

Brecha digital móvil en centros poblados del Perú 2023 y sus determinantes territoriales

The Mobile Digital Divide in Populated Centers of Peru in 2023 and Its geographical Determinants



Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurimac – Perú
Riqchary, revista de investigación en ciencia y tecnología
[ISSN: 2810-8124 \(en línea\) / ISSN: 2706-543x](https://doi.org/10.57166/riqchary/v8.n1.2026.2)
Vol. 8 Núm. 1 (2026) - Publicado: 29/04/2026
doi.org/10.57166/riqchary/v8.n1.2026.2

Páginas: 11- 17

Recibido 23/01/2026 ; Aceptado 28/04/2025
<https://doi.org/10.57166/riqchary/v8.n1.2026.2>

Aldair J. Maquera Andrade

Universidad Nacional del Altiplano, PE

<https://orcid.org/0009-0009-5980-0890>

aj.maquera@est.unap.edu.pe

Resumen—En el Perú, el 99.3% de los hogares cuenta con telefonía móvil; sin embargo, la calidad tecnológica de esa cobertura es profundamente desigual: el 50.8% de los centros poblados (CCPP) carece de acceso a redes 4G o 5G, limitando el acceso a servicios digitales esenciales como tele salud, educación en línea y gobierno electrónico. El presente estudio tiene como objetivo analizar la magnitud, distribución territorial y determinantes de la brecha digital móvil (2G-5G) en los centros poblados del Perú durante 2023. Se empleó una metodología cuantitativa no experimental de alcance descriptivo-correlacional-inferencial, aplicando pruebas Chi-cuadrado, Kruskal-Wallis, regresión logística e Índice de Moran sobre el conjunto de datos oficial de OSIPTEL (51,366 registros, 31,439 centros poblados, 25 regiones, 4 operadoras). Los resultados revelan diferencias estadísticamente significativas entre zonas geográficas ($p < 0.001$): la Selva presenta la mayor brecha (66.2%), seguida de la Sierra (53.5%) y la Costa (35.1%). La zona geográfica es el principal determinante del déficit tecnológico (OR Selva = 0.448, OR Sierra = 0.659 vs Costa), mientras que Viettel concentra el 47.1% de la cobertura nacional. El análisis espacial revela autocorrelación positiva significativa (I de Moran = 0.469, $p = 0.001$), con 6,453 centros poblados en grupos de exclusión digital agrupada concentrados en Sierra y Selva. La región Puno, con 49.7% de brecha, refleja el déficit estructural de toda la Sierra peruana. Se concluye que la brecha digital responde a factores geográficos y de concentración de mercado, requiriendo políticas públicas diferenciadas por zona para garantizar conectividad universal.

Palabras clave: autocorrelación espacial, brecha digital, cobertura móvil, infraestructura telecomunicaciones

Abstract - In Peru, 99.3% of households have mobile telephony; however, the technological quality of that coverage is deeply unequal: 50.8% of populated centers lack access to 4G or 5G networks, limiting access to essential digital services such as telehealth, online education, and e-government. This study aims to analyze the magnitude, territorial distribution, and determinants of the mobile digital divide (2G-5G) in Peru's populated centers during 2023. A quantitative, non-experimental, descriptive-correlational-inferential methodology was applied, using Chi-square, Kruskal-Wallis, logistic regression, and Moran's Index tests on the official OSIPTEL dataset (51,366 records, 31,439 populated centers, 25 regions, 4 operators). Results reveal statistically significant differences across geographic zones ($p < 0.001$): the Amazon region shows the highest gap (66.2%), followed by the Highlands (53.5%) and the Coast (35.1%). Geographic zone is the main determinant of the technological deficit (OR Amazon = 0.448, OR Highlands = 0.659 vs Coast), while Viettel concentrates 47.1% of national coverage. Spatial analysis reveals significant positive autocorrelation (Moran I = 0.469, $p = 0.001$), with 6,453 populated centers in clustered digital exclusion zones concentrated in the highlands and Amazon region. The Puno region, with a 49.7% gap, reflects the structural deficit across the entire Peruvian highlands. It is concluded that Peru's digital divide responds to geographic and market concentration factors, requiring differentiated public policies by zone to guarantee universal connectivity.

Keywords: spatial autocorrelation, digital divide, mobile coverage, telecommunications infrastructure

1 INTRODUCCIÓN

El acceso a internet móvil de banda ancha se ha convertido en un factor determinante del desarrollo económico y social a nivel global. La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) señala que la brecha digital entre países desarrollados y en desarrollo persiste como uno de los principales obstáculos para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 9 relacionado con infraestructura e innovación [1]. La transición tecnológica de redes 2G hacia 4G y 5G representa no solo una mejora en velocidad de conexión, sino el acceso a servicios digitales esenciales como telemedicina, educación en línea, gobierno electrónico y comercio digital [2].

En el contexto latinoamericano, el Perú presenta una situación paradójica: si bien el acceso a telefonía móvil alcanzó el 99.3% de los hogares al cierre de 2024 [3], la calidad tecnológica de esa cobertura es profundamente desigual entre regiones urbanas y rurales. Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 76,300 centros poblados no cuentan con cobertura de servicios móviles, siendo el 99% de localidades con menos de 500 habitantes [4]. Esta paradoja - alta penetración, pero baja calidad tecnológica - configura lo que diversos autores denominan la segunda brecha digital [5].

El mercado móvil peruano opera con cuatro empresas operadoras: Viettel (Bitel), Telefónica (Movistar), América Móvil (Claro) y Entel, cuya distribución de infraestructura es

2.1 Tipo y diseño de investigación

El estudio es de enfoque cuantitativo, diseño no experimental de corte transversal y alcance descriptivo-correlacional-inferencial. No se manipuló ninguna variable; se analizaron datos observacionales del periodo marzo 2023.

2.2 Fuente de datos

Se utilizó el conjunto de datos oficial de cobertura de servicio móvil del Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones (OSIPTEL), correspondiente al periodo marzo 2023 [6]. El conjunto de datos comprende 51,366 registros distribuidos en 31,439 centros poblados de las 25 regiones del país, reportados por cuatro empresas operadoras: Viettel Perú S.A.C., Telefónica del Perú S.A.A., América Móvil Perú S.A.C. y Entel Perú S.A. Las variables incluyen ubicación geográfica (departamento, provincia, distrito, centro poblado), código UBIGEO, coordenadas geográficas, cobertura por generación tecnológica (2G, 3G, 4G, 5G) y velocidad de conexión (hasta 1 Mbps y más de 1 Mbps).

2.3 Procesamiento y variables

El procesamiento se realizó en Python 3.12 con las librerías pandas, scipy, statsmodels y geopandas [10]. Se consolidaron los registros por operadora para obtener el nivel tecnológico máximo por centro poblado, generando la variable binaria `tiene_4G_5G` (1 = cobertura 4G o 5G disponible; 0 = ausencia de cobertura 4G y 5G). Los centros poblados se clasificaron en tres zonas geográficas: Costa (10 regiones), Sierra (10 regiones) y Selva (5 regiones), siguiendo la clasificación oficial del INEI [11]. Se identificó una diferencia marginal de 6 centros poblados en la agregación por zonas geográficas respecto al total nacional (31,439), atribuida a registros con clasificación territorial

marcadamente asimétrica [6]. Estudios previos documentan que la dispersión geográfica y la baja densidad poblacional reducen los incentivos comerciales para el despliegue de redes avanzadas en zonas rurales [7] [8], configurando un déficit estructural que ningún estudio ha cuantificado con datos oficiales OSIPTEL a nivel inferencial y nacional.

Frente a este vacío, el presente estudio analiza la magnitud, distribución territorial y determinantes de la brecha digital móvil en los centros poblados del Perú durante 2023, aportando evidencia estadística inferencial de alcance nacional para el diseño de políticas públicas en el marco del Programa Nacional de Telecomunicaciones PRONATEL [9].

El estudio plantea cuatro hipótesis: que existen diferencias estadísticamente significativas en cobertura 4G/5G entre las zonas Costa, Sierra y Selva; que la distribución tecnológica es desigual entre las cuatro operadoras; que la región Puno presenta una brecha equivalente al promedio nacional, reflejando un déficit estructural de toda la Sierra peruana; y que la zona geográfica y la operadora son los principales determinantes del déficit de cobertura 4G/5G. El objetivo general es analizar la magnitud, distribución territorial y determinantes de la brecha digital móvil (2G-5G) en los 31,439 centros poblados del Perú durante 2023, utilizando pruebas Chi-cuadrado, Kruskal-Wallis y regresión logística sobre el conjunto de datos oficial de OSIPTEL [6].

2 METODOLOGÍA

incompleta. Esta diferencia no afecta la consistencia de los resultados.

2.4 Técnicas de análisis

Se aplicaron cuatro técnicas estadísticas. Primero, la prueba Chi-cuadrado de independencia (χ^2) para evaluar asociaciones entre zona geográfica y cobertura 4G/5G, y entre empresa operadora y nivel tecnológico [12]. Segundo, la prueba Kruskal-Wallis con post-hoc Mann-Whitney para comparar distribuciones de brecha digital entre zonas y regiones. Tercero, el Índice de Herfindahl-Hirschman (HHI) para cuantificar la concentración de mercado entre operadoras [13]. Cuarto, regresión logística binaria con variable dependiente `tiene_4G_5G` y variables independientes zona geográfica y empresa operadora codificadas como variables dummy, reportando odds ratios (OR) con intervalos de confianza al 95% y pseudo R^2 de McFadden [12] [10]. El nivel de significancia adoptado fue $\alpha = 0.05$. Quinto, el Índice de Moran Global y el análisis LISA (indicadores locales de asociación espacial) para evaluar la autocorrelación espacial de la cobertura 4G/5G entre centros poblados, identificando grupos de inclusión y exclusión digital [14].

3 RESULTADOS

3.1 Distribución nacional de cobertura tecnológica

El análisis del conjunto de datos OSIPTEL 2023 revela que de los 31,439 centros poblados con alguna cobertura móvil, el 40.6% cuenta únicamente con cobertura 3G, el 49.2% con 4G y apenas el 0.1% con 5G, limitada exclusivamente a 7 centros poblados del Callao atendidos por América Móvil. El 50.8% de los centros poblados carece de cobertura 4G o 5G, representando 15,937 localidades sin acceso a internet móvil de banda ancha avanzada (Tabla 1).

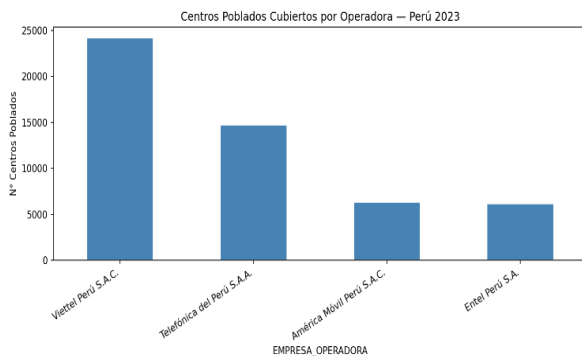


Tabla 1. Distribución de cobertura tecnológica - Perú 2023

Tecnología	Registros	% del total
2G	3,250	10.3%
3G	12,754	40.6%
4G	15,470	49.2%
5G	29	0.1%
CCPP sin 4G/5G	16,004	50.8%
CCPP con 4G/5G	15,435	49.2%
Total	31,439	100%

Fuente: Elaboración propia con datos OSIPTEL [6]

3.2 Brecha digital por zona geográfica

El análisis por zona geográfica evidencia diferencias marcadas. La Selva presenta la mayor brecha con 66.2% de centros poblados sin cobertura 4G/5G, seguida de la Sierra con un 53.5% y la Costa con un 35.1%, todas por encima o cercanas al promedio nacional de 50.8%

Tabla 2. Brecha digital por zona geográfica - Perú 2023

Zona	CCPP totales	Sin 4G/5G	% Brecha
Costa	8,210	3,180	35.1%
Sierra	19,754	10,539	53.5%
Selva	3,469	2,218	66.2%
Nacional	31,439	16,004	50.8%

Fuente: Elaboración propia con datos OSIPTEL [6]

La prueba Chi-cuadrado confirma una asociación estadísticamente significativa entre zona geográfica y cobertura 4G/5G ($\chi^2 = 769.13$, $gl = 2$, $p < 0.001$). La prueba Kruskal-Wallis igualmente rechaza la hipótesis nula de igualdad entre zonas ($H = 16.871$, $p = 0.000217$), con diferencias significativas en todos los pares según el post-hoc Mann-Whitney ($p < 0.05$).

3.3 Distribución por empresa operadora

Viettel concentra el mayor número de centros poblados cubiertos (24,157; 47.1% del total nacional), seguida de Telefónica (14,715), América Móvil (6,351) y Entel (6,143). En calidad tecnológica, Entel presenta la mayor proporción de cobertura 4G (51.1%), mientras Telefónica mantiene el 40.6% de sus registros en 2G (Figura 2 y Tabla 3).

Tabla 3. Cobertura por tecnología y operadora - Perú 2023

Operadora	CCPP cubiertos	2G%	3G%	4G%	5G%
Viettel	24,157	0.0%	66.8%	33.2%	0.0%
Telefónica	14,715	40.6%	25.1%	34.3%	0.0%
América Móvil	6,351	0.4%	63.8%	35.5%	0.3%
Entel	6,143	5.1%	43.7%	51.1%	0.0%

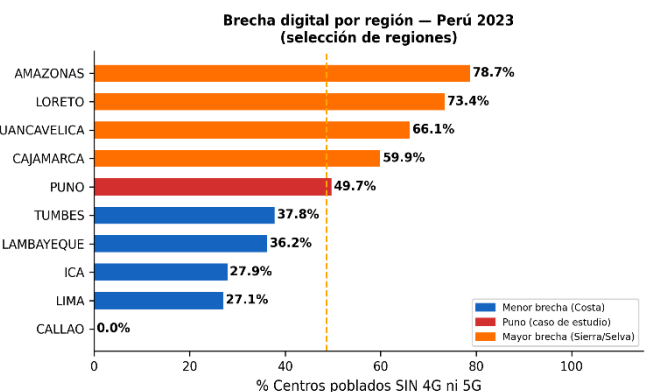
Fuente: Elaboración propia con datos OSIPTEL

La prueba Chi-cuadrado detecta diferencias estadísticamente significativas entre operadoras en su distribución tecnológica ($\chi^2 = 1,027.14$, $gl = 3$, $p < 0.001$). El Índice HHI calculado es de 3,328 puntos, clasificando el mercado como altamente concentrado [13], evidenciando el dominio de Viettel en cobertura rural pero con menor proporción de 4G que Entel.

3.4 Posición de Puno respecto al promedio nacional

La región Puno registra 3,108 centros poblados con alguna cobertura móvil, de los cuales 1,562 (50.3%) cuentan con 4G y ninguno con 5G, resultando en una brecha de 49.7%. Esta cifra es prácticamente equivalente al promedio nacional (cobertura 49.2%, brecha 50.8%), ubicando a Puno en el puesto 12 de 25 regiones. La Figura 3 muestra la distribución de brecha por región, donde Puno aparece resaltado en rojo en posición intermedia del ranking. La prueba Mann-Whitney no detecta diferencia estadísticamente significativa entre Puno y el conjunto nacional ($U = 44,644,227$, $p = 0.214$), confirmando que Puno refleja el déficit estructural promedio de las regiones de Sierra peruana.

Tabla 4. Ranking de cobertura 4G/5G - selección de regiones, Perú 2023



giones, Perú 2023

Puesto	Región	% Cobertura 4G/5G	% Brecha
1	Callao	100.0%	0.0%
2	Lima	72.9%	27.1%
3	Ica	72.1%	27.9%
12	Puno	50.3%	49.7%
-	Promedio nacional	49.2%	50.8%
24	Loreto	26.6%	73.4%
25	Amazonas	21.3%	78.7%

3.5 Determinantes de la cobertura 4G/5G

El modelo de regresión logística binaria (statsmodels) presenta un pseudo R^2 de McFadden de 0.026, AIC (criterio de información de Akaike) de 68,775.45 y AUC-ROC (área bajo la curva) de 0.906, indicando alta capacidad discriminante [9][19]. Tanto la zona geográfica como la empresa operadora resultan determinantes estadísticamente significativos (Tabla 5).

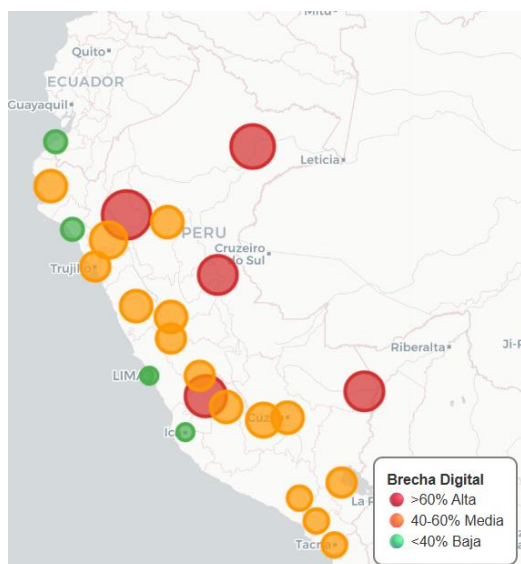
Tabla 5. Regresión logística - determinantes de cobertura 4G/5G (N = 51,296)

Variable	OR	IC 95%	p-valor	Sig.
Zona Selva	0.44	[0.420, 0.478]	<0.001	***
Zona Sierra	0.65	[0.634, 0.686]	<0.001	***
América Móvil	1.31	[1.244, 1.392]	<0.001	***
Entel	1.08	[1.027, 1.151]	0.004	**
Telefónica	0.56	[0.543, 0.591]	<0.001	***

Ref: zona = Costa; operadora = Viettel. *** $p < 0.001$ ** $p < 0.01$

Fuente: Elaboración propia con datos OSIPTEL

Los centros poblados en Selva tienen 55.2% menos probabilidad de contar con 4G/5G que los de Costa (OR = 0.448), y los de Sierra un 34.1% menos (OR = 0.659). Respecto a operadoras, América Móvil presenta 31.6% más probabilidad de ofrecer 4G que Viettel (OR = 1.316), mientras que Telefónica tiene 43.3% menos probabilidad (OR = 0.567).

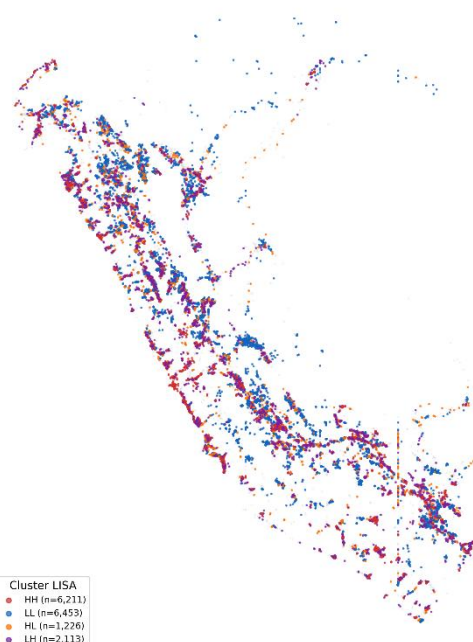


3.6 Análisis de autocorrelación espacial

El Índice de Moran Global revela autocorrelación espacial positiva y estadísticamente significativa en la distribución de cobertura 4G/5G ($I = 0.469$, $z = 141.25$, $p = 0.001$), confirmando que la brecha digital no se distribuye aleatoriamente en el territorio nacional sino que forma conglomerados geográficos definidos.

El análisis LISA identificó 16,003 centros poblados con patrones espaciales significativos (50.8% del total), clasificados en cuatro tipos de cluster. Los grupos LL (centros poblados sin 4G/5G rodeados de otros sin cobertura avanzada) representan el patrón más frecuente con 6,453 localidades, concentradas principalmente en Sierra (4,543) y Selva (1,026), configurando amplias zonas de exclusión digital contigua. Los clusters HH zonas de inclusión digital agrupada suman 6,211 localidades, predominantemente en Costa (2,477) y Sierra (3,325). A nivel departamental, Ancash (741), Puno (624) y Cajamarca (608) concentran el mayor número de grupos LL, evidenciando que la exclusión digital en la sierra peruana opera como fenómeno territorial continuo más

Clusters LISA de cobertura 4G/5G - Perú 2023
Moran I = 0.469, p = 0.001



que como déficit puntual (Figura 4).

4 DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos permiten contrastar las hipótesis planteadas y situar los hallazgos en el contexto de la literatura especializada.

4.1 Brecha digital por zona geográfica

La asociación estadísticamente significativa entre zona geográfica y cobertura 4G/5G ($\chi^2 = 769.13$, $p < 0.001$) confirma que la distribución de infraestructura móvil avanzada en el Perú no es aleatoria sino estructuralmente determinada por la geografía. La Selva presenta la mayor brecha (66.2%), seguida de la Sierra (53.5%) y la Costa (35.1%), patrón consistente con lo documentado por Salemink et al. [7], quienes evidencian que la dispersión geográfica y la baja densidad poblacional son los principales obstáculos para el despliegue de redes avanzadas en zonas rurales. Emmanouilidis et al. [8] señalan que en América Latina las zonas rurales dispersas enfrentan tres restriccio-

nes simultáneas: ausencia de infraestructura urbana de soporte, concentración geográfica de localidades aisladas y baja rentabilidad para los operadores móviles, condiciones que el presente estudio confirma empíricamente para el caso peruano.

La diferencia entre Costa y Selva (31.1 puntos porcentuales) supera ampliamente las brechas urbano-rurales reportadas para Chile (30%) y otros países andinos [14], sugiriendo que el Perú enfrenta una de las mayores asimetrías de cobertura tecnológica en la región. Este hallazgo refuerza la necesidad de políticas diferenciadas por zona geográfica más allá de las metas nacionales agregadas de cobertura [4] [9].

4.2 Concentración de mercado y desigualdad entre operadoras

La diferencia significativa en la distribución tecnológica entre operadoras ($\chi^2 = 1,027.14$, $p < 0.001$) y el HHI de 3,328 puntos confirman un mercado altamente concentrado donde Viettel atiende el 47.1% de los centros poblados, pero con solo 33.2% de cobertura 4G, mientras Entel con menor presencia territorial ofrece la mayor proporción de 4G (51.1%). Este patrón es consistente con Bardey et al. [12], quienes documentan que la concentración de mercado en telecomunicaciones móviles latinoamericanas se traduce en cobertura extensiva pero tecnológicamente rezagada en zonas rurales, donde los operadores dominantes priorizan volumen sobre calidad tecnológica.

El caso de Telefónica es particularmente relevante: con el 40.6% de sus registros aún en 2G, presenta la distribución tecnológica más regresiva entre las cuatro operadoras, lo cual contradice su posicionamiento como segunda empresa por número de centros poblados cubiertos (14,715). Esto sugiere que la métrica de cobertura utilizada por OSIPTEL que contabiliza cualquier nivel tecnológico como cobertura subestima significativamente la brecha digital real en calidad de servicio [15] [14].

Frente a esta concentración de mercado, la literatura especializada propone el modelo de compartición de infraestructura entre operadoras como mecanismo para reducir costos de despliegue en zonas rurales de países en desarrollo [16]. Bowen y Woolfitt [17] documentan además que la brecha digital impacta directamente el desempeño de las pequeñas y medianas empresas rurales, cuya competitividad depende crecientemente del acceso a conectividad móvil avanzada. Ambos hallazgos sugieren que el caso peruano requiere tanto regulación de compartición de infraestructura como políticas de calidad tecnológica mínima en las concesiones rurales.

4.3 Posición de Puno y el déficit estructural de la sierra

El hallazgo más relevante del estudio es que Puno con 49.7% de brecha no difiere estadísticamente del promedio nacional ($p = 0.214$), ocupando el puesto 12 de 25 regiones. Lejos de ser un caso atípico de rezago extremo, Puno representa con precisión el déficit estructural de las regiones de sierra peruana. Este resultado matiza la narrativa predominante en la literatura gris nacional que tiende a caracterizar a Puno como caso crítico aislado [4], evidenciando

en cambio que el problema es sistémico y afecta transversalmente a toda la macro-región andina.

Con 1,546 centros poblados sin cobertura 4G/5G en términos absolutos equivalentes al 49.7% de su territorio, Puno ilustra cómo un desempeño promedio en términos relativos puede representar un déficit masivo en términos de población excluida, especialmente considerando su alta dispersión territorial y concentración de pobreza multidimensional [11]. Este hallazgo es consistente con Gallardo-Echenique et al. [18], quienes documentan que en comunidades rurales remotas de América Latina la conectividad promedio oculta inequidades profundas a nivel subnacional.

El análisis de autocorrelación espacial refuerza este hallazgo: Puno concentra 624 centros poblados en grupos LL zonas de exclusión digital agrupada, siendo el segundo departamento con mayor concentración de este patrón a nivel nacional. Esto confirma que la brecha digital en Puno no corresponde a déficits aislados sino a una masa territorial continua de exclusión tecnológica, cuya solución requiere intervenciones de infraestructura coordinadas a escala regional más que inversiones puntuales.

4.4 Determinantes de la cobertura 4G/5G

La regresión logística confirma que tanto la zona geográfica como la empresa operadora son determinantes estadísticamente significativos del acceso a tecnología 4G/5G. Los odds ratios obtenidos OR Selva = 0.448, OR Sierra = 0.659 respecto a Costa indican que la probabilidad de contar con cobertura avanzada disminuye entre 34% y 55% según la zona, independientemente de la operadora. Este resultado es coherente con Reddick et al. [12], quienes demuestran mediante regresión logística que los factores geográficos y de mercado son los principales determinantes del acceso a banda ancha, superando en magnitud a factores socioeconómicos individuales.

El bajo pseudo R^2 de McFadden (0.026) es esperado en modelos con datos poblacionales masivos donde múltiples factores no observados (topografía, densidad poblacional distrital, infraestructura eléctrica) contribuyen a la varianza [12]. El AUC-ROC de 0.906 confirma no obstante la alta capacidad discriminante del modelo, validando la pertinencia de las variables incluidas como predictores del déficit tecnológico.

Una limitación importante es la ausencia de variables socioeconómicas distritales como tasa de pobreza o índice de desarrollo humano que permitirían contrastar directamente la H4 original. Estudios futuros deberían integrar el conjunto de datos OSIPTEL con datos del INEI a nivel de UBIGEO distrital para capturar los determinantes socioeconómicos de la brecha, siguiendo el enfoque de Bonifaz y Aguirre [19] en su evaluación de impacto de proyectos de banda ancha en el Perú.

5 CONCLUSIONES

La brecha digital móvil en el Perú no es un problema de acceso sino de calidad tecnológica. Contar con señal no equivale a tener conectividad avanzada: uno de cada dos centros poblados carece de 4G o 5G, y esta exclusión no se

distribuye al azar sino que sigue patrones geográficos y de mercado estructurales y estadísticamente demostrables.

La geografía determina el acceso. Vivir en la Selva o la Sierra reduce entre 34% y 55% la probabilidad de contar con tecnología 4G/5G respecto a la Costa, independientemente de la operadora. Esto implica que ninguna política de conectividad universal puede ser homogénea; las intervenciones deben diseñarse por zona geográfica, no por metas nacionales agregadas que ocultan desigualdades profundas.

El mercado no resuelve solo el problema. La alta concentración (HHI = 3,328) y el rezago tecnológico de los operadores dominantes especialmente Telefónica con 40.6% de registros en 2G evidencian que la competencia de mercado no ha sido suficiente para garantizar calidad tecnológica en zonas rurales. El Estado requiere establecer obligaciones de calidad mínima en las concesiones, no solo de cobertura.

Puno no es el problema, es el síntoma. Su brecha equivalente al promedio nacional revela que el déficit es sistémico en toda la Sierra peruana. Los 624 clusters de exclusión digital agrupada confirman que el problema es territorial y continuo, no puntual. Las soluciones deben ser regionales y coordinadas.

Finalmente, este estudio demuestra que los datos abiertos del Estado peruano (OSIPTEL e INEI) son suficientes para producir evidencia inferencial y espacial de calidad para la toma de decisiones. La integración futura de variables socioeconómicas distritales permitirá profundizar el diagnóstico y fortalecer las políticas de cierre de brecha, en un contexto donde el despliegue 5G comprometido por los operadores para 2026 hace urgente contar con diagnósticos territoriales precisos como el aquí presentado.

REFERENCIAS

- [1] International Telecommunication Union, «Measuring Digital Development: Facts and Figures 2023,» ITU Publications, London, 2023.
- [2] GSMA Intelligence, «The State of Mobile Internet Connectivity 2024,» GSMA, London, 2024.
- [3] Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, «Encuesta Residencial de Servicios de Telecomunicaciones - ERESTEL 2023,» OSIPTEL, Lima, 2024.
- [4] Ministerio de Transportes y Comunicaciones, «Innovar para conectar: Brecha digital en el Perú - Diagnóstico y agenda pendiente,» MTC-DGPRC, Lima, 2022.
- [5] I. Prieto-Egido, A. Simó-Reigadas, A. Liñán-Benítez, C. García-Giganto y A. Martínez-Fernández, «Impacts of information and communication technologies on the SDGs: the case of Mayu Telecomunicaciones in rural areas of Peru,» *Information Technology for Development*, vol. 22, n° 4, 2022.
- [6] Organismo Supervisor de Inversión Privada en Telecomunicaciones, «Dataset de cobertura de servicio móvil por empresa operadora - Periodo 202303,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.datosabiertos.gob.pe/dataset/cobertura-de-servicio-movil-por-empresa-operadora>.
- [7] K. Salemin, D. Strijker y G. Bosworth, «Rural development in the digital age: A systematic literature review on unequal ICT availability, adoption, and use in rural areas,» *Journal of Rural Studies*, vol. 54, Nov 2017.
- [8] A. Cabrera-Castellanos, A. Aragón-Zavala y G. Castañón-Ávila, «Closing Connectivity Gap: An Overview of Mobile Coverage Solutions for Not-Spots in Rural Zones,» *Sensors*, vol. 21, n° 8037, 2021.
- [9] Programa Nacional de Telecomunicaciones, «Plan de inversión en conectividad rural 2023–2026,» PRONATEL-MTC, 2023.
- [10] S. Seabold y J. Perktold, «Statsmodels: Econometric and statistical modeling with Python,» 9th Python in Science Conference (SciPy), 2010. [En línea]. Available: <https://www.statsmodels.org>.
- [11] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Perfil de la pobreza por dominios geográficos 2013–2023,» INEI, Lima, 2023.
- [12] C. Reddick, R. Enriquez, R. Harris y B. Sharma, «Determinants of broadband access and affordability: An analysis of a community survey on the digital divide,» vol. 106, n° 102904, 2020.
- [13] D. Bardey, D. Aristizábal, J. S. Gómez y B. Sáenz, «Concentration of the mobile telecommunications markets and countries' competitiveness,» *Telecommunications Policy*, vol. 46.
- [14] E. J. Oughton, D. Amaglobeli y M. Moszoro, «What would it cost to connect the unconnected? Estimating global universal broadband infrastructure investment,» *Telecommunications Policy*, vol. 47.
- [15] S. Dempsey y A. Hoy, «Exacerbating the divide? Investigating rural inequalities in high speed broadband availability,» *Telecommunications Policy*, vol. 48, 2024.
- [16] N. Kibinda, D. Shao, A. Mwgosi y C. Mambile, «Broadband infrastructure sharing as a catalyst for rural digital economy: A systematic review for developing countries,» *Telecommunications Policy*, vol. 49, 2025.
- [17] J. Bowen y C. Woolfitt, «Implications of the digital divide on rural SME resilience,» *Journal of Rural Studies*, vol. 91, 2022.
- [18] I. Pavez, T. Correa, C. Farías y N. Tobar, «Are we there yet? The persistent digital marginalization of remote rural communities: A mixed-method

longitudinal study (2014–2023),» *Telecommunications Policy*, vol. 49, 2025.

- [19] J. L. Bonifaz y J. Aguirre, «Impact assessment of broadband transport and internet access projects in Peru,» *Telecommunications Policy*, vol. 50, 2026.
- [20] J. Valentín-Sívico, C. Canfield, S. A. Low y C. Gollnick, «Evaluating the impact of broadband access and internet use in a small underserved rural community,» *Telecommunications Policy*, vol. 47, 2023.

ANEXOS

La base de datos y scripts están disponibles en GitHub:

https://github.com/dairxp/statistics-analysis-projects/tree/main/analisis_brecha_digital_peru_2023

El dashboard interactivo desarrollado en Streamlit se encuentra en:

<https://brecha-digital-peru.streamlit.app>