 e y_0 sean observables, se tiene que:

$$ATE = E(y_1 - y_0) = E(y_1) - E(y_0) = E(y | d = 1) - E(y | d = 0)$$

Supuesto (2). Los resultados potenciales son independientes en medias de “d” si $E(y_j | d) = E(y_j)$, para $j = 0, 1$. De forma equivalente, $E(y_j | d = 1) = E(y_j | d = 0)$.

2.2.1.2 El efecto tratamiento sobre los tratados (ATET¹⁰). Es frecuente que los programas no sean de aplicación universal sino solamente en la población objetivo. En tal sentido, el impacto del programa se mide únicamente en el grupo tratado, dado que interesa comparar la situación real del grupo beneficiario con la situación contrafactual de ellos mismos en el caso hipotético de que no hubieran recibido el beneficio del programa, sin considerar el efecto sobre los no tratados. A este impacto se le llama el ATET (García Núñez, 2011).

$$\delta_T = ATET = E(y_1 - y_0 | d = 1) = E(y_1 | d = 1) - E(y_0 | d = 1)$$

Bajo el supuesto (1) o (2), se cumple que ATET es igual que ATE, de acuerdo con las siguientes ecuaciones:

$$\delta_T = ATET = E(y_1 - y_0 | d = 1) = E(y_1 | d = 1) - E(y_0 | d = 1)$$

$$\delta_T = ATET = E(y_1 - y_0 | d = 1) = E(y_1 | d = 1) - E(y_0 | d = 0)$$

$$\delta_T = ATET = E(y | d = 1) - E(y | d = 0) = ATE$$

2.2.1.3 El efecto tratamiento *condicionado*. Los resultados mencionados se pueden generalizar si se condicionan a las características observables x (sexo, nivel educativo, estado civil, entre otros), lo que podría entenderse como limitar el análisis a una subpoblación con características x (García Núñez, 2011). Las definiciones de ATE y ATET condicionados a x se muestran en las siguientes ecuaciones:

$$ATE|x = E(y_1 - y_0 | x)$$

¹⁰ Es la abreviatura de *Average Treatment Effect on the Treated*

$$ATET|x = E(y_1 - y_0 | d = 1, x)$$

Supuesto (1'): y_j es estadísticamente independiente de d , dado x : $y_j \perp d | x$

Supuesto (2'): y_0, y_1 son independientes en media condicional de d , dado x :

$$E(y_j | d, x) = E(y_j | x), \text{ para } j = 0, 1$$

Supuesto (3): $0 < P(d = 1 | x) < 1$

Dado los supuestos (2') y (3):

$$ATE|x = E(y_1 - y_0 | x) = E(y_1 | x) - E(y_0 | x)$$

$$ATE|x = E(y_1 - y_0 | x) = E(y_1 | d = 1, x) - E(y_0 | d = 0, x)$$

$$ATE|x = E(y_1 - y_0 | x) = E(y | d = 1, x) - E(y | d = 0, x)$$

Sesgo por incumplimiento de los supuestos.

Al incumplir los supuestos antes mencionados, entonces el estimador $\hat{\delta}$ será sesgado al querer estimar el ATE o el ATET (García Núñez, 2011). Frente a ello, se tendrá los siguientes casos:

- Cuando los grupos beneficiarios y no beneficiarios difieren en las características observables x , entonces existirá “selección en observables”.

$$E(y_j | d) \neq E(y_j), \text{ pero } E(y_j | d, x) = E(y_j | x)$$

- Cuando los grupos beneficiarios y no beneficiarios difieren en las características no observables ϵ , entonces existirá “selección en no observables”.

$$E(y_j | d, x) \neq E(y_j | x), \text{ pero } E(y_j | d, x, \epsilon) = E(y_j | x, \epsilon)$$

- Un estimado consistente de ATE en el caso de selección en observables, bajo el supuesto (2'), puede obtenerse con regresiones lineales (Wooldridge, 2001).

$$y_i = \beta_0 + \beta_d d_i + \beta_2 x + \beta_3 (d_i(x - \bar{x})) + u_i$$

2.2.2 Métodos experimentales

Regresión discontinua. La importancia de esta metodología, de acuerdo con García Núñez (2011), consiste en que se puede identificar el efecto tratamiento promedio al menos localmente alrededor de la discontinuidad de una variable, debido a la similitud

de los individuos por encima o debajo de un umbral. El autor desarrolla la metodología según lo siguiente:

La variable X es continua y determina los valores de tratamiento d_i , si estos últimos se encuentran a un lado o al otro de un umbral fijo c .

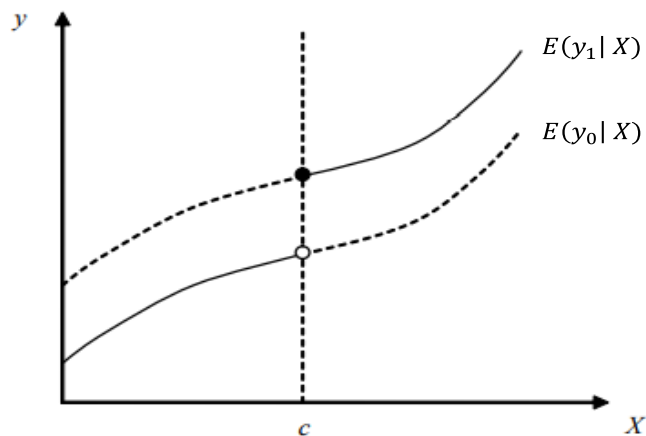
Dado un punto de corte c , si la relación entre X y los resultados potenciales y_i es suave, cualquier discontinuidad observable en $E[y|X]$ será el efecto del tratamiento en el punto c .

Gráficamente, las líneas punteadas indican la esperanza condicional de los resultados potenciales dado X , $E[y|X]$ para $j = 0,1$. En tanto la línea continua indica la esperanza condicional del resultado observado, el cual matemáticamente es:

$$E[y|X] = E[y|d = 0, X].Pr[d = 0|X] + E[y|d = 1, X].Pr[d = 1|X]$$

Figura 25.

Regresión discontinua aguda-parte 1



Nota: fuente García Núñez (2011)

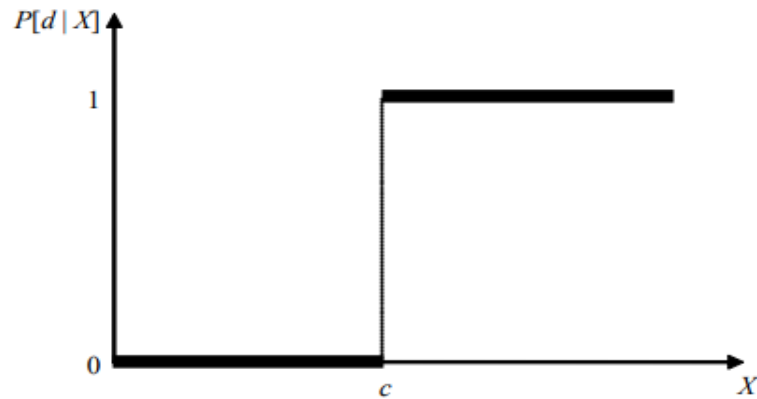
En el mencionado gráfico, el efecto tratamiento es el salto en la esperanza condicional de y dado X .

$$ATE = \lim_{x \rightarrow c^+} E(y_i|X_i = x) - \lim_{x \rightarrow c^-} E(y_i|X_i = x)$$

Asimismo, gráficamente se puede mostrar la relación entre X y la probabilidad de recibir el tratamiento dado X , o sea $P[d|X]$.

Figura 26.

Regresión discontinua aguda-parte 2



Nota: fuente García Núñez (2011)

Se asume que se cumple el supuesto (2') pero ya no se cumple el supuesto de matching u overlapping ($0 < Pr[d|X] < 1$).

El incumplimiento de este supuesto genera inconvenientes en la identificación del efecto tratamiento. El efecto tratamiento promedio en el punto c es:

$$ATE = E[y_1 - y_0 | X = c] = E[y_1 | X = c] - E[y_0 | X = c]$$

El primer término es estimable con dificultad pues es necesario que exista un número significativo de observaciones de $X = c$, lo cual podría no cumplirse dado que x es continua.

El segundo término, no se tiene datos de y_0 para $X = c$, por lo que es necesario identificar los efectos localmente alrededor de c .

Supuestos de regresión discontinua aguda que permiten identificar el efecto.

- i) Continuidad de la función de regresión condicional: $E[y_j | X = x]$ es continua en x , para $j = 0, 1$
- ii) Continuidad de la función de distribución condicional: Sea $F_{y_j|X}(a|b) = \Pr(y_j < a | X = b)$, asumimos que $F_{y_j|X}(a|b)$ es continua en a para todo b , $j = 0, 1$

Bajo estos supuestos:

$$E[y_0 | X = c] = \lim_{x \rightarrow c^-} E[y_0 | X] = \lim_{x \rightarrow c^-} E[y_0 | d = 0, X] = \lim_{x \rightarrow c^-} E[y | X]$$

Y de forma análoga,

$$E[y_1|X = c] = \lim_{x \rightarrow c^+} E[y_1|X] = \lim_{x \rightarrow c^+} E[y_1|d = 1, X] = \lim_{x \rightarrow c^+} E[y|X]$$

Por lo tanto,

$$ATE = E[y_1|X = c] - E[y_0|X = c] = \lim_{x \rightarrow c^+} E[y|X] - \lim_{x \rightarrow c^-} E[y|X]$$

Finalmente, el ATE se puede estimar mediante una regresión semi-lineal del tipo:

$$y_i = \beta_d d_i + g(X_i) + u_i$$

Donde $g(X_i)$ es una función continua $X = c$. Aquí se cumple que:

$$ATE = \lim_{x \rightarrow c^+} E[y|X] - \lim_{x \rightarrow c^-} E[y|X] = \beta_d$$

2.2.3 Métodos no experimentales

2.2.3.1 Propensity Score Matching. La técnica es usada en el análisis de políticas a través de datos no experimentales.

En esta técnica se cumple el supuesto del “matching” y por ello los grupos beneficiarios y no beneficiarios comparten ciertas características en un rango común (García Núñez, 2011).

De acuerdo con García Núñez (2011), mediante la conformación de parejas, se busca definir un grupo de no beneficiarios (grupo de control) tal que cualquier variable confundidora quede balanceada entre el grupo de tratamiento y grupo de control, y así evitar que generen sesgo.

No obstante, García Núñez (2011) advierte que el pareo exhibe un problema llamado “problema de dimensionalidad”, dado que los individuos suelen tener muchas características observables y es posible que para muchas unidades i no exista su par exacto j que compara todas esas características (por ejemplo, la edad, el sexo, el nivel educativo, entre otros).

Frente a ello, García Núñez (2011) sostiene que una alternativa de resolver el problema de la dimensionalidad es crear un puntaje o “propensity score” que resuma en una sola variable a todas las características x de los individuos. El autor desarrolla la metodología según lo siguiente:

El propensity score es la estimación de la probabilidad de ser beneficiario del programa $P(x) = Pr(d = 1|x)$. Supuestos:

a) Independencia condicional: $(y_i^T, y_i^C) \perp d_i | x_i$

x_i : vector de características observables

d_i : variable binaria que mide si cada unidad i recibe o no recibe el tratamiento

y_i^T : resultado potencial si la unidad i recibió el tratamiento (participantes)

y_i^C : resultado potencial si la unidad i no recibió el tratamiento (no participantes)

b) Presencia de soporte común: $0 < P(d_i = 1|x_i) < 1$

Esta condición asegura que las observaciones de tratamiento tengan observaciones de comparación “cercanas” en la distribución del propensity score y se recomienda efectuar inferencias solo en el ámbito del soporte común (Heckman et al., 1997), (Heckman et al., 1999) y (Khandker et al., 2010).

Rosenbaum y Rubin (1983) demostraron que si bajo los supuestos de strong ignorability en el soporte común, entonces se cumple que $(y_1, y_0) \perp d | Pr(x), \forall x \in X$

La probabilidad es estimada a través de los modelos Logit o Probit y luego se hace el pareo:

➤ Vecino más cercano: $A_i(Pr(x)) = \{j \in N | \min ||\widehat{Pr}_i(x) - \widehat{Pr}_j(x)||\}$

➤ Radius Matching: $A_i(Pr(x)) = \{j \in N | \min ||\widehat{Pr}_i(x) - \widehat{Pr}_j(x)|| < r\}$

Las dificultades que presentan los modelos del vecino más cercano y radius matching es que solo un subconjunto pequeño de no participantes cumplirá con los criterios para estar dentro del soporte común y, por lo tanto, construir el escenario contrafactual.

Frente a ello, se puede utilizar el estimador de emparejamiento no paramétrico kernel que utiliza el promedio ponderado de todos los no participantes para construir su contrafactual, y no solo de un subconjunto.

Un kernel es una función $k(x)$ que cumple algunas propiedades específicas. (i) $k(x)$ es simétrica alrededor de 0 y continua, (ii) $\int k(z)dz = 1, \int zk(z)dz = 0, \int |k(z)|dz <$

∞ ; (iii) $k(z) = 0$ si $|z| > z_0$ para un z_0 definido, o $|z|k(z) \rightarrow 0$ cuando $|z| \rightarrow \infty$; y (iv) $\int z^2 k(z) dz = k < \infty$.

Luego el ponderador $\omega(i, j)$ es:

$$\omega(i, j) = \frac{k\left(\frac{P_i - P_j}{h}\right)}{\sum_{j \in N} k\left(\frac{P_j - P_i}{h}\right)}$$

Donde:

P: es el propensity score,

$k(\cdot)$: es un kernel,

h: es el ancho de la ventana el cual determina cuantos valores P_j alrededor de P_i serán incluidas en el cálculo del promedio.

Asimismo, es necesario definir un rango de soporte común (CS), el cual es la intersección de los soportes de los beneficiarios y no beneficiarios en sus scores a fin de excluir a los individuos que no tienen un par, el propensity score debe tener el mismo soporte entre beneficiarios y no beneficiarios.

Finalmente, la expresión general del estimado del ATET con la definición del soporte común es:

$$AT\hat{ET} = \frac{1}{n_B} \sum_{i \in B \subset CS} \left(y_{1i} - \sum_{j \in A_i \subset CS} \omega(i, j) y_{0j} \right)$$

(García Núñez, 2011, págs. 25-27)

2.2.3.2 Diferencias en diferencias. Una desventaja del método anterior es su incapacidad para controlar el sesgo en variables no observables (García Núñez, 2011). Para evitar este inconveniente, la literatura se ha apoyado en el método de diferencias en diferencias que contrasta las diferencias en los resultados a lo largo del tiempo entre una población inscrita en un programa (el grupo de tratamiento) y una población no inscrita (el grupo de comparación) (Gertler et al., 2017).

Asimismo, cuando se emplea el método de diferencias en diferencias se debe suponer que, en ausencia del programa, los resultados en el grupo de tratamiento habrían

las tendencias entre los dos grupos, y la regresión multivariante no rinde cuenta de ellos, la estimación será inválida o sesgada (Gertler et al., 2017).

Finalmente, siempre que existan datos abundantes sobre las áreas de control y tratamiento, el PSM se puede combinar con el método DD para hacer coincidir mejor las unidades de control y de proyecto con las características previas al programa (Khandker et al., 2010), de acuerdo con la siguiente ecuación para dos periodos.

$$DD = (y_{i2}^T - y_{i1}^T) - \sum_{j \in C} \omega(i, j)(y_{j2}^C - y_{j1}^C)$$

Donde:

y_{i2}^T : variable de resultado en el tiempo 2 del participante i del grupo de tratamiento

y_{i1}^T : variable de resultado en el tiempo 1 del participante i del grupo de tratamiento

y_{j2}^C : variable de resultado en el tiempo 2 del no participante j del grupo de control

y_{j1}^C : variable de resultado en el tiempo 1 del no participante j del grupo de control

$\omega(i, j)$: es el ponderador utilizando PSM

2.3 Enfoque teórico conceptual asumido por el investigador.

La presente investigación asumirá el enfoque teórico conceptual del PSM-DD, de acuerdo con la disponibilidad de la información transversal de las covariables a partir del Censo 2017, e información temporal de las variables independientes y dependientes.

2.4 Marco legal

Los proyectos regionales de banda ancha, cuya evaluación de impacto forma parte de la presente investigación, se implementaron con el siguiente marco legal.

Ley 29904, Ley de promoción de la Banda Ancha y construcción de la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, el cual declara de necesidad pública e interés nacional la construcción de una RDNFO que integre a todas las capitales de las provincias del país y el despliegue de redes de alta capacidad que integren a todos los distritos, a fin de hacer posible la conectividad de banda ancha fija y/o móvil y su masificación en todo el territorio nacional.

Capítulo III. Desarrollo del trabajo de investigación

3.1 Metodología

3.1.1 Tipo, nivel y diseño de la investigación

El tipo de investigación es aplicada.

Nivel de la investigación es explicativo.

El diseño de la investigación es no experimental

Esta investigación utilizará el método de PSM-DD.

El tiempo es transversal y longitudinal.

3.1.2 Población y muestra

3.1.2.1 Población. Los distritos del Perú de acuerdo con el Censo 2017.

3.1.2.2. Muestra. Para la determinación de la muestra se seguirán los siguientes pasos: a) aplicar los criterios de selección del grupo de tratamiento y control, b) estimación de los propensity score, c) emparejar los distritos tratados y no tratados (soporte común), d) descarte de las covariables con diferencias significativas entre el grupo de tratamiento y control, y finalmente e) realizar nuevamente los pasos a) y b).

a) Aplicar los criterios de selección.

a.1) Para el análisis de la red de transporte al año 2020. La selección está determinada por los distritos donde solo se ha recibido el tratamiento, a través de los proyectos de banda ancha (grupo de tratamiento) y por los distritos que no han recibido el tratamiento u otra intervención (grupo de control).

Un distrito forma parte del grupo de tratamiento si posee al menos un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, y no un nodo de fibra óptica implementado en el año 2019 por una empresa privada.

Un distrito forma parte del grupo de control si no posee un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, o un nodo de fibra óptica implementado en el año 2019 por una empresa privada.

a.2) Para el análisis de la red de acceso al año 2020. La selección está determinada por los distritos donde solo se ha recibido el tratamiento, a través de los proyectos de banda ancha (grupo de tratamiento) y por los distritos que no han recibido el tratamiento u otra intervención (grupo de control).

Un distrito forma parte del grupo de tratamiento si posee al menos un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, y no un nodo de fibra óptica o de enlaces microondas implementados en el año 2019 por una empresa privada.

Un distrito forma parte del grupo de control si no posee un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación, o un nodo de fibra óptica o de enlaces microondas implementado en el año 2019 por una empresa privada.

a.3) Para el análisis de la red de transporte al año 2021. La selección está determinada por los distritos donde solo se ha recibido el tratamiento, a través de los proyectos de banda ancha (grupo de tratamiento) y por los distritos que no han recibido el tratamiento u otra intervención (grupo de control).

Un distrito forma parte del grupo de tratamiento si posee al menos un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019; y no, un nodo de fibra óptica implementado en el año 2019 y 2020 por una empresa privada, así como también un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2021.

Un distrito forma parte del grupo de control si no posee un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, o un nodo de fibra óptica implementado en el año 2019 y 2020 por una empresa privada.

a.4) Para el análisis de la red de acceso al año 2021. La selección está determinada por los distritos donde solo se ha recibido el tratamiento, a través de los proyectos de banda ancha (grupo de tratamiento) y por los distritos que no han recibido el tratamiento u otra intervención (grupo de control).

Un distrito forma parte del grupo de tratamiento si posee al menos un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019; y no, un nodo de fibra óptica y de enlaces microondas implementado en el año 2019 y 2020 por una empresa privada, así como también un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2021.

Un distrito forma parte del grupo de control si no posee un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, o un nodo de fibra óptica o de enlaces microondas implementado en el año 2019 y 2020 por una empresa privada.

a.5) Para el análisis de la red de transporte al año 2022. La selección está determinada por los distritos donde solo se ha recibido el tratamiento, a través de los proyectos de banda ancha (grupo de tratamiento) y por los distritos que no han recibido el tratamiento u otra intervención (grupo de control).

Un distrito forma parte del grupo de tratamiento si posee al menos un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019; y no, un nodo de fibra óptica implementado en los años 2019, 2020 y 2021 por una empresa privada, así como también un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2021.

Un distrito forma parte del grupo de control si no posee un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, o un nodo de fibra óptica implementado en los años 2019, 2020 y 2021 por una empresa privada.

a.6) Para el análisis de la red de acceso al año 2022. La selección está determinada por los distritos donde solo se ha recibido el tratamiento, a través de los proyectos de banda ancha (grupo de tratamiento) y por los distritos que no han recibido el tratamiento u otra intervención (grupo de control).

Un distrito forma parte del grupo de tratamiento si posee al menos un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019; y no, un nodo de fibra óptica y de enlaces microondas implementado en los años 2019, 2020 y 2021 por una

empresa privada, así como también un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2021.

Un distrito forma parte del grupo de control si no posee un nodo de fibra óptica de un proyecto regional en fase de operación desde el año 2019, o un nodo de fibra óptica o de enlaces microondas implementado en los años 2019, 2020 y 2021 por una empresa privada.

El detalle de los pasos b), c), d) y e) se desarrollará en el numeral 3.2.1 de la presente investigación con la determinación del soporte común.

3.1.2.3 Tamaño de la muestra. La muestra será la determinada en el soporte común en cada año de evaluación.

a) Muestra para la evaluación al año 2020.

a.1) Muestra para la evaluación de la red de transporte.

Grupo de tratamiento: 162 distritos

Grupo de control: 618 distritos

Años de análisis: 2017 y 2020

Tamaño de la muestra: 1,560 observaciones

a.2) Muestra para la evaluación de la red de acceso.

Grupo de tratamiento: 105 distritos

Grupo de control: 389 distritos

Años de análisis: 2017 y 2020

Tamaño de la muestra: 988 observaciones

b) Muestra para la evaluación al año 2021.

b.1) Muestra para la evaluación de la red de transporte.

Grupo de tratamiento: 159 distritos

Grupo de control: 440 distritos

Años de análisis: 2017 y 2021

Tamaño de la muestra: 1,198 observaciones

b.2) Muestra para la evaluación de la red de acceso.

Grupo de tratamiento: 87 distritos

Grupo de control: 227 distritos

Años de análisis: 2017 y 2021

Tamaño de la muestra: 628 observaciones

c) Muestra para la evaluación al año 2022.

c.1) Muestra para la evaluación de la red de transporte.

Grupo de tratamiento: 147 distritos

Grupo de control: 396 distritos

Años de análisis: 2017 y 2022

Tamaño de la muestra: 1,086 observaciones

c.2) Muestra para la evaluación de la red de acceso.

Grupo de tratamiento: 80 distritos

Grupo de control: 196 distritos

Años de análisis: 2017 y 2022

Tamaño de la muestra: 552 observaciones

3.1.3 Técnicas de recolección de información

La técnica de recolección es documental

3.1.4 Instrumentos de recolección de información

- Archivos de la base de datos del Sistema de Gestión de Información Estadística Periódica del MTC, y del Censo Nacional de Población y Vivienda 2017 del INEI.
- Archivos de la base de datos del OSIPTEL y PRONATEL.

3.1.5 Operacionalización de variables

En la siguiente tabla se muestra el cuadro de operacionalización de variables.

Tabla 7.

Cuadro de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Tipo de variable	Instrumento
Proyectos regionales de	Despliegue de redes de transporte de	Telecomunicaciones	Distrito con presencia de al	Independiente	Base de datos de los

Variable	Definición conceptual	Dimensión	Indicador	Tipo de variable	Instrumento
banda ancha en Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho		menos un nodo de fibra óptica en las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho		proyectos regionales del PRONATEL
Infraestructura de transporte alámbrico	Despliegue de redes de transporte de fibra óptica en las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Telecomunicaciones	Número de nodos de fibra óptica en los distritos de las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Dependiente	DGPRC del MTC
Infraestructura de transporte inalámbrico	Despliegue de redes de transporte de enlaces microondas en las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Telecomunicaciones	Número de nodos de enlaces microondas en los distritos de las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Dependiente	DGPRC del MTC
Acceso al servicio de internet fijo	Despliegue de redes de acceso al servicio de internet fijo en las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Telecomunicaciones	Número de suscriptores del servicio de internet fijo en los distritos de las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Dependiente	DGPRC del MTC
Infraestructura de acceso móvil	Despliegue de redes de acceso de estaciones base móvil en las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Telecomunicaciones	Número de estaciones base en los distritos de las regiones de Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Dependiente	DGPRC del MTC

Nota: elaboración propia

3.1.6 Matriz de consistencia

En la siguiente tabla se muestra la matriz de consistencia.

Tabla 8.

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
General	General	General	General	General	General	General	General
¿Cómo se puede evaluar el impacto de los proyectos regionales de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?	Evaluar el impacto de los proyectos regionales de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	Los proyectos regionales de banda ancha impactan en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	Proyectos regionales de banda ancha en Huancavelica, Apurímac y Ayacucho	Telecomunicaciones	Despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	Presencia de redes de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	Distrito con presencia de al menos un nodo de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica
Específico	Específico	Específica	Específica	Específica	Específica	Específica	Específico
¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de las redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de los nodos de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Infraestructura de transporte alámbrico	Telecomunicaciones	Despliegue de redes de transporte de fibra óptica en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	Presencia de redes de fibra óptica en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica	Número de nodos de fibra óptica en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica
¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de las redes de transporte de fibra óptica de los proyectos	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el	Infraestructura de transporte inalámbrico	Telecomunicaciones	Despliegue de redes de transporte de enlaces microondas en las regiones de	Presencia de redes de enlaces microondas en los distritos de las regiones de Apurímac,	Número de nodos de enlaces microondas en los distritos de las

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR
regionales de banda ancha en el incremento de nodos de enlaces microondas en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?	banda ancha en el incremento de nodos de enlaces microondas en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	incremento de los nodos de enlaces microondas en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.			Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Ayacucho y Huancavelica.	regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de las redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?	Evaluar la influencia del despliegue de las redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de los suscriptores del servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Acceso al servicio de internet fijo	Telecomunicaciones	Despliegue de redes de acceso al servicio de internet fijo en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Acceso al servicio de internet fijo en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Número de suscriptores del servicio de internet fijo en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
¿Cómo se puede evaluar la influencia del despliegue de las redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica?	Evaluar la influencia del despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha en el incremento de estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	El despliegue de redes de transporte de fibra óptica de los proyectos regionales de banda ancha influye en el incremento de estaciones base móvil o estaciones base 4G en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Infraestructura de acceso móvil	Telecomunicaciones	Despliegue de redes de acceso de estaciones base móvil en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Presencia de estaciones base en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.	Número de estaciones base en los distritos de las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

Nota: elaboración propia

3.2 Análisis estadístico

En la siguiente tabla se muestra las variables seleccionadas para el análisis estadístico y econométrico.

Tabla 9.

Variables para el análisis econométrico

INDICADOR DE LA VARIABLE	ETIQUETA	UNIDAD
Dependiente		
Número de nodos de fibra óptica	nofo	Número de nodos
Número de nodos de enlaces microondas	nora	Número de nodos
Número de suscriptores de internet fijo	suscriptores_if	Número de suscriptores
Número de suscriptores de internet fijo sin la tecnología VSAT	suscriptores_ifsvsat	Número de suscriptores
Número de estaciones base móvil	eb_mtc	Número de estaciones
Número de estaciones base móvil con por lo menos tecnología 4G	lte_mtc	Número de estaciones
Independiente		
Distritos dónde ha intervenido el proyecto	t	Dummy (Sí: 1, No: 0)
Covariables		
Densidad poblacional	densidad	Número de habitantes por kilómetro cuadrado
Viviendas con piso distinto a tierra/otros	piso	Porcentaje (%)
Viviendas con red pública de agua	agua	Porcentaje (%)
Viviendas con red pública de desagüe	desague	Porcentaje (%)
Viviendas con alumbrado eléctrico por red pública	electricidad	Porcentaje (%)
Hogares con computadora/Laptop/Tablet	dispositivo	Porcentaje (%)
Hogares con celular	celular	Porcentaje (%)
Hogares con internet	internet	Porcentaje (%)
Población urbana	urbano	Porcentaje (%)
Población femenina	mujer	Porcentaje (%)
Población adolescente (0 a 5 años)	prim_infancia	Porcentaje (%)
Población niños/as (6 a 11 años)	ninez	Porcentaje (%)
Población adolescente (12 a 17 años)	adolescencia	Porcentaje (%)
Población joven (18 a 29 años)	jóvenes	Porcentaje (%)
Población adulta joven (30 a 44 años)	adulto_jov	Porcentaje (%)
Población adulta (45 a 59 años)	adultos	Porcentaje (%)
Población adulto joven (60 a más)	adulto_mayor	Porcentaje (%)
Población con al menos una discapacidad	discapacidad	Porcentaje (%)
Población quechua	quechua	Porcentaje (%)
Población con por lo menos educación secundaria	educacion1	Porcentaje (%)
Población con por lo menos educación superior	educacion2	Porcentaje (%)

Nota: Fuente elaboración propia.

A continuación, se muestra el comparativo de los promedios al año 2017 de las 21 covariables entre los 1874 distritos a nivel nacional y los 803 distritos provenientes de la aplicación de los criterios de selección para el análisis de la red de transporte al año 2020.

En general, se observa que los promedios de los 803 seleccionados presentan i) baja densidad poblacional, ii) menores niveles de acceso a servicios públicos, iii) menor población juvenil, iv) menores niveles de educación, respecto al promedio nacional, como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 10.

Comparativo entre el promedio nacional y la selección de distritos para el año 2017

N	VARIABLE	ETIQUETA	Promedio nacional	Promedio selección
1	Densidad poblacional	densidad	447.45	17.49
2	Viviendas con piso distinto a tierra/otros	piso	34.52	21.89
3	Viviendas con red pública de agua	agua	69.34	63.99
4	Viviendas con red pública de desagüe	desague	41.72	31.66
5	Viviendas con alumbrado eléctrico por red pública	electricidad	76.98	71.69
6	Hogares con computadora/Laptop/Tablet	dispositivo	10.37	3.60
7	Hogares con celular	celular	68.82	60.77
8	Hogares con internet	internet	6.85	1.32
9	Población urbana	urbano	54.28	43.21
10	Población femenina	mujer	49.39	48.83
11	Población adolescente (0 a 5 años)	prim_infancia	10.57	10.38
12	Población niños/as (6 a 11 años)	ninez	11.58	11.71
13	Población adolescente (12 a 17 años)	adolescencia	11.07	11.11
14	Población joven (18 a 29 años)	jóvenes	16.65	14.95
15	Población adulta joven (30 a 44 años)	adulto_jov	19.53	18.72
16	Población adulta (45 a 59 años)	adultos	15.63	15.96
17	Población adulto joven (60 a más)	adulto_mayor	14.98	17.17
18	Población con al menos una discapacidad	discapacidad	11.27	12.05
19	Población quechua	quechua	29.43	32.57
20	Población con por lo menos educación secundaria	educacion1	46.83	42.01
21	Población con por lo menos educación superior	educacion2	13.33	9.42

Nota: Fuente Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia.

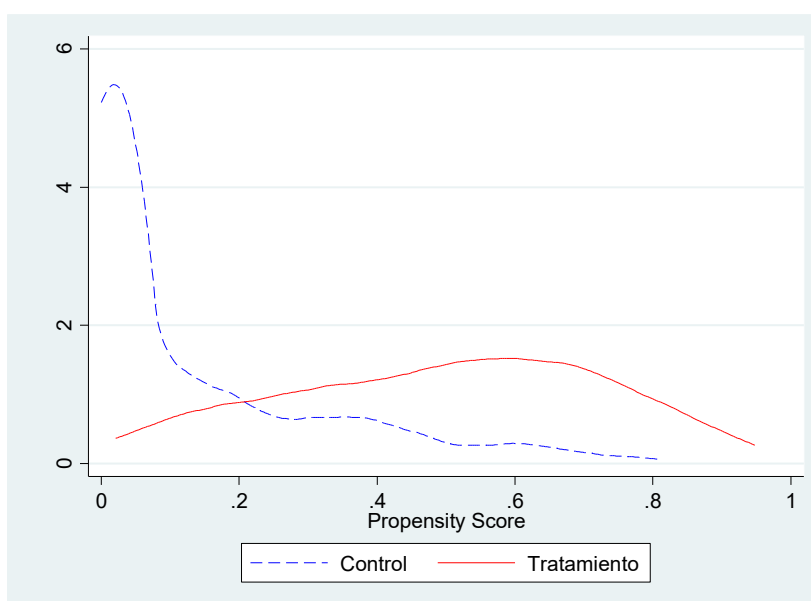
A continuación, se procederá a determinar el soporte común para cada año de evaluación.

3.2.1 Soporte común para la evaluación al año 2020

3.2.1.1 Red de transporte. Con la identificación inicial de las veintiún covariables, se procedió a estimar los puntajes y emparejar las observaciones para el año 2017 con la metodología *PSM*, obteniendo el soporte común a partir de las distribuciones del grupo de tratamiento y control, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 28.

Soporte común a partir de 21 covariables – red de transporte



Nota: Fuente Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia

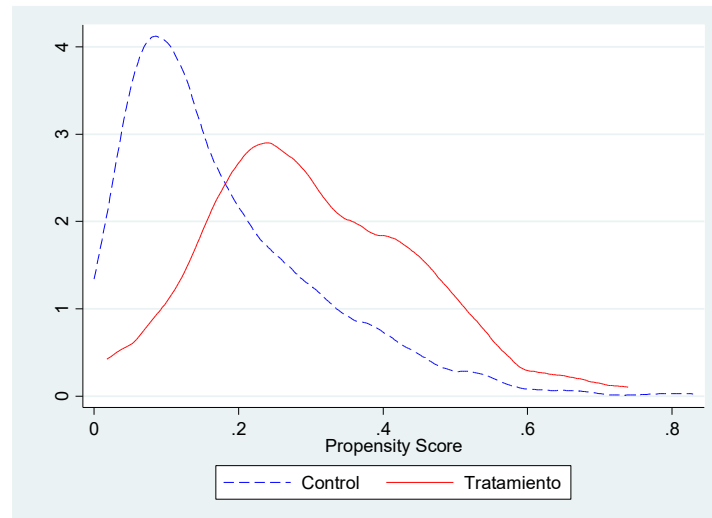
En dicho soporte, el número de datos para el grupo de tratamiento y control es de 162 y 356 distritos, respectivamente.

Al respecto, a fin de mejorar las distribuciones, se descarta a las covariables “piso”, “agua”, “dispositivo”, “internet”, “mujer”, “adolescencia”, “quechua” y “educacion1”, los cuales muestran diferencias significativas al 1 % y 5 % entre los promedios del grupo de tratamiento y control, presentados en el Anexo 2.

Con el descarte de las ocho (8) covariables, se procede a estimar los puntajes y a emparejar las observaciones para el año 2017 con la metodología *PSM*, obteniendo el soporte común mejorado, a partir de las distribuciones del grupo de tratamiento y control, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 29.

Soporte común a partir de 13 covariables – red de transporte



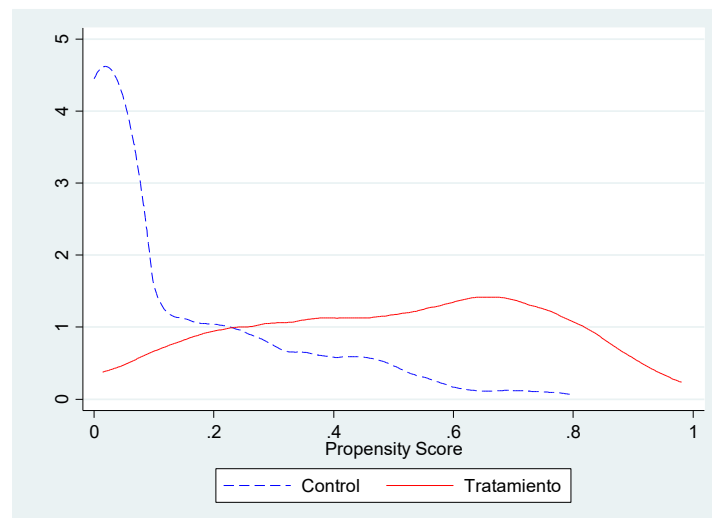
Nota: Fuente Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia

En dicho soporte, el número de datos para el grupo de tratamiento y control es de 162 y 618 distritos, respectivamente.

3.2.1.2 Red de acceso. Con la identificación inicial de las veintidós covariables, se procede a estimar los puntajes y emparejar las observaciones para el año 2017 con la metodología *PSM*, obteniendo el soporte común a partir de las distribuciones del grupo de tratamiento y control, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 30.

Soporte común a partir de 21 covariables – red de acceso



Nota: Fuente Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia

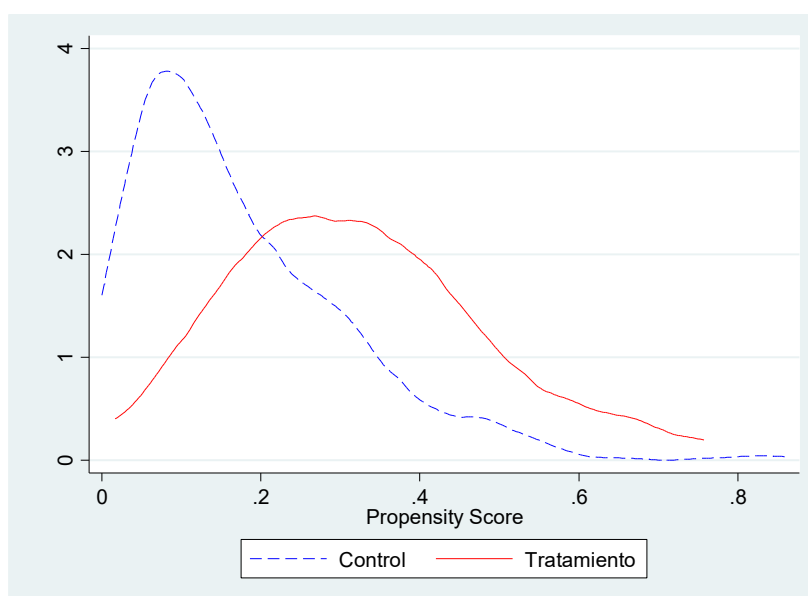
En dicho soporte, el número de datos para el grupo de tratamiento y control es de 105 y 238 distritos, respectivamente.

Al respecto, a fin de mejorar las distribuciones, se descarta a las covariables “piso”, “agua” y “quechua”, los cuales muestran diferencias significativas al 1 % y 5 % entre los promedios del grupo de tratamiento y control, presentados en el Anexo 2.

Con el descarte de las tres (3) covariables, se procede a estimar los puntajes y a emparejar las observaciones para el año 2017 con la metodología PSM, obteniendo el soporte común mejorado, a partir de las distribuciones del grupo de tratamiento y control, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 31.

Soporte común a partir de 18 covariables – red de acceso



Nota: Fuente: Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia

En dicho soporte, el número de datos para el grupo de tratamiento y control es de 105 y 389 distritos, respectivamente.

3.2.2 Soporte común para la evaluación al año 2021 y 2022

Respecto a la determinación del soporte común para la evaluación al año 2021 y 2022, se procede de forma análoga al caso anterior como se muestra en las siguientes tablas.

Tabla 11.*Soporte común para la evaluación 2021 y 2022 - red de transporte*

Grupo	2021		2022	
	Con todas las covariables	Sin las covariables que poseen diferencias significativas	Con todas las covariables	Sin las covariables que poseen diferencias significativas
Tratamiento	159	159	147	147
Control	258	440	221	396

Nota: Fuente Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia. En el anexo 2 se encuentra las covariables con diferencias significativas

Tabla 12.*Soporte común para la evaluación 2021 y 2022 - red de acceso*

Grupo	2021		2022	
	Con todas las covariables	Sin las covariables que poseen diferencias significativas	Con todas las covariables	Sin las covariables que poseen diferencias significativas
Tratamiento	87	87	80	80
Control	130	227	109	196

Nota: Fuente Censo del INEI 2017, PRONATEL, MTC. Elaboración propia. En el Anexo 2 se encuentra las covariables con diferencias significativas

Capítulo IV. Análisis y discusión de resultados

A continuación, se procederá a evaluar el impacto de los proyectos regionales por cada una de las variables dependientes que representan a la infraestructura y al acceso a las telecomunicaciones con la información al año 2020, así como realizar el análisis de los resultados obtenidos y plantear recomendaciones para la problemática identificada.

4.1 Infraestructura de transporte

4.1.1 Infraestructura de transporte alámbrico.

Para evaluar el impacto generado en el incremento de nodos de fibra óptica, se ha aplicado el logaritmo neperiano a la variable dependiente “nofo”, a fin de disminuir la varianza (ver numeral 1 del anexo 3) y determinar los impactos en crecimiento porcentual respecto al grupo de control. Asimismo, se ha determinado el ratio de la variable “nofo” por cada 10,000 habitantes, a fin de estimar los impactos en términos de puntajes.

Como se muestra en la siguiente tabla, los resultados al año 2020 son:

- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen un 23.7 % de impacto significativo en el incremento de nodos de fibra óptica en comparación con el grupo de control después de la intervención.
- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen 3.26 puntos de impacto significativo en el incremento de nodos de fibra óptica por cada 10,000 habitantes, en comparación con el grupo de control después de la intervención.
- Con base en los resultados obtenidos, se corrobora la influencia esperada en la hipótesis específica 1.

Tabla 13.

Impactos en el incremento de nodos de fibra óptica al año 2020

Variables	(1) Innofo	(2) Innofo	(3) nofo10k	(4) nofo10k
año	0.000472 (0.00293)	0.000478 (0.00296)	-0.00608 (-0.00226)	-0.00674 (-0.00251)
tf	-477.6***	-477.6***	-6,570***	-6,570***

Variables	(1) Innofo	(2) Innofo	(3) nofo10k	(4) nofo10k
	(-801.0)	(-801.0)	(-662.1)	(-662.1)
tfr	0.237***	0.237***	3.257***	3.257***
	(801.6)	(801.6)	(662.6)	(662.6)
densidad		3.69e-05		-0.00453
		(0.00300)		(-0.0222)
desague		2.27e-05		0.00188
		(0.00210)		(0.0104)
electricidad		-5.35e-05		-0.00260
		(-0.00405)		(-0.0118)
celular		0.000213		0.000209
		(0.0141)		(0.000830)
urbano		6.12e-05		0.00585
		(0.00677)		(0.0389)
prim_infancia		-0.00217		0.0246
		(-0.0279)		(0.0190)
ninez		-0.000664		-0.0213
		(-0.00911)		(-0.0176)
jovenes		-0.000822		-0.0653
		(-0.0120)		(-0.0571)
adulto_jov		-0.00182		-0.0102
		(-0.0247)		(-0.00834)
adultos		-0.00301		-0.0923*
		(-0.0393)		(-0.0725)
adulto_mayor		-0.000635		0.0349
		(-0.0195)		(0.0645)
discapacidad		-0.000343		0.0178
		(-0.00842)		(0.0263)
educacion2		0.00171**		0.0511***
		(0.0437)		(0.0785)
Constant	-0.942	-0.842	12.37	15.02
Observations	1,560	1,560	1,560	1,560
R-squared	0.785	0.787	0.536	0.555

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Los resultados obtenidos son consecuentes con los productos de los proyectos en las tres (3) regiones, dado que han contemplado la implementación de 4,410 kilómetros de redes de fibra óptica tendidas hasta las capitales distritales y 277 nodos de fibra óptica,

para la provisión de servicios de telecomunicaciones en los centros poblados beneficiarios de los proyectos.

Por otro lado, para poder identificar impactos adicionales en el incremento de infraestructura de transporte alámbrico, se ha omitido a los nodos de fibra óptica de los tres proyectos. Como resultado, mostrado en la siguiente tabla, no se ha identificado impactos significativos en el incremento de nodos de fibra óptica.

Tabla 14.

Impactos adicionales en el incremento de nodos de fibra óptica al año 2020

Variables	(5) Innofosi	(6) Innofosi	(7) nofosi10k	(8) nofosi10k
año	0.000472 (0.00611)	0.000478 (0.00618)	-0.00608 (-0.00650)	-0.00637 (-0.00681)
tf	-11.05 (-38.70)	-11.05 (-38.70)	-67.11 (-19.41)	-67.27 (-19.46)
tfr	0.00548 (38.69)	0.00547 (38.69)	0.0332 (19.40)	0.0333 (19.43)
densidad		3.66e-05 (0.00622)		-0.00201 (-0.0283)
desague		3.96e-05 (0.00767)		-0.00244 (-0.0391)
electricidad		-4.93e-05 (-0.00779)		0.00232 (0.0304)
celular		0.000215 (0.0296)		0.000839 (0.00957)
urbano		-7.90e-06 (-0.00182)		0.00150 (0.0286)
prim_infancia		-0.00230 (-0.0619)		-0.0196 (-0.0436)
ninez		-0.000517 (-0.0148)		0.0237 (0.0561)
jovenes		-0.000850 (-0.0258)		0.00440 (0.0111)
adulto_jov		-0.00178 (-0.0503)		-0.00343 (-0.00801)
adultos		-0.00312 (-0.0852)		0.00144 (0.00325)
adulto_mayor		-0.000723 (-0.0464)		0.00855 (0.0453)
discapacidad		-0.000192		-0.00520

Variables	(5) Innofosi	(6) Innofosi	(7) nofosi10k	(8) nofosi10k
		(-0.00986)		(-0.0220)
educacion2		0.00181***		0.0225***
		(0.0968)		(0.0990)
Constant	-0.942	-0.840	12.37	12.41
Observations	1,560	1,560	1,560	1,560
R-squared	0.001	0.010	0.001	0.015

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Es decir, a pesar de que los proyectos han desplegado redes de fibra óptica en las capitales distritales, las cuales podrían ser utilizadas por otras empresas de servicios públicos de telecomunicaciones que carecen de dichas redes, no se ha generado sinergias adicionales con la inversión privada en el incremento de nodos de fibra óptica.

4.1.2 Infraestructura de transporte inalámbrico.

Para evaluar el impacto generado en el incremento de nodos de enlaces microondas, se ha aplicado el logaritmo neperiano a la variable dependiente “nora”, a fin de disminuir la varianza (ver el numeral 2 del Anexo 3) y determinar los impactos en crecimiento porcentual respecto al grupo de control. Asimismo, se ha determinado el ratio de la variable “nora” por cada 10,000 habitantes, a fin de estimar los impactos en términos de puntajes.

Como se muestra en la siguiente tabla, los resultados al año 2020 son:

- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen un 24.1% de impacto significativo adicional en el incremento de nodos de enlaces microondas en comparación con el grupo de control después de la intervención.
- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen 5.4 puntos de impacto significativo adicional en el incremento de nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes, en comparación con el grupo de control después de la intervención.
- Con base en los resultados obtenidos, se corrobora la influencia esperada en la hipótesis específica 2

Tabla 15.*Impactos en el incremento de enlaces microondas al año 2020*

Variables	(1) Innora	(2) Innora	(3) nora10k	(4) nora10k
año	0.0623*** (0.131)	0.0622*** (0.131)	0.823** (0.0609)	0.813** (0.0602)
tf	-486.5*** (-276.1)	-486.6*** (-276.1)	-10,959*** (-219.3)	-10,964*** (-219.4)
tfr	0.241*** (276.3)	0.241*** (276.3)	5.433*** (219.4)	5.434*** (219.5)
densidad		-0.000602 (-0.0166)		-0.0690** (-0.0671)
desague		-0.00176* (-0.0553)		0.0342 (0.0379)
electricidad		0.00103 (0.0264)		-0.0251 (-0.0226)
celular		0.0038*** (0.0846)		0.0540 (0.0426)
urbano		-0.0031*** (-0.117)		-0.0262 (-0.0345)
prim_infancia		-0.0438*** (-0.191)		-0.619 (-0.0952)
ninez		-0.00615 (-0.0285)		0.578 (0.0946)
jovenes		-0.00855 (-0.0421)		0.325 (0.0564)
adulto_jov		-0.0195* (-0.0893)		0.126 (0.0204)
adultos		-0.0169 (-0.0749)		0.127 (0.0198)
adulto_mayor		-0.0136 (-0.142)		0.617** (0.226)
discapacidad		-0.00749** (-0.0622)		0.0248 (0.00726)
educacion2		0.00645 (0.0557)		0.00645 (0.00196)
Constant	-125.4***	-123.8***	-1,655**	-1,655**
Observations	1,560	1,560	1,560	1,560
R-squared	0.126	0.157	0.068	0.120

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Los resultados obtenidos son consecuentes con los productos de los proyectos en las tres (3) regiones, dado que han contemplado la implementación de enlaces microondas, los cuales se interconectaban con las redes de fibra óptica tendidas hasta las capitales distritales, para la provisión de servicios de telecomunicaciones en los centros poblados beneficiarios de los proyectos.

Por otro lado, para poder identificar impactos adicionales en el incremento de infraestructura de transporte inalámbrico, se ha omitido a los nodos de enlaces microondas de los tres proyectos. Como resultado, no se ha identificado impactos significativos en el incremento de nodos de enlaces microondas, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 16.

Impactos adicionales en el incremento de enlaces microondas al año 2020

Variables	(5) Innorasi	(6) Innorasi	(7) norasi10k	(8) norasi10k
año	0.0463*** (0.112)	0.0463*** (0.112)	0.654* (0.0532)	0.645* (0.0524)
tf	-49.40 (-32.35)	-49.43 (-32.37)	-895.6 (-19.69)	-899.9 (-19.78)
tfr	0.0245 (32.33)	0.0245 (32.34)	0.444 (19.68)	0.445 (19.75)
densidad		-0.000445 (-0.0141)		-0.0627** (-0.0669)
desague		-0.00176* (-0.0637)		0.0351 (0.0426)
electricidad		0.000499 (0.0148)		-0.0209 (-0.0208)
celular		0.0039*** (0.101)		0.0558 (0.0483)
urbano		-0.0027*** (-0.115)		-0.0265 (-0.0384)
prim_infancia		-0.0173 (-0.0873)		-0.0671 (-0.0113)
ninez		0.0121 (0.0650)		1.141** (0.205)
jovenes		0.00384 (0.0218)		0.698** (0.133)
adulto_jov		-0.00323 (-0.0171)		0.514* (0.0912)
adultos		-0.00355		0.569

Variables	(5) Innorasi	(6) Innorasi	(7) norasi10k	(8) norasi10k
		(-0.0181)		(0.0975)
adulto_mayor		0.00360		0.945***
		(0.0432)		(0.381)
discapacidad		-0.00738**		0.0740
		(-0.0707)		(0.0238)
educacion2		0.00923**		0.0594
		(0.0921)		(0.0199)
Constant	-93.13***	-93.05***	-1,315*	-1,356**
Observations	1,560	1,560	1,560	1,560
R-squared	0.016	0.046	0.004	0.069

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Es decir, a pesar de que los proyectos han desplegado redes de fibra óptica en las capitales distritales, la cual podría ser utilizada por otras empresas de servicios públicos de telecomunicaciones que carecen de dichas redes, no se ha generado sinergias adicionales con la inversión privada en el incremento de nodos de enlaces microondas.

Al respecto, el MTC, a la fecha, no ha licitado la concesión para la operación y mantenimiento de las redes de transporte regional, lo cual genera escasez en la oferta del servicio portador en las zonas donde los proyectos regionales han desplegado redes de fibra óptica y enlaces microondas, limitando el incremento o uso de la infraestructura de telecomunicaciones.

Dicha situación es evidenciado por el OSIPTEL, en el marco de la revisión de las tarifa tope del servicio de transporte de los proyectos regionales de banda ancha, argumentando que al no contar con la información de la tarifa del servicio portador de la RDNFO ni con la correspondiente a los costos por la operación del servicio de transporte regional, ya que a la fecha no se ha adjudicado la RDNFO y las redes de transporte de los proyectos regionales, resulta inaplicable la fórmula de ajuste tarifario¹¹ (Quiso et al., 2023).

Asimismo, la tarifa tope de US\$ 23/Mbps de las Redes Regionales se encuentran por encima de las tarifas de mercado (Mellado et al., 2023).

¹¹ Establecida en la Resolución de Consejo Directivo N° 147-2018-CD/OSIPTEL

Frente a la escasa oferta del servicio portador, se propone lo siguiente:

i) Licitar la concesión para la operación y mantenimiento de las redes de transporte regional y la RDNFO.

En tanto el MTC define y gestiona la concesión definitiva de ambas redes, resulta necesario que dicha entidad contrate la operación temporal de la RDNFO y de las redes de transporte regional, a través del PRONATEL.

Dicha contratación deberá de incluir la explotación comercial de ambas redes, con el objetivo de generar la oferta del servicio portador.

A la fecha, la RDNFO viene siendo operada por el PRONATEL cuya gestión presenta cuestionamientos debido a que no cuenta con la habilitación legal para la explotación comercial y su intervención es una fuente para distorsiones en el mercado de telecomunicaciones, quien a su vez tiene a cargo la contratación provisional de la RDNFO y las redes de transporte regional.

Sobre las Redes de Transporte Regional (Redes Regionales¹²), el PRONATEL contrató a la empresa que se encargó de su operación provisional. No obstante, dicha contratación no incluyó la explotación comercial de la red, por lo que las empresas estaban imposibilitadas de contratar el servicio y el plazo concluyó el seis (6) de setiembre de 2023.

Sobre la concesión definitiva de la RDNFO y las Redes Regionales, es necesario que el MTC defina el modelo de operación para dichas redes. Al respecto, por encargo del MTC, el Banco Mundial (2019) ha planteado tres modelos, los cuales se discutirán y analizarán a continuación:

Modelo competitivo integrado. Es el modelo que integra a la RDNFO y las Redes de Transporte Regional en una sola red, posibilitando una mayor oferta flexible de servicios de telecomunicaciones a nivel nacional, además del servicio portador, incluso la oferta a usuarios finales.

¹² El Reglamento de la Ley 29904 define a las Redes Regionales como las redes de transporte de alta capacidad que integrarán las capitales de distrito a los puntos de presencia provinciales de la RDNFO. Dichas redes forman parte integrante de la RDNFO.

Modelo existente optimizado. Este modelo mantiene el régimen del operador neutro, el cual consiste en brindar servicios de telecomunicaciones solo a los operadores, con una mayor flexibilidad comercial. Asimismo, plantea la posibilidad de tres submodelos:

- Un solo operador nacional integrado, el cual implica la unión de la RDNFO y Redes de Transporte Regional.
- Tres operadores integrados, el cual implica dividir la unión de la RDNFO y Redes de Transporte Regional en las zonas norte, centro y sur.
- Un operador de transporte nacional y un operador de transporte regional, el cual implica mantener la separación de la RDNFO y Redes de Transporte Regional.

Modelo de desinversión. En este modelo, el Estado ya no sería el titular de las redes, ya que liquida y transfiere los activos de la RDNFO y las Redes Regionales a terceros, en aquellos tramos en los que exista oferta privada.

Tabla 17.

Resumen de la propuesta de Banco Mundial

Modelo	Negocio mayorista	Negocio minorista	Alcance geográfico
Integrado	Sí	Sí	Nacional
Existente optimizado	Sí	No	• Nacional • 3 zonas: norte, sur y centro
Desinversión	Sí	Sí	Fragmentado

Nota: fuente elaboración a partir de la información Banco Mundial (2019)

Para el planteamiento de los tres (3) modelos, el Banco Mundial (2019), dentro de los aspectos técnicos, analizó el entorno competitivo de la RDNFO, clasificando a las zonas sin competencia en dónde solo la RDNFO tiene presencia, y a las zonas con competencia en dónde opera otras empresas y la RDNFO tomando como muestra a las ciudades más grandes del país.

En las zonas sin competencia, el Banco Mundial (2019) identifica una demanda mayorista superior a la estimada, debido a que el tráfico mayorista era transportado solo

por la RDNFO, citando el caso de una capital provincial donde los cuatro operadores móviles contrataron la capacidad de la RDNFO.

En las zonas con competencia, el Banco Mundial (2019) identificó una demanda menor a la estimada, debido a que el tráfico mayorista era transportado por los operadores privados, quienes a su vez ofrecen servicios finales, citando el caso de algunas ciudades dónde hay oferta de internet fijo.

Para el caso del entorno competitivo de las Redes Regionales, el Banco Mundial (2019) señala que por lo general los operadores integrados no han desplegado redes específicamente para atender las capitales de distrito.

Si bien hay un análisis previo del entorno competitivo de la RDNFO y las Redes Regionales, el alcance geográfico de los modelos 1 y 2 planteados por el Banco Mundial (2019) no guarda relación con dicho análisis, ya que la RDNFO y las Redes Regionales estaría operando en las mismas condiciones tanto en las zonas sin competencia como en las zonas con competencia.

Al respecto, de acuerdo con el alcance regulatorio del Organismo de Reguladores Europeos de las Comunicaciones Electrónicas, los modelos planteados por el Banco Mundial estarían en el marco del “error de tipo 2” en los que existe una regulación donde no se justificaría ninguna regulación (Berec, 2014).

Asimismo, de acuerdo con los criterios del Berec (2014), se observa que una segmentación geográfica basada en único criterio, como el caso del número de operadores, no es la apropiada.

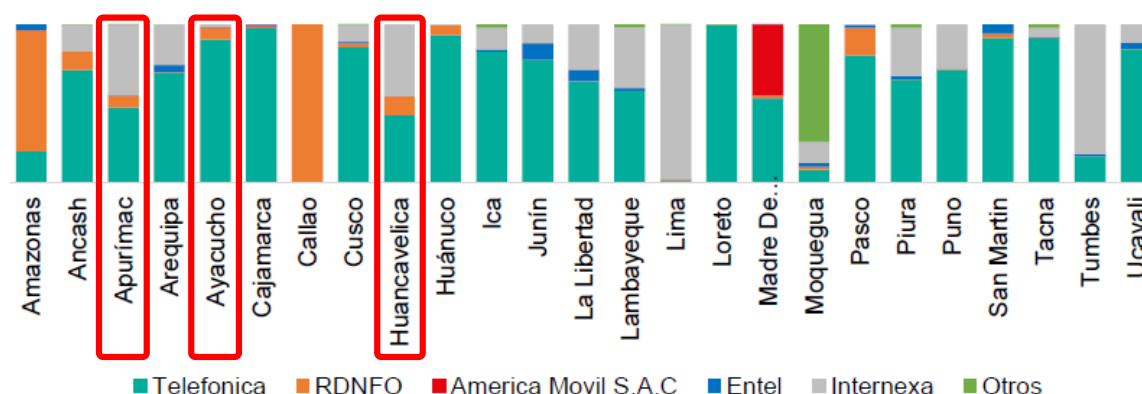
Frente a ello, dicho organismo recomienda analizar a detalle, y de forma prospectiva, las condiciones competitivas en el nivel minorista para la identificación de problemas, el cual es el punto de partida para justificar la necesidad de intervenir en el mercado mayorista, de acuerdo con los siguientes criterios: i) las barreras de entrada, ii) el número de operadores que ejercen una presión competitiva relevante sobre el operador dominante, iii) las cuotas de mercado, iv) diferenciación de precios, entre otros (Berec, 2014).

Al respecto, de acuerdo con los hallazgos de la presente investigación a nivel minorista, si bien los proyectos regionales han generado un impacto significativo de 41.7 % en el incremento del número de suscriptores de internet fijo, no se ha identificado sinergias en el incremento de suscriptores de internet fijo, debido a las restricciones para la contratación del servicio fijo en el ámbito de los proyectos regionales: elevadas tarifas y escasa oferta del servicio de internet fijo a nivel minorista; y elevadas tarifas de transporte de la RDNFO y Redes Regionales, y escasa oferta del servicio portador.

Con relación a la escasa oferta del servicio portador, Moschella et al. (2023) señala que la poca oferta de este servicio se brinda a través de solo dos operadores, además de la RDNFO; mientras que otros dos operadores tienen muy poca prestación del servicio portador, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 32.

Cuota de mercado de las empresas operadoras según capacidad arrendada del servicio a través de fibra óptica a nivel departamental – Nodos destino 2022



Nota: fuente reporte de empresas operadoras al MTC. Elaboración: DGPRC – MTC

Asimismo, Moschella et al. (2023) ha identificado que, a pesar de la superposición entre las redes de fibra óptica de los operadores privados y la RDNFO, la contratación del servicio portador de dichos operadores es menor a la oferta disponible, con lo cual la oferta es limitada y con baja competencia de precios de transporte a nivel mayorista.

En consecuencia, Moschella et al. (2023) resalta que los niveles de penetración de internet fijo en las provincias con hasta tres operadores de transporte no superarían las dos conexiones por cada 100 habitantes.

Respecto a las alternativas de solución, BEREC (2014) señala que en las zonas rurales o menos atractivas comercialmente pueden existir redes financiadas con fondos públicos; y que, el acceso a estas redes debe ser neutral y abierto a terceros, para garantizar la competencia a nivel mayorista, lo cual es congruente con la presente alternativa para la implementación de la RDNFO y Redes Regionales.

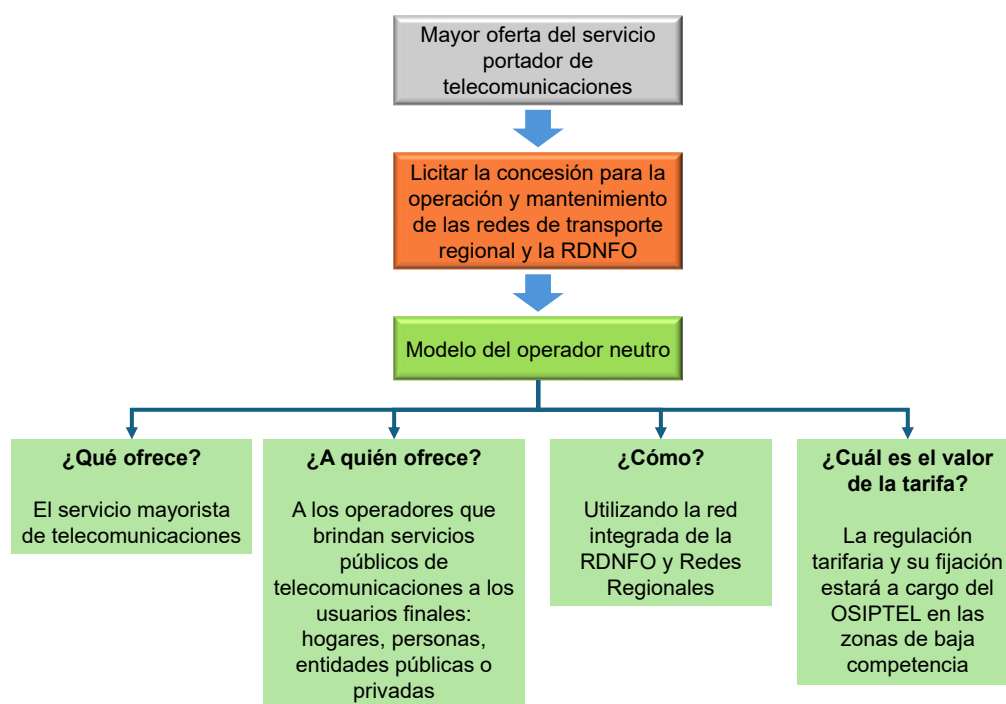
Por su parte, la OCDE (2016) observa que una minoría de países de Latinoamérica y el Caribe se centra en la regulación de precios minoristas con el objetivo de proteger a los consumidores, y no dedica esfuerzos a regular el mercado mayorista en aras de facilitar el acceso a instalaciones esenciales a los nuevos participantes.

Del mismo modo, la OCDE (2016) sostiene que, si se garantiza la competencia mediante la regulación del mercado mayorista, la regulación del mercado minorista se reducirá al mismo, ya que las propias fuerzas del mercado condicionan los precios.

Frente a la problemática descrita y a la revisión de la literatura internacional, es menester el establecimiento del modelo del operador neutro para la concesión definitiva de las Redes Regionales y la RDNFO, cuyo modelo se muestra en la siguiente figura.

Figura 33.

Modelo de operación de la concesión de la RDNFO y Redes Regionales



Nota: elaboración propia

ii) Actualizar la regulación de la tarifa de las Redes Regionales y la RDNFO

Para determinar la propuesta de solución de regulación tarifaria, la presente tesis partirá del escenario de integración de las Redes Regionales y la RDNFO bajo el modelo del operador neutro.

Asimismo, se deberá tomar en cuenta que, de acuerdo con el marco regulatorio para la Fijación y/o Revisión de Tarifas Tope¹³, las normas sobre procedimientos regulatorios de las tarifas de servicios públicos de telecomunicaciones están referidas a la fijación o revisión de las “Tarifas tope”, dado que la facultad reguladora del OSIPTEL no implica la posibilidad de determinar la tarifa que será efectivamente pagada por el usuario del servicio, en la medida que quien establece libremente esta tarifa es la respectiva empresa concesionaria, con la única restricción de no poder exceder el valor de la correspondiente “Tarifa tope” que hubiera sido fijada por el OSIPTEL.

En esa misma línea, Moschella et al. (2023) sostienen que la tarifa aplicable a la prestación del servicio portador brindado por la RDNFO, durante la operación provisional, no constituye una regulación sobre la tarifa por la prestación del servicio portador de la RDNFO, sino una definición de la tarifa del servicio por parte de su operador, que en este caso es el propio Estado durante el periodo provisional.

Por otro lado, de acuerdo con BEREC (2014), las condiciones de competencia entre zonas geográficas pueden llevar a una situación en la que, para las zonas no competitivas, sea necesario imponer algún tipo de obligación de control de precios, mientras que en otras zonas geográficas (más competitivas) no son necesarias medidas de control precios, siempre que existan salvaguardas adecuadas.

En esa misma línea, el reglamento de la Ley 29904, establece que el OSIPTEL determina la existencia de competencia a la RDNFO, las redes regionales o redes de

¹³ Enlace web de la exposición de motivos de la Resolución de Consejo Directivo N.º 127-2003-CD/OSIPTEL que aprueba el Procedimiento para la Fijación y/o Revisión de Tarifas Tope: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1529348/%20Exposici%C3%B3n%20de%20Motivos%C2%A0.pdf?v=1609880408>

acceso, según corresponda, en una zona específica, a fin de evaluar el no otorgamiento de cofinanciamiento en las zonas donde exista competencia.

En tal sentido, para la alternativa de integración de las Redes Regionales y la RDNFO bajo el modelo del operador neutro, se plantea que el OSIPTEL fije la tarifa tope en las zonas no competitivas que esta entidad defina, supervisando el comportamiento del mercado en las zonas competitivas, y que la empresa concesionaria establezca libremente la tarifa del servicio portador con la restricción de no exceder el valor de la tarifa tope establecida por el OSIPTEL.

A continuación, se analiza las regulaciones de las tarifas de la RDNFO y Redes Regionales.

a) Tarifa definida en el contrato de concesión de la RDNFO. En el año 2014, cuando se suscribió el contrato de concesión, se estableció la tarifa de US\$ 23.00/Mbps, cuyo valor iba a estar vigente desde la puesta en operación hasta los cinco años siguientes. Luego de ese periodo, iniciará un proceso de revisión anual a cargo del OSIPTEL, partiendo del quinto año de inicio de operación, tomando en cuenta la siguiente fórmula:

$$Tarifa_t = \frac{ARPI_t + ARPMO_{t-1}}{q_{t-1}}$$

Donde:

$ARPI_t$: es la suma anual de los valores RPI ofertados, correspondientes a los cuatro trimestres del año "t". Estos valores se expresan en dólares.

$ARPMO_{t-1}$: es la suma anual de los RPMO ajustados, correspondientes a los cuatro trimestres del año "t-1". Estos valores se expresan en dólares.

q_{t-1} : es la cantidad demandada de megabits por segundo (Mbps), contratada del año "t-1".

La desventaja de este régimen ha sido analizada por Mellado et al. (2023), argumentando que, de mantenerse la tarifa en US\$ 23/Mbps (la cual está por encima del mercado) y como tarifa única, no se generaría incentivos a los operadores para utilizar la

RDNFO, quienes podrían desplegar sus propias redes de fibra óptica con la finalidad de reducir sus costos.

Asimismo, la aplicación de la fórmula anterior resulta inviable, ya que la tarifa resultante conllevaría a obtener una tarifa superior al mercado, debido a que la RDNFO posee una demanda real por debajo del proyectado, lo cual agravaría la situación del uso de la RDNFO (Moschella et al, 2023).

Un aspecto positivo del esquema de tarifa única era que el concesionario de la RDNFO no podría dar un trato preferencial a una empresa vinculada a ella, propiciando así la igualdad de trato entre los operadores competidores que demandarían el servicio portador de la RDNFO.

Si bien la revisión de la tarifa estuvo a cargo del OSIPTEL, el organismo regulador no emitió un dispositivo normativo asociado a la regulación de esta tarifa.

b) Tarifa regulada de las Redes Regionales. Es la tarifa tope actual de las redes de transporte regional, la cual está regulada por el OSIPTEL, cuyo valor asciende US\$ 23/Mbps sin IGV, y la revisión anual está sujeta a la siguiente fórmula:

$$Tarifa_t = \min \left\{ p_0, \frac{\emptyset}{Q_{t-1}} \right\}$$

Donde:

Po: es la tarifa de la RDNFO, incluida en el contrato de concesión del concesionario Azteca Comunicaciones Perú S.A.C.

∅: es la anualidad del valor presente de la suma de los siguientes montos asociados a los proyectos regionales de la Red Dorsal de Fibra Óptica: costos operativos y de mantenimiento, y la reposición de la inversión.

Los montos mencionados corresponden a aquellos ofertados en la adjudicación de la operación del servicio de transporte de internet correspondiente a los proyectos regionales de fibra óptica.

Q_{t-1}: es la cantidad de megabits por segundo (Mbps) contratada del año “t-1”.

En concordancia con el marco normativo del OSIPTEL, la ventaja de este esquema es que permite al concesionario establecer libremente la tarifa, con la única restricción de no poder exceder el valor de la correspondiente “Tarifa tope”.

Con dicho esquema se reconoce a la heterogeneidad de la demanda del servicio portador al existir necesidades diferentes y variantes en el tiempo que exigen una oferta a medida o personalizada, lo cual no era posible con una tarifa fija (Moschella et al., 2023).

La desventaja de este esquema sería que el concesionario de las Redes Regionales podría dar un trato preferencial a una empresa vinculada a ella, vulnerando así la igualdad de trato entre los operadores competidores que demandarían el servicio portador de las Redes Regionales.

c) Tarifa definida de la RDNFO para el periodo provisional. Es la tarifa definida para el periodo de operación provisional de la RDNFO hasta enero del año 2028, el cual considera descuentos por volúmenes de contratación, cuyos valores se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 18.

Tarifa de la RDNFO para el periodo provisional

Rango de velocidades	US\$ por Mbps sin IGV
Hasta 80 Mbps	11
Mayor a 80 hasta 200 Mbps	3.5
Mayor a 200 hasta 1 Gbps	1.3
Mayor a 1 Gbps	1.1

Nota: fuente Resolución Directoral N° 0367-2023-MTC/26

La aplicación de las tarifas será en 201 distritos, los cuales se encuentran listados en la citada resolución. Para los 85 distritos restantes que no forman parte de la resolución, el Pronatel seguirá aplicando la misma tarifa de servicio portador que ha venido aplicando desde que asumió la operación provisional de la RDNFO: i) US\$ 23 por Mbps sin IGV y ii) pago cero por el servicio portador.

La ventaja de esta tarifa es la mejor flexibilidad en la oferta de servicio respecto a la tarifa única definida inicialmente.

Por otro lado, la desventaja es que la empresa contratista o concesionario de la RDNFO tendría que esperar un año para adecuar su oferta de acuerdo con la revisión de la tarifa.

Siendo esto así, la presente tesis plantea que se establezca una tarifa tope por el servicio portador del nuevo modelo que integra las RDNFO y Redes Regionales, a fin de impulsar la competencia del mercado de servicios de internet, lo cual promovería la calidad y asequibilidad de dicho servicio que llega al usuario final, de acuerdo con lo siguiente:

- El Osiptel define las zonas de baja competencia de conformidad con el Reglamento de la Ley 29904.
- El Osiptel regula el establecimiento de la tarifa tope en las zonas de baja competencia del servicio portador del nuevo modelo que integra la RDNFO y Redes Regionales.
- El Concesionario define libremente la tarifa del servicio portador en las zonas de baja competencia con la única restricción de no exceder la tarifa tope regulada por el OSIPTEL.
- El Concesionario define libremente la tarifa del servicio portador en las zonas competidas.

4.2 Acceso al servicio de internet fijo.

Para evaluar el impacto generado en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo, se ha aplicado el logaritmo neperiano a la variable dependiente “suscriptores_if”, a fin de disminuir la varianza de la muestra (ver numeral 3 del anexo 3) y determinar los impactos en crecimiento porcentual respecto al grupo de control. Asimismo, se ha determinado el ratio de la variable “**suscriptores_if**” por cada 100 habitantes, a fin de estimar los impactos en términos de puntajes.

Como se muestra en la siguiente tabla, los resultados al año 2020 son:

- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen un 19.1% de impacto significativo adicional en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo en

comparación con el grupo de control después de la intervención, lo cual sustenta la aceptación de la hipótesis específica 3.

- Respecto al incremento de suscriptores del servicio de internet fijo por cada 100 habitantes, no se ha identificado impactos significativos en comparación con el grupo de control después de la intervención.

Tabla 19.

Impactos en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo al año 2020

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	Insuscriptores_if	Insuscriptores_if	susif100	susif100
año	0.439*** (0.522)	0.439*** (0.522)	0.239*** (0.145)	0.238*** (0.145)
tf	-384.7*** (-124.7)	-384.8*** (-124.7)	-273.6 (-45.46)	-274.0 (-45.52)
tfr	0.191*** (124.8)	0.191*** (124.8)	0.136 (45.55)	0.136 (45.61)
densidad		-0.00168 (-0.0238)		-0.00577 (-0.0418)
desague		-0.000542 (-0.00967)		-0.00654 (-0.0599)
electricidad		-0.000937 (-0.0145)		0.000661 (0.00526)
dispositivo		0.0922*** (0.187)		0.0373 (0.0388)
celular		-0.00475* (-0.0624)		0.00278 (0.0187)
internet		-0.0120 (-0.0190)		-0.0261 (-0.0212)
urbano		-0.00900*** (-0.191)		-0.00579 (-0.0631)
mujer		0.0147 (0.0397)		0.00618 (0.00853)
prim_infancia		0.233 (0.603)		0.335 (0.444)
ninez		0.225 (0.609)		0.170 (0.237)
adolescencia		0.253 (0.578)		0.326 (0.381)
jovenes		0.262 (0.771)		0.324 (0.488)
adulto_jov		0.247		0.333

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	Insuscriptores_if	Insuscriptores_if	susif100	susif100
		(0.582)		(0.402)
adultos		0.262		0.239
		(0.687)		(0.321)
adulto_mayor		0.237		0.328
		(1.471)		(1.042)
discapacidad		0.000362		0.00540
		(0.00179)		(0.0137)
educacion1		0.0132**		0.00654
		(0.111)		(0.0283)
educacion2		-0.0128		-0.0282
		(-0.0561)		(-0.0632)
Constant	-885.9***	-910.7***	-481.7***	-509.4***
Observations	988	988	988	988
R-squared	0.343	0.400	0.037	0.058

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

A fin de determinar mejor el impacto, se ha descartado de la muestra el número de suscriptores de accesos de internet fijo vía la tecnología satelital, dado que no utilizan los medios de transporte inalámbrico y/o alámbrico terrestre de telecomunicaciones. En ese sentido, se obtiene los siguientes resultados.

- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen un 41.7% de impacto significativo adicional en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo en comparación con el grupo de control después de la intervención, lo cual sustenta la aceptación de la hipótesis específica 3.
- Respecto al incremento de suscriptores del servicio de internet fijo por cada 100 habitantes, no se ha identificado impactos significativos en comparación con el grupo de control después de la intervención.

Tabla 20.

Impactos en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo sin la tecnología satelital al año 2020

	(5)	(6)	(7)	(8)
VARIABLES	Insus_ifsvsat	Insus_ifsvsat	susif_svsat100	susif_svsat100
año	0.0473***	0.0477***	0.00851	0.00833

	(5)	(6)	(7)	(8)
VARIABLES	Insus_ifsvsat	Insus_ifsvsat	susif_svsat100	susif_svsat100
	(0.0937)	(0.0944)	(0.00565)	(0.00553)
tf	-840.9***	-840.8***	-342.3	-342.4
	(-454.2)	(-454.1)	(-62.00)	(-62.02)
tfr	0.417***	0.417***	0.170	0.170
	(454.5)	(454.5)	(62.11)	(62.12)
densidad		0.00193		-0.00109
		(0.0453)		(-0.00862)
desague		-0.000117		-0.00541
		(-0.00348)		(-0.0540)
electricidad		-0.000726		-0.000494
		(-0.0188)		(-0.00428)
dispositivo		0.0392***		0.00409
		(0.133)		(0.00464)
celular		-0.00211		0.00365
		(-0.0461)		(0.0268)
internet		0.0402***		0.0115
		(0.106)		(0.0102)
urbano		-0.00234**		-0.00163
		(-0.0828)		(-0.0194)
mujer		0.0198**		0.00487
		(0.0887)		(0.00733)
prim_infancia		0.126		0.0200
		(0.543)		(0.0289)
ninez		0.133		-0.0720
		(0.602)		(-0.109)
adolescencia		0.162		0.0720
		(0.615)		(0.0918)
jovenes		0.156		0.0306
		(0.762)		(0.0502)
adulto_jov		0.152		0.0394
		(0.596)		(0.0519)
adultos		0.142		-0.0625
		(0.619)		(-0.0916)
adulto_mayor		0.143		0.0395
		(1.480)		(0.137)
discapacidad		0.00491		0.0137
		(0.0406)		(0.0379)
educacion1		0.00231		-0.00309
		(0.0325)		(-0.0146)
educacion2		-0.00505		-0.0173
		(-0.0368)		(-0.0422)
Constant	-95.13***	-111.3***	-17.11	-17.83

	(5)	(6)	(7)	(8)
VARIABLES	Insus_ifsvsat	Insus_ifsvsat	susif_svsat100	susif_svsat100
Observations	988	988	988	988
R-squared	0.291	0.346	0.016	0.031

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Los resultados obtenidos son consecuentes con los productos de los proyectos en las tres (3) regiones, dado que han contemplado la implementación del servicio de internet fijo directamente en 2109 entidades públicas (locales escolares, puestos de salud y dependencias policiales).

Por otro lado, para poder identificar los impactos adicionales, se ha descartado de la muestra a los suscriptores de internet fijo que han sido implementados por los tres (3) proyectos. Como resultado, no se han identificado impactos significativos, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 21.

Impactos adicionales en el incremento de suscriptores del servicio de internet fijo sin la tecnología satelital al año 2020

	(9)	(10)	(11)	(12)
VARIABLES	lnif_svsatsi	lnif_svsatsi	if_svsatsi100	if_svsatsi100
año	0.0363** (0.0866)	0.0367** (0.0874)	0.00662 (0.00442)	0.00645 (0.00431)
tf	34.81 (22.64)	34.92 (22.71)	-98.64 (-17.96)	-98.74 (-17.98)
tfr	-0.0173 (-22.68)	-0.0173 (-22.75)	0.0491 (18.04)	0.0491 (18.05)
densidad		0.00196 (0.0556)		-0.00103 (-0.00816)
desague		0.000351 (0.0126)		-0.00549 (-0.0551)
electricidad		-0.00112 (-0.0347)		-0.000371 (-0.00324)
dispositivo		0.0404*** (0.165)		0.00399 (0.00455)
celular		-0.00212 (-0.0560)		0.00381 (0.0281)
internet		0.0359*** (0.114)		0.0119 (0.0106)

	(9)	(10)	(11)	(12)
VARIABLES	lnif_svsatsi	lnif_svsatsi	if_svsatsi100	if_svsatsi100
urbano		-0.00302*** (-0.129)		-0.00184 (-0.0220)
mujer		0.0181** (0.0980)		0.00387 (0.00585)
prim_infancia		0.00902 (0.0468)		0.0362 (0.0526)
ninez		0.0140 (0.0761)		-0.0554 (-0.0843)
adolescencia		0.0368 (0.168)		0.0841 (0.108)
jovenes		0.0368 (0.217)		0.0476 (0.0785)
adulto_jov		0.0342 (0.161)		0.0543 (0.0718)
adultos		0.0149 (0.0786)		-0.0461 (-0.0679)
adulto_mayor		0.0278 (0.346)		0.0542 (0.189)
discapacidad		0.00730* (0.0726)		0.0145 (0.0404)
educacion1		0.00142 (0.0240)		-0.00276 (-0.0131)
educacion2		-0.00147 (-0.0129)		-0.0184 (-0.0453)
Constant	-72.94**	-77.05**	-13.31	-15.56
Observations	988	988	988	988
R-squared	0.008	0.084	0.007	0.022

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Es decir, a pesar de que los proyectos han desplegado redes de fibra óptica y enlaces microondas en los distritos, permitiendo la oferta del servicio de internet en los centros poblados beneficiarios, no se ha generado sinergias adicionales en el incremento de suscriptores de internet fijo, cuyas razones son analizadas a continuación:

- **Las tarifas ofrecidas para la contratación del servicio de internet fijo son elevadas y poco asequibles para los hogares.**

Esto ha sido analizado por el OSIPTEL en el Informe N° 111-DPRC/2023, el cual sostiene que la empresa contratista a cargos de los 3 proyectos regionales, Gilat, ofrece el

servicio de acceso a internet a tarifas excesivamente altas debido a la existencia de poder de mercado que la empresa ejerce en los centros poblados beneficiarios (Quiso et al., 2023), como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 22.

Tarifas ofrecidas para abonados distintos a las instituciones beneficiarias de los proyectos

PROYECTO	VELOCIDAD (Mbps)	TARIFA (SOLES INCLUYE IGV)
Apurímac	2	728
Apurímac	4	832
Ayacucho	2	728
Ayacucho	4	832
Huancavelica	2	728
Huancavelica	4	832

Nota: Fuente Informe N° 111-DPRC/2023 del OSIPTEL

Dichas tarifas habrían desincentivado a la demanda del resto de instituciones públicas y hogares, debido a la posición monopólica de los proyectos concesionados sobre las localidades beneficiarias (Quiso, Guardamino, Castillo, & Aranda, 2023), lo cual guarda relación con el hallazgo de la presente investigación, sobre la no identificación de sinergias en el incremento de suscriptores de internet fijo.

Asimismo, la ERESTEL del año 2021 del OSIPTEL señala que el 25.9 % de los hogares no contrata el servicio de internet fijo porque las tarifas son elevadas.

➤ **Bajo conocimiento de los beneficios del servicio de internet fijo.**

El OSIPTEL, mediante la ERESTEL del año 2021, ha identificado que el 32 % de los hogares percibe al servicio de internet fijo como innecesario, y el 36 % de las personas de 12 años a más tiene dificultades para el uso de internet, los cuales constituyen razones para la no contratación y/o uso del servicio de internet fijo a nivel nacional.

Frente a la baja asequibilidad y el bajo conocimiento del servicio de internet fijo, se propone lo siguiente:

i) Promover el acceso al servicio de internet fijo a tarifas asequibles

Esta medida es posible realizar mediante una intervención que involucre el subsidio al consumidor (demanda), reduciendo el precio que esta paga, con el objetivo de acceder al servicio de internet fijo a tarifas asequibles e incrementar la cantidad demandada.

Sobre el particular, hay evidencia internacional sobre la implementación de esta medida. Por ejemplo, el MINTIC de Colombia, a través de la iniciativa “Hogares Conectados” busca generar la conectividad de los hogares de bajos recursos del país (estratos 1 y 2), con tarifas asequibles de Internet fijo de \$8.613 (8 soles) mensuales para el estrato 1 y \$19.074 (18 soles) para el estrato 2, hasta por 42 meses¹⁴.

En esa misma línea, la Superintendencia de Telecomunicaciones (Sutel) de Costa Rica, mediante el programa “Hogares conectados” brinda un subsidio a los hogares que están en vulnerabilidad socioeconómica, para la adquisición del servicio de internet fijo, así como un dispositivo para su uso¹⁵.

De ambos casos se observa que corresponden al subsidio de demanda porque los gobiernos de ambos países cubren parte de la tarifa del servicio de internet fijo.

Tomando como base a la experiencia internacional, la presente tesis propone que el MTC subsidie parte de la tarifa de contratación del servicio de internet fijo y determine la tarifa asequible a partir de la disposición a pagar de los hogares, de tal forma que los hogares en situación de vulnerabilidad socioeconómica que se encuentran en el ámbito de los proyectos regionales puedan contratar el servicio a tarifas asequibles.

Como antecedente de acciones para la determinación de una tarifa asequible, el OSIPTEL, a través de la revisión tarifaria de los proyectos regionales de Quiso et al. (2023), propuso la regulación de una tarifa tope y asequible de S/ 31.73 mensual sin IGTV, correspondiente a una velocidad de descarga de 12 Mbps, considerando la disposición a pagar de los hogares. No obstante, la propuesta fue desestimada, dado que dicha tarifa

¹⁴ Fuente de información de la iniciativa “Hogares conectados” en Colombia: <https://mintic.gov.co/micrositios/hogaresconectados/744/w3-article-150024.html>

¹⁵ Fuente de información del programa “Hogares conectados” en Costa Rica: <https://sutel.go.cr/pagina/programa-2-hogares-conectados-0>

afectará la sostenibilidad de los operadores a cargo de los proyectos regionales, al ser insuficiente para cubrir los costos de operación y mantenimiento.

En tal sentido, la presente tesis propone que el establecimiento de una tarifa con enfoque de asequibilidad esté condicionado al otorgamiento de un subsidio por parte del estado, a fin de no afectar la sostenibilidad del servicio. El monto del subsidio se podrá determinar como se muestra en las siguientes ecuaciones.

$$Ts = \text{Subsidio} + Ta$$

$$Ts - Ta = \text{Subsidio}$$

Donde:

Ts: Es la tarifa del servicio de internet fijo determinada por el mercado en zonas de alta competencia. Respecto a las zonas de baja competencia, la tarifa debe ser regulada por el OSIPTEL como tarifa tope, bajo un enfoque de costos.

Ta: Es la tarifa asequible el cual deberá ser determinada de acuerdo con la disposición a pagar de los hogares.

ii) Impulsar el desarrollo de habilidades digitales

Complementando a la estrategia de promover el acceso al servicio de internet fijo a tarifas asequibles, es importante plantear acciones que permitan desarrollar las competencias o habilidades digitales de la población, ya que el OSIPTEL, mediante la ERETEL del año 2021, ha identificado que el 32 % de los hogares percibe al servicio de internet fijo como innecesario, y el 36 % de las personas de 12 años a más tiene dificultades para el uso de internet.

En atención a dicha problemática, una alternativa que el MTC ha venido desarrollando, a través del PRONATEL, es la implementación de los Centros de Acceso Digital (CAD). De acuerdo con el PRONATEL (Antúnez, 2021), los CAD permiten brindar los servicios de capacitación y uso de las TIC a la población, mediante el desarrollo de habilidades digitales, acceso a internet de forma gratuita, asesoría para el fortalecimiento

de sus competencias, entre otros. El esquema básico de un CAD se muestra a continuación.

Figura 34.

Esquema básico del CAD



Nota: fuente Antúñez (2021)

Al año 2023, de acuerdo con la información del PRONATEL, se ha implementado 104 CAD en las regiones de Cusco (22), Ayacucho (20), Apurímac (21), Huancavelica (15), Lambayeque (14) y Lima Provincias (12). Asimismo, de acuerdo con el Censo 2017 del INEI, en las regiones de Ayacucho, Apurímac y Huancavelica hay 119, 84 y 100 distritos, respectivamente. En ese sentido, bajo el criterio de tener un CAD en cada distrito, resulta necesario continuar con la implementación de CAD en las tres regiones, a fin de que la población se capacite y mejore sus habilidades digitales para su desarrollo socioeconómico, accediendo a talleres de ofimática, navegación en internet, trámites en línea; cursos de programación, entre otros, y contribuir al incremento del uso de internet.

Al respecto, existe evidencia internacional de los beneficios de implementación de este tipo de centros. En Colombia, el MINTIC implementó los Kioscos Vive Digital; en México, la Secretaría de Transportes y Comunicaciones implementó los Punto México Conectado; en Ecuador, el Ministerio de Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información implementó los Infocentros Comunitarios. Dichas iniciativas tenían como

objetivo mejorar los conocimientos y habilidades digitales de la población, y brindar acceso comunitario al servicio de internet.

Sobre las mencionadas iniciativas, resalta los impactos favorables que ha generado el programa “Kioskos Vive Digital”. De acuerdo con López et al. (2015), los usuarios de los Kioskos han adquirido hábitos de uso, así como competencias en materia del uso y apropiación de la internet.

4.3 Infraestructura de acceso móvil.

4.3.1 Estaciones base móvil.

Para evaluar el impacto generado en el incremento de estaciones base móvil, se ha aplicado el logaritmo neperiano a la variable dependiente “eb_mtc”, a fin de disminuir la varianza de la muestra (ver numeral 4 del anexo 3) y determinar los impactos en crecimiento porcentual respecto al grupo de control. Asimismo, se ha determinado el ratio de la variable “eb_mtc” por cada 10,000 habitantes, a fin de estimar los impactos en términos de puntajes.

Como se muestra en la siguiente tabla, para ambas variables dependientes, no se ha identificado impactos significativos en comparación con el grupo de control después de la intervención.

Tabla 23.

Impactos sobre el incremento de estaciones base móvil al año 2020

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	lneb_mtc	lneb_mtc	eb_mtc10k	eb_mtc10k
aAño	0.0381*** (0.0961)	0.0376*** (0.0949)	1.438*** (0.133)	1.412*** (0.131)
tf	38.22 (26.28)	38.12 (26.22)	1,641 (41.42)	1,629 (41.12)
tfr	-0.0190 (-26.31)	-0.0189 (-26.20)	-0.813 (-41.42)	-0.808 (-41.20)
densidad		-0.00286** (-0.0858)		-0.156*** (-0.172)
desague		-0.000335 (-0.0127)		0.0606** (0.0842)
electricidad		-0.000618		0.0151

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	lneb_mtc	lneb_mtc	eb_mtc10k	eb_mtc10k
		(-0.0203)		(0.0183)
dispositivo		0.0348***		-0.0878
		(0.150)		(-0.0139)
celular		-0.00342**		0.0700**
		(-0.0953)		(0.0717)
internet		-0.00638		-0.293
		(-0.0215)		(-0.0362)
urbano		-0.00292***		0.00469
		(-0.132)		(0.00777)
mujer		-0.0241***		-0.723***
		(-0.138)		(-0.152)
prim_infancia		-0.0971		-1.391
		(-0.533)		(-0.280)
ninez		-0.0679		-1.638
		(-0.390)		(-0.346)
adolescencia		-0.122		-2.315
		(-0.591)		(-0.412)
jovenes		-0.112		-2.604
		(-0.697)		(-0.596)
adulto_jov		-0.102		-2.060
		(-0.511)		(-0.378)
adultos		-0.0868		-2.022
		(-0.483)		(-0.413)
adulto_mayor		-0.108		-1.347
		(-1.422)		(-0.651)
discapacidad		-0.000761		0.140
		(-0.00801)		(0.0539)
educacion1		0.00617*		0.287***
		(0.110)		(0.188)
educacion2		-0.0165**		0.0183
		(-0.153)		(0.00625)
Constant	-76.00***	-63.66**	-2,888***	-2,626***
Observations	988	988	988	988
R-squared	0.009	0.160	0.015	0.325

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

4.3.2 Estaciones base con por lo menos tecnología 4G.

Para evaluar el impacto generado en el incremento de estaciones base con por lo menos tecnología 4G, se ha aplicado el logaritmo neperiano a la variable dependiente “lte_mtc”, a fin de disminuir la varianza de la muestra (ver numeral 5 del anexo 3) y

determinar los impactos en crecimiento porcentual respecto al grupo de control. Asimismo, se ha determinado el ratio de la variable “lte_mtc” por cada 10,000 habitantes, a fin de estimar los impactos en términos de puntajes.

Como se muestra en la siguiente tabla, los resultados son los siguientes:

- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen un 5.6 % de impacto significativo adicional en el incremento de estaciones base con por lo menos tecnología 4G, en comparación con el grupo de control después de la intervención.
- En promedio, los distritos del grupo tratado tienen un (1) punto de impacto significativo adicional en el incremento de estaciones base con por lo menos tecnología 4G por cada 10,000 habitantes, en comparación con el grupo de control después de la intervención.
- Con base en los resultados obtenidos, se corrobora la influencia esperada en la hipótesis 4.

Tabla 24.

Impactos sobre el incremento de estaciones base móvil con por lo menos tecnología 4G al año 2020

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	lnlte_mtc	lnlte_mtc	lte_mtc10k	lte_mtc10k
año	0.157*** (0.530)	0.157*** (0.529)	2.444*** (0.374)	2.434*** (0.373)
tf	-113.8*** (-104.9)	-114.0*** (-105.0)	-1,980** (-82.67)	-1,985** (-82.90)
tfr	0.0564*** (105.0)	0.0565*** (105.1)	0.981** (82.74)	0.983** (82.89)
densidad		-0.00180** (-0.0721)		-0.0622*** (-0.113)
desague		-0.000508 (-0.0258)		0.0124 (0.0286)
electricidad		7.37e-05 (0.00325)		-0.000557 (-0.00111)
dispositivo		0.0196*** (0.113)		0.0483 (0.0126)
celular		-0.000805		-0.00359

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	lnlte_mtc	lnlte_mtc	lte_mtc10k	lte_mtc10k
		(-0.0301)		(-0.00608)
internet		0.00855		0.0727
		(0.0386)		(0.0149)
urbano		-0.000333		0.0129
		(-0.0201)		(0.0352)
mujer		-0.00256		-0.212*
		(-0.0196)		(-0.0736)
prim_infancia		-0.198*		-5.215*
		(-1.454)		(-1.739)
ninez		-0.164		-5.175*
		(-1.264)		(-1.806)
adolescencia		-0.167		-4.921*
		(-1.086)		(-1.447)
jovenes		-0.170		-5.320**
		(-1.418)		(-2.014)
adulto_jov		-0.171		-5.220**
		(-1.145)		(-1.584)
adultos		-0.169		-5.330**
		(-1.263)		(-1.802)
adulto_mayor		-0.172		-4.861*
		(-3.033)		(-3.884)
discapacidad		-0.000387		0.0696
		(-0.00546)		(0.0445)
educacion1		0.00155		0.0630
		(0.0371)		(0.0684)
educacion2		-0.00580		0.119
		(-0.0722)		(0.0670)
Constant	-316.5***	-298.5***	-4,930***	-4,388***
Observations	988	988	988	988
R-squared	0.340	0.368	0.173	0.299

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Es decir, el despliegue de las redes de fibra óptica y enlaces microondas en los distritos, a través de los proyectos regionales, ha permitido la generación de sinergias con la inversión privada, para el incremento de estaciones base con por lo menos tecnología 4G.

Como caso de ejemplo de estas sinergias, en el mes de agosto de 2020, la empresa Gilat Networks Perú S.A. (operador de la red de acceso los proyectos regionales) y la

empresa IpT suscribieron un acuerdo para que este último pueda brindar tráfico de internet utilizando la red de acceso de los proyectos regionales¹⁶. Con ello, la empresa IpT ha implementado el servicio móvil de 4G sin necesidad de duplicar inversiones en infraestructura¹⁷.

Los resultados obtenidos permiten aceptar la hipótesis general, evidenciando una relación significativa entre los proyectos regionales de banda ancha y el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.

A continuación, en la siguiente tabla se muestra la síntesis de los hallazgos y la problemática relacionada.

¹⁶ Nota de prensa: <https://www.gob.pe/institucion/pronatel/noticias/286866-medio-millon-de-personas-en-zonas-rurales-de-huancavelica-apurimac-y-ayacucho-tendra-acceso-a-internet>

¹⁷ Nota de prensa: <https://www.gob.pe/institucion/mtc/noticias/343235-proyectos-de-banda-ancha-en-huancavelica-ayacucho-y-apurimac-permiten-conectar-mas-de-300-localidades-con-4g>

Tabla 25.*Síntesis de los hallazgos y de los problemas identificados*

N	VARIABLE	HALLAZGOS	PROBLEMÁTICA RELACIONADA
1	Infraestructura de transporte alámbrico	Los proyectos han generado un impacto significativo de 23.7 % y 3.3 puntos en el incremento del número de nodos de fibra óptica y en el incremento del número de nodos de fibra óptica por cada 10,000 habitantes, respectivamente. Por otro lado, no se ha identificado sinergias en el incremento de nodos de fibra óptica, adicionales a lo generado directamente por los proyectos.	Escasa oferta del servicio portador en las zonas donde los proyectos regionales han desplegado redes de fibra óptica, ya que el MTC aún no ha licitado la concesión para la operación y mantenimiento de las redes de transporte regional. Asimismo, la actual tarifa de la red de transporte regional está por encima del promedio de mercado, lo cual constituye una barrera para las empresas que quieran contratar el servicio y quieran incrementar su oferta de transporte mediante redes de fibra óptica.
2	Infraestructura de transporte inalámbrico	Los proyectos han generado un impacto significativo de 24.1 % y 5.4 puntos en el incremento del número de nodos de enlaces microondas y en el incremento del número de nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes, respectivamente. Por otro lado, no se ha identificado sinergias en el incremento de nodos de enlaces microondas, adicionales a lo generado directamente por los proyectos.	Escasa oferta del servicio portador en las zonas donde los proyectos regionales han desplegado redes de fibra óptica, ya que el MTC aún no ha licitado la concesión para la operación y mantenimiento de las redes de transporte regional. Asimismo, la actual tarifa de la red de transporte regional está por encima del promedio de mercado, lo cual constituye una barrera para las empresas que quieran contratar el servicio y quieran incrementar su oferta de transporte mediante redes de enlaces microondas.
3	Acceso al servicio de internet fijo	Los proyectos han generado un impacto significativo de 41.7 % en el incremento del número de suscriptores de internet fijo.	Elevadas tarifas que generan restricción en la contratación del servicio de internet fijo.

N	VARIABLE	HALLAZGOS	PROBLEMÁTICA RELACIONADA
		Por otro lado, no se ha identificado sinergias en el incremento de suscriptores de internet fijo, adicionales a lo generado directamente por los proyectos.	Asimismo, existe un limitado conocimiento de los beneficios de contratar y usar el servicio de internet fijo, así como un limitado conocimiento para su uso adecuado.
4	Infraestructura de acceso móvil	Los proyectos han generado sinergias con un impacto significativo de 5.6 % y 1 punto en el incremento del número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G y en el incremento del número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G por cada 10,000 habitantes, respectivamente.	No identificado

Nota: Fuente análisis propio

Los resultados obtenidos en la evaluación para los años 2021 y 2022, son análogos a los obtenidos en la evaluación al año 2020, como se muestra en la siguiente tabla.

Dichos resultados, así como los hallazgos antes mencionados, no han variado significativamente dado que, en los años 2020, 2021 y 2022, no se han implementado soluciones a la problemática identificada en el análisis previo.

Tabla 26.

Resultados de la evaluación para los años 2020, 2021 y 2022

N	VARIABLE	INDICADOR DE LA VARIABLE	ETIQUETA	2020	2021	2022
1	Infraestructura de transporte alámbrico	Logaritmo neperiano del número de nodos de fibra óptica	Innofo	0.237***	0.168***	0.135***
		Número de nodos de fibra óptica por cada 10 mil habitantes	nofo10k	3.257***	2.520***	2.103***
		Logaritmo neperiano del número de nodos de fibra óptica sin la intervención de los proyectos	Innofosi	0.00547	0.00281	0.000571
		Logaritmo neperiano del número de nodos de fibra óptica sin la intervención de los proyectos por cada 10 mil habitantes	nofosi10k	0.0333	0.0557	0.0103
2	Infraestructura de transporte inalámbrico	Logaritmo neperiano del número de nodos de enlaces microondas	Innora	0.241***	0.192***	0.151***
		Número de nodos de enlaces microondas por cada 10 mil habitantes	nora10k	5.433***	5.310***	4.259***
		Logaritmo neperiano del número de nodos de enlaces microondas sin la intervención de los proyectos	Innorasi	0.0245	0.0184	0.0176
		Logaritmo neperiano del número de nodos de enlaces microondas sin la intervención de los proyectos por cada 10 mil habitantes	norasi10k	0.445	0.634	0.507

N	VARIABLE	INDICADOR DE LA VARIABLE	ETIQUETA	2020	2021	2022
3	Acceso al servicio de internet fijo	Logaritmo neperiano del número de suscriptores de internet fijo	Insuscriptores_if	0.191***	0.124***	0.106***
		Número de suscriptores de internet fijo por cada 100 habitantes	susif100	0.136	-0.0136	0.0783**
		Logaritmo neperiano del número de suscriptores de internet fijo sin la tecnología VSAT	Insus_ifsvsat	0.417***	0.339***	0.284***
		Número de suscriptores de internet fijo sin la tecnología VSAT por cada 100 habitantes	susif_svsat100	0.170	0.0344	0.0965***
		Logaritmo neperiano del número de suscriptores de internet fijo sin la tecnología VSAT y la intervención de los proyectos	lnif_svsatsi	-0.0173	-0.0136	-0.00849
		Número de suscriptores de internet fijo sin la tecnología VSAT y la intervención de los proyectos por cada 100 habitantes	if_svsatsi100	0.0491	-0.0640	0.000818
4	Infraestructura de acceso móvil	Logaritmo neperiano del número de estaciones base	lneb_mtc	-0.0189	-0.000635	0.00218
		Número de estaciones base por cada 10 mil habitantes	eb_mtc10k	-0.808	-0.171	-0.00589
		Logaritmo neperiano del número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G	lnlte_mtc	0.0565***	0.0543***	0.0531***
		Número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G por cada 10 mil habitantes	lte_mtc10k	0.983**	1.164***	1.146***

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Finalmente, en la siguiente tabla, la presente tesis sintetiza las recomendaciones en atención a la problemática identificada.

Tabla 27.

Propuesta de recomendaciones

VARIABLE	PROBLEMÁTICA	RECOMENDACIONES
1. Infraestructura de transporte alámbrico	Escasa oferta del servicio portador en las zonas donde los proyectos regionales han desplegado redes de fibra óptica.	Licitación para la operación y mantenimiento de las Redes Regionales y la RDNFO.
2. Infraestructura de transporte inalámbrico	La actual tarifa de la red de transporte regional está por encima del promedio de mercado.	Actualizar la regulación de las tarifas de las Redes Regionales y la RDNFO.
3. Acceso al servicio de internet fijo	Elevadas tarifas del servicio de acceso de internet fijo que generan restricción en la contratación de dicho servicio.	Promover el acceso al servicio de internet fijo a tarifas asequibles mediante el subsidio a la demanda.
	Limitado conocimiento de los beneficios de contratar y usar el servicio de internet fijo, así como un limitado conocimiento para su uso adecuado.	Continuar con el impulso del desarrollo de las habilidades digitales, a través de los CAD, en los distritos que aún no se han implementado.
4. Infraestructura de acceso móvil	No identificado	No corresponde

Nota: Fuente análisis propio

Conclusiones

- Los resultados obtenidos permiten afirmar que la hipótesis general se cumple, evidenciando una relación significativa entre los proyectos regionales de banda ancha y el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en las regiones de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica.
- La presente tesis ha permitido validar las hipótesis específicas, de acuerdo con los siguientes resultados obtenidos:
 - Entre los años 2017 y 2020, los proyectos regionales de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica han generado sinergias con impactos significativos de 5.6 % y 1 punto en el incremento del número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G y en el incremento del número de estaciones base con por lo menos tecnología 4G por cada 10,000 habitantes, respectivamente.
 - De forma análoga, los proyectos regionales de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica han generado un impacto significativo de 23.7 % y 3.3 puntos en el incremento del número de nodos de fibra óptica y en el incremento del número de nodos de fibra óptica por cada 10,000 habitantes, respectivamente.
 - Asimismo, los proyectos regionales de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica han generado un impacto significativo de 24.1 % y 5.4 puntos en el incremento del número de nodos de enlaces microondas y en el incremento del número de nodos de enlaces microondas por cada 10,000 habitantes, respectivamente.
 - En esa misma línea, los proyectos regionales de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica han generado un impacto significativo de 41.7 % en el incremento del número de suscriptores de internet fijo.
- Sin embargo, la presente tesis no ha identificado sinergias en el incremento de nodos de fibra óptica, nodos de enlaces microondas y suscriptores de internet fijo, adicionales a lo generado directamente por los proyectos, debido a la siguiente problemática:

- Escasa oferta del servicio portador en las zonas donde los proyectos regionales han desplegado redes de fibra óptica.
- La actual tarifa de la red de transporte regional está por encima del promedio de mercado, lo cual constituye una barrera de entrada para las empresas que quieran contratar el servicio y quieran incrementar su oferta de transporte mediante redes de fibra óptica y/o enlaces microondas.
- Elevadas tarifas del servicio de acceso de internet fijo que generan restricción en la contratación de dicho servicio.
- Limitado conocimiento de los beneficios de contratar y usar el servicio de internet fijo, así como un limitado conocimiento para su uso adecuado.

Recomendaciones

- Licitar la concesión para la operación y mantenimiento de las redes regionales y la RDNFO.
 - En tanto el MTC define y gestiona la concesión definitiva de ambas redes, resulta necesario que dicha entidad contrate la operación temporal de la RDNFO y de las Redes Regionales, a través del PRONATEL.
 - Dicha contratación deberá de incluir la explotación comercial de ambas redes, con el objetivo de generar la oferta del servicio portador.
 - La concesión definitiva deberá de contemplar el modelo del operador neutro, la integración de la RDNFO y Redes Regionales, ya que aún existe baja competencia a nivel mayorista lo que está afectando el mercado a nivel minorista, como el servicio de internet fijo.
- Actualizar la regulación de la tarifa de las Redes Regionales y la RDNFO
 - Se plantea que el OSIPTEL fije la tarifa tope en las zonas no competitivas previamente definidas por esta entidad; supervisando el comportamiento del mercado en las zonas competitivas, y que la empresa concesionaria establezca libremente la tarifa del servicio portador con la restricción de no exceder el valor de la tarifa tope.
- Promover el acceso al servicio de internet fijo a tarifas asequibles mediante el subsidio a la demanda.
- Continuar con el impulso del desarrollo de las habilidades digitales, a través de los Centros de Accesos Digital, en los distritos que aún no se han implementado.

Referencias bibliográficas

- Aguilar et al. (2020). Impacto económico del acceso a internet en los hogares peruanos.
- Aguilar Reátegui, J., Gil Malca Palacios, C., Aparco Maravi, E., Acosta Cueva, D., Asencios Pineda, L., & Robles Figueroa, E. (2021). Impacto del acceso a internet en el crecimiento económico del Perú: un enfoque ARDL.
- Antúñez, R. (5 de Abril de 2021). Creación de centros de acceso digital para el uso y apropiación de las TIC en la región Apurímac. Lima, Lima, Lima.
- Banco Mundial. (2019). *Escenarios y modelos de negocio para la RDNFO y Redes de Transporte Regionales*. Lima: MTC.
- Barrantes Cáceres, R. (2010). Políticas para el desarrollo de la banda ancha. *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, 211-245.
- Barro, R. J. (1991). *Economic Growth in a Cross Section of Countries*. Quarterly Journal of Economics.
- Beard et al. (2020). Bridging the digital divide: what has not worked but what just might. *Phoenix Center Policy Paper Number*.
- Berec. (2014). *Common position on geographical aspects of market analysis*. Riga: Berec.
- Birkland, T. A. (2020). *An Introduction to the Policy Process: Theories, Concepts, and Models of Public Policy Making*.
- Briglauer et al. (2019). Does state aid for broadband deployment in rural areas close the digital and economic divide? *Information Economics and Policy - Elsevier*, 68-85.
- CEPAL. (2020). Universalizar el acceso a las tecnologías digitales para enfrentar los efectos del COVID-19. *CEPAL*.
- Chahuara, P., & Trelles, J. (2014). Impactos heterogéneos del acceso a internet sobre el bienestar: evidencia a partir de microdatos en el Perú. *Osiptel*.
- Chaves, J. (2020). Expansión de fibra óptica y penetración de internet fijo en Colombia. *Universidad de los Andes*.
- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., & Woessmann, L. (2009). Broadband Infrastructure and Economic Growth. *CESifo Working Paper*.
- De Los Ríos F., C. A. (2010). Impacto del uso de internet en el bienestar de los hogares peruanos. *Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información*.
- Dinterman, R., & Rencow, M. (2016). Evaluation of USDA's Broadband Loan Program: Impacts on broadband provision. *Telecommunications Policy*.
- Echeberría, R. (2020). Infraestructura de Internet en América Latina: puntos de intercambio de tráfico, redes de distribución de contenido, cables submarinos y centros de datos. *CEPAL*.
- Fernández, R., & Medina, P. (2011). Evaluación del impacto del acceso a las TIC sobre el ingreso de los hogares: una aproximación a partir de la metodología del

Propensity Score Matching y datos de panel para el caso peruano. *Diálogo Regional sobre Sociedad de la Información*.

García Núñez, L. (2011). *Econometría de evaluación de impacto*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.

Gertler et al. (2017). *La evaluación de impacto en la práctica (segunda edición)*. Washington, DC: Banco Interamericano de Desarrollo y Banco Mundial.

Graças Rua, M. D. (1997). *Análise de Políticas Públicas: Conceitos Básicos. Programa de Apoio a la Gerencia Social en Brasil. Banco Interamericano de Desarrollo*.

Heckman et al. (1997). Matching as an Econometric Evaluation Estimator: Evidence from Evaluating a Job Training Programme. *Review of Economic Studies*.

Heckman et al. (1999). The Economics and Econometrics of Active Labor Market Programs. *Handbook of Labor Economics*, 1865-2097.

Jordán, V. (2010). Banda ancha: la nueva brecha digital. *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*, 92.

Jordán, V., Galperin, H., & Peres, W. (2010). *Acelerando la revolución digital: banda ancha para América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL, Naciones Unidas.

Kandilov, A. M., Kandilov, I. T., Liu, X., & Rencow, M. (2017). The impact of broadband on U.S. Agriculture: an evaluation of the USDA Broadband Loan Program. *Perspectives and Policy, Oxford University*, 1-27.

Khandker et al. (2010). *Handbook on Impact Evaluation*. Washington DC: The World Bank.

Khandker et al. (2010). *Handbook on Impact Evaluation, Quantitative Methods and Practices*. Washington, D.C.: The World Bank.

Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Elsevier*.

López, M., Rodríguez, Ó., Gutiérrez, M., Sosa, J., Romero, J., Reyes, Á., . . . Téllez, D. (2015). *Evaluación de impacto de las iniciativas Kioscos (KVD) y Puntos (PVD) del Plan Vive Digital así como el acompañamiento a beneficiarios de la iniciativa Hogares Digitales*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.

Manlove, J., & Whitacre, B. (2019). An evaluation of the Connected Nation broadband adoption. *Telecommunications Policy*.

Mellado et al. (2023). *Innovar para conectar: estrategias y medidas de regulación inteligente para reducir la brecha digital*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Mellado et al. (2023). *Propuesta de actualización tarifaria para la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica*. Lima: MTC.

More, J. (2022). *Estado de la infraestructura de la red de transporte (backhaul) y efecto del despliegue de infraestructura de acceso en la velocidad de internet móvil*. Lima: Osipitel.

- More, J., & Argandoña, D. (2020). Las redes de transporte de fibra óptica, microondas y satelital, y su rol para promover la expansión de la cobertura de los servicios público de telecomunicaciones: reporte y mapas de cobertura. *Osiptel*, 11-13.
- More, J., & Gavilano, M. (2020). Estimación del número de estaciones base celular para atender la demanda de servicios móviles en el Perú al año 2025. *Osiptel*.
- Moschella, F., Asencios, L., Farromeque, R., Azurza, W., Garro, J., Terrenos, D., & Casas, R. (2023). *Propuesta de revisión de la tarifa aplicable a la prestación del servicio portador brindado mediante la Red Dorsal Nacional de Fibra Óptica, durante la operación provisional*. Lima: MTC.
- MTC. (2011). *Plan Nacional para el Desarrollo de la Banda Ancha en el Perú*. Lima: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Nioche, J. P. (1997). Ciencia administrativa, management público y análisis de políticas públicas. *Tecnología Administrativa*.
- Norton, S. W. (1992). Transaction Costs, Telecommunications, and the Microeconomics of Macroeconomic Growth.
- OCDE/BID. (2016). *Políticas de banda ancha para América Latina y el Caribe: un manual para la economía digital*. Paris: OECD Publishing.
- OSIPTEL. (Mayo de 2023). Reglamento general de calidad de los servicios públicos de telecomunicaciones, Resolución de Consejo Directivo N 151-2023-CD-OSIPTEL. Lima, Perú.
- Pillaca, J. (2025). *Impacto de los proyectos de banda ancha en el crecimiento de la infraestructura y del acceso a las telecomunicaciones en los departamentos de Apurímac, Ayacucho y Huancavelica*. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Qiang, C. Z.-W., Rossotto, C. M., & Kimura, K. (2009). Economic Impacts of Broadband. *Information and Communications for Development 2009*, 35-50.
- Quiso et al. (2023). *Revisión de las tarifas tope de los servicios de transporte y acceso a internet - Proyectos regionales de banda ancha y conectividad integral*. Lima: Osiptel.
- Quiso et al., L. (2023). *Declaración de calidad regulatoria sobre la problemática relacionada a la cobertura móvil*. Lima: OSIPTEL.
- Rubin, D. B. (1974). Estimating causal effects of treatments in randomized and nonrandomized experiments. *Journal of Educational Psychology* N° 66, 688-701.
- Whitacre, B., & Gallardo, R. (2020). State broadband policy: Impacts on availability. *Telecommunications Policy*.
- Wooldridge, J. (2001). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. London: The MIT Press.
- Yongsoo et al. (2010). *Building Broadband, Strategies and Policies for The Developing World*. Washington, D.C.: The World Bank.
- Zhen-Wei Qiang, C., & M. Rossotto, C. (2009). Information and Communications for Development. En C. Zhen-Wei Qiang, & C. M. Rossotto, *Economic Impacts of Broadband* (págs. 35-50). Washington DC: World Bank.

Anexos

Anexo 1.

Regresiones

	(1)	(2)	(3)	(4)
VARIABLES	nora2022	suscriptores_if2022	eb_mtc2022	lte_mtc2022
nofo2022	1.179*** (0.865)	488.1*** (0.931)	2.269*** (0.967)	2.065*** (0.968)
Constant	5.292***	-809.7***	2.082***	0.675***
Observations	1,874	1,874	1,874	1,874
R-squared	0.749	0.866	0.934	0.937

Nota: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.

Anexo 2.

Análisis de significancia de las covariables

Evaluación 2020

Evaluación-red de transporte

VARIABLES	(1) densidad	(2) piso	(3) agua	(4) desague	(5) electricidad	(6) dispositivo	(7) celular	(8) internet	(9) urbano	(10) mujer	(11) prim infancia	(12) ninez	(13) adolescencia	(14) jovenes	(15) adulto jov	(16) adultos	(17) adulto mayor	(18) discapacidad	(19) quechua	(20) educacion1	(21) educacion2
tf	-0.381 (-0.0100)	-6.837*** (-0.223)	6.586*** (0.120)	-2.679 (-0.0561)	-0.863 (-0.0243)	-0.618** (-0.105)	-1.070 (-0.0343)	-0.560** (-0.111)	-3.779 (-0.0646)	0.762** (0.0863)	0.0865 (0.0161)	0.469* (0.0759)	1.130*** (0.168)	-0.516 (-0.0631)	-0.647* (-0.0844)	-0.530* (-0.0850)	-0.00523 (-0.000341)	-0.341 (-0.0268)	27.20*** (0.350)	-2.321** (-0.106)	-0.809 (-0.0600)
Constant	13.41***	18.11***	65.66***	34.89***	72.88***	3.432***	61.17***	1.276***	48.38***	48.74***	9.370***	10.70***	10.52***	14.70***	18.53***	16.83***	19.36***	13.21***	40.81***	46.21***	10.79***
Observations	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518	518
R-squared	0.000	0.050	0.014	0.003	0.001	0.011	0.001	0.012	0.004	0.007	0.000	0.006	0.028	0.004	0.007	0.007	0.000	0.001	0.123	0.011	0.004

Normalized beta coefficients in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Evaluación-red de acceso

VARIABLES	(1) densidad	(2) piso	(3) agua	(4) desague	(5) electricidad	(6) dispositivo	(7) celular	(8) internet	(9) urbano	(10) mujer	(11) prim infancia	(12) ninez	(13) adolescencia	(14) jovenes	(15) adulto jov	(16) adultos	(17) adulto mayor	(18) discapacidad	(19) quechua	(20) educacion1	(21) educacion2
tf	-3.072 (-0.0744)	-6.687*** (-0.190)	6.237** (0.113)	-1.076 (-0.0225)	0.0464 (0.00119)	-0.344 (-0.0633)	-0.238 (-0.00728)	-0.361 (-0.0763)	-3.411 (-0.0575)	0.268 (0.0321)	-0.348 (-0.0599)	0.0297 (0.00458)	0.690* (0.104)	-0.566 (-0.0646)	-0.342 (-0.0493)	-0.137 (-0.0207)	0.660 (0.0401)	0.173 (0.0131)	25.15*** (0.323)	-0.663 (-0.0305)	0.241 (0.0191)
Constant	14.35***	18.98***	65.86***	35.66***	72.18***	3.296***	59.71***	1.070***	50.05***	48.89***	9.707***	10.98***	10.63***	14.64***	18.32***	16.58***	19.14***	13.26***	41.13***	45.43***	10.41***
Observations	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343	343
R-squared	0.006	0.036	0.013	0.001	0.000	0.004	0.000	0.006	0.003	0.001	0.004	0.000	0.011	0.004	0.002	0.000	0.002	0.000	0.105	0.001	0.000

Normalized beta coefficients in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Evaluación 2021

Evaluación-red de transporte

VARIABLES	(1) densidad	(2) piso	(3) agua	(4) desague	(5) electricidad	(6) dispositivo	(7) celular	(8) internet	(9) urbano	(10) mujer	(11) prim infancia	(12) ninez	(13) adolescencia	(14) jovenes	(15) adulto jov	(16) adultos	(17) adulto mayor	(18) discapacidad	(19) quechua	(20) educacion1	(21) educacion2
tf	-1.620 (-0.0451)	-5.502*** (-0.186)	8.070*** (0.153)	0.153 (0.00345)	1.116 (0.0348)	-0.454 (-0.0755)	-0.0675 (-0.00224)	-0.468** (-0.118)	-0.391 (-0.00722)	0.528 (0.0658)	-0.218 (-0.0456)	0.125 (0.0223)	0.694** (0.115)	-0.870** (-0.114)	-0.663* (-0.0923)	-0.0880 (-0.0159)	1.010 (0.0728)	0.143 (0.0122)	21.48*** (0.304)	-0.998 (-0.0506)	-0.401 (-0.0321)
Constant	14.63***	16.80***	64.27***	32.05***	70.87***	3.267***	60.22***	1.187***	45.38***	48.95***	9.645***	11.01***	10.91***	15.05***	18.54***	16.42***	18.44***	12.70***	46.12***	44.97***	10.44***
Observations	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417	417
R-squared	0.002	0.034	0.023	0.000	0.001	0.006	0.000	0.014	0.000	0.004	0.002	0.000	0.013	0.013	0.009	0.000	0.005	0.000	0.092	0.003	0.001

Normalized beta coefficients in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Evaluación-red de acceso

VARIABLES	(1) densidad	(2) piso	(3) agua	(4) desague	(5) electricidad	(6) dispositivo	(7) celular	(8) internet	(9) urbano	(10) mujer	(11) prim_infancia	(12) ninez	(13) adolescencia	(14) jovenes	(15) adulto_jov	(16) adultos	(17) adulto_mayor	(18) discapacidad	(19) quechua	(20) educacion1	(21) educacion2
tf	-4.921* (-0.127)	-3.621* (-0.117)	11.00*** (0.204)	4.773* (0.113)	4.624* (0.131)	-0.153 (-0.0255)	1.435 (0.0454)	-0.481 (-0.103)	1.394 (0.0256)	-0.256 (-0.0396)	-0.635* (-0.126)	-0.485 (-0.0823)	-0.0175 (-0.00289)	-1.005* (-0.129)	-0.111 (-0.0202)	0.348 (0.0602)	1.883* (0.127)	0.854 (0.0707)	12.18*** (0.188)	0.758 (0.0400)	0.711 (0.0631)
Constant	15.91***	16.62***	61.86***	31.24***	68.35***	3.220***	58.62***	1.264***	46.86***	49.25***	9.949***	11.40***	11.15***	14.84***	18.18***	16.13***	18.35***	12.69***	54.84***	44.31***	10.07***
Observations	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217	217
R-squared	0.016	0.014	0.041	0.013	0.017	0.001	0.002	0.011	0.001	0.002	0.016	0.007	0.000	0.017	0.000	0.004	0.016	0.005	0.035	0.002	0.004

Normalized beta coefficients in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Evaluación 2022

Evaluación-red de transporte

VARIABLES	(1) densidad	(2) piso	(3) agua	(4) desague	(5) electricidad	(6) dispositivo	(7) celular	(8) internet	(9) urbano	(10) mujer	(11) prim_infancia	(12) ninez	(13) adolescencia	(14) jovenes	(15) adulto_jov	(16) adultos	(17) adulto_mayor	(18) discapacidad	(19) quechua	(20) educacion1	(21) educacion2
tf	-2.108 (-0.0633)	-4.984*** (-0.164)	8.332*** (0.158)	1.538 (0.0353)	1.364 (0.0422)	-0.374 (-0.0678)	-0.280 (-0.00904)	-0.467** (-0.117)	0.709 (0.0133)	0.357 (0.0432)	-0.269 (-0.0585)	-0.00147 (-0.000271)	0.471 (0.0804)	-0.991** (-0.130)	-0.512 (-0.0704)	0.0834 (0.0156)	1.211* (0.0905)	0.362 (0.0314)	18.41*** (0.270)	-0.578 (-0.0296)	-0.0433 (-0.00351)
Constant	14.34***	16.41***	62.92***	31.07***	70.37***	3.151***	59.93***	1.171***	44.63***	48.98***	9.708***	11.12***	11.05***	15.22***	18.50***	16.25***	18.15***	12.56***	47.62***	44.97***	10.23***
Observations	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368	368
R-squared	0.004	0.027	0.025	0.001	0.002	0.005	0.000	0.014	0.000	0.002	0.003	0.000	0.006	0.017	0.005	0.000	0.008	0.001	0.073	0.001	0.000

Normalized beta coefficients in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Evaluación-red de acceso

VARIABLES	(1) densidad	(2) piso	(3) agua	(4) desague	(5) electricidad	(6) dispositivo	(7) celular	(8) internet	(9) urbano	(10) mujer	(11) prim_infancia	(12) ninez	(13) adolescencia	(14) jovenes	(15) adulto_jov	(16) adultos	(17) adulto_mayor	(18) discapacidad	(19) quechua	(20) educacion1	(21) educacion2
tf	-3.968* (-0.121)	-2.374 (-0.0816)	9.181** (0.171)	4.713 (0.113)	3.931 (0.114)	-0.301 (-0.0498)	0.601 (0.0191)	-0.499 (-0.107)	1.999 (0.0369)	-0.316 (-0.0479)	-0.544 (-0.116)	-0.485 (-0.0877)	-0.0512 (-0.00866)	-0.979* (-0.126)	-0.171 (-0.0310)	0.292 (0.0530)	1.922* (0.134)	1.182 (0.103)	8.828* (0.141)	0.728 (0.0392)	0.849 (0.0791)
Constant	14.63***	15.77***	62.22***	31.02***	68.78***	3.288***	58.81***	1.263***	45.40***	49.17***	9.868***	11.42***	11.27***	14.88***	18.21***	16.15***	18.21***	12.43***	56.93***	44.31***	9.823***
Observations	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189	189
R-squared	0.015	0.007	0.029	0.013	0.013	0.002	0.000	0.011	0.001	0.002	0.013	0.008	0.000	0.016	0.001	0.003	0.018	0.011	0.020	0.002	0.006

Normalized beta coefficients in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Anexo 3.

Estadísticas de las variables

1) Estadísticas de las variables nofo y Innofo.

nofo					Innofo				
Percentiles		Smallest			Percentiles		Smallest		
1%	0	0			1%	0	0		
5%	0	0			5%	0	0		
10%	0	0	Obs	780	10%	0	0	Obs	780
25%	0	0	Sum of Wgt.	780	25%	0	0	Sum of Wgt.	780
50%	0		Mean	.0192308	50%	0		Mean	.0079151
		Largest	Std. Dev.	.3374592			Largest	Std. Dev.	.1037289
75%	0	1			75%	0	.6931472		
90%	0	1	Variance	.1138787	90%	0	.6931472	Variance	.0107597
95%	0	2	Skewness	24.597	95%	0	1.098612	Skewness	16.8801
99%	0	9	Kurtosis	646.6384	99%	0	2.302585	Kurtosis	333.3268

Fuente: elaboración propia

2) Estadísticas de las variables nora y Innora.

nora					Innora				
Percentiles		Smallest			Percentiles		Smallest		
1%	0	0			1%	0	0		
5%	0	0			5%	0	0		
10%	0	0	Obs	780	10%	0	0	Obs	780
25%	0	0	Sum of Wgt.	780	25%	0	0	Sum of Wgt.	780
50%	0		Mean	.7794872	50%	0		Mean	.3297399
		Largest	Std. Dev.	2.25125			Largest	Std. Dev.	.5738821
75%	1	16			75%	.6931472	2.833213		
90%	2	16	Variance	5.068128	90%	1.098612	2.833213	Variance	.3293407
95%	4	21	Skewness	8.247115	95%	1.609438	3.091043	Skewness	1.928927
99%	9	37	Kurtosis	105.2572	99%	2.302585	3.637586	Kurtosis	6.966818

Fuente: elaboración propia

3) Estadísticas de las variables suscriptores_if y Insuscriptores_if.

suscriptores_if					Insuscriptores_if				
Percentiles		Smallest			Percentiles		Smallest		
1%	0	0			1%	0	0		
5%	0	0			5%	0	0		
10%	0	0	Obs	494	10%	0	0	Obs	494
25%	0	0	Sum of Wgt.	494	25%	0	0	Sum of Wgt.	494
50%	0		Mean	2.07085	50%	0		Mean	.437021
		Largest	Std. Dev.	27.40873			Largest	Std. Dev.	.6054759
75%	1	9			75%	.6931472	2.302585		
90%	2	10	Variance	751.2384	90%	1.098612	2.397895	Variance	.3666011
95%	3	20	Skewness	22.04704	95%	1.386294	3.044523	Skewness	2.777752
99%	8	609	Kurtosis	488.6861	99%	2.197225	6.413459	Kurtosis	22.0499

Fuente: elaboración propia

4) Estadísticas de las variables eb_mtc y Ineb_mtc

eb_mtc					Ineb_mtc				
Percentiles		Smallest			Percentiles		Smallest		
1%	0	0			1%	0	0		
5%	0	0			5%	0	0		
10%	0	0	Obs	494	10%	0	0	Obs	494
25%	1	0	Sum of Wgt.	494	25%	.6931472	0	Sum of Wgt.	494
50%	1		Mean	1.860324	50%	.6931472		Mean	.8718195
		Largest	Std. Dev.	1.954535			Largest	Std. Dev.	.588034
75%	2	11			75%	1.098612	2.484907		
90%	4	13	Variance	3.820208	90%	1.609438	2.639057	Variance	.345784
95%	5	14	Skewness	2.591398	95%	1.791759	2.70805	Skewness	.2143938
99%	9	16	Kurtosis	14.28422	99%	2.302585	2.833213	Kurtosis	2.793305

Fuente: elaboración propia

5) Estadísticas de las variables lte_mtc y lnlte_mtc

lte_mtc					lnlte_mtc				
Percentiles		Smallest			Percentiles		Smallest		
1%	0	0			1%	0	0		
5%	0	0			5%	0	0		
10%	0	0	Obs	494	10%	0	0	Obs	494
25%	0	0	Sum of Wgt.	494	25%	0	0	Sum of Wgt.	494
50%	0		Mean	.0323887	50%	0		Mean	.0224501
		Largest	Std. Dev.	.1772095			Largest	Std. Dev.	.1228323
75%	0	1			75%	0	.6931472		
90%	0	1	Variance	.0314032	90%	0	.6931472	Variance	.0150878
95%	0	1	Skewness	5.282847	95%	0	.6931472	Skewness	5.282847
99%	1	1	Kurtosis	28.90847	99%	.6931472	.6931472	Kurtosis	28.90847

Fuente: elaboración propia