

C2DB:

Crowdsourcing para identificar brechas digitales y estimar el costo de cerrarlas

Autores:

Luis Guillermo Alarcón López

Mauricio Ayala Roa

Eduardo Marques da Costa Jacomassi

Clasificaciones JEL: D83, C80, Y90

Palabras clave: banda ancha, crowdsourcing, brecha digital, aporte público, telecomunicaciones

Copyright © 2022 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Banco Interamericano de Desarrollo
1300 New York Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20577
www.iadb.org

El Sector de Instituciones para el Desarrollo fue responsable de la producción de la publicación.

Coordinación de la producción editorial: Sarah Schineller (A&S Information Partners, LLC)

Revisión editorial: Julia Gomila

Diagramación: Gabriel Ramírez

Agradecimientos

Este documento es el resultado de un gran trabajo en equipo entre miembros de la ANATEL, el Grupo BID y diversas firmas y consultores individuales internacionales. En particular, queremos extender nuestro agradecimiento a Luciano Charlita de Freitas (ANATEL), a Michelle Ramírez (EFTS), a Rubén López Rivas (Deloitte España) y al economista Mark Kennet.

Resumen

La incertidumbre al medir las brechas digitales representa un obstáculo importante que impide la extensión de la conectividad digital en zonas rurales. Este documento describe una nueva metodología que, a través del *crowdsourcing*¹, arroja estimaciones fiables, precisas y oportunas. El C2DB² (Crowdsourcing para la Conectividad Digital de Brasil) fue una colaboración técnica entre el Grupo BID y la Agencia Nacional de las Telecomunicaciones (ANATEL) que se llevó a cabo entre abril de 2021 y marzo de 2022 y que demuestra que el *crowdsourcing* puede complementar el herramental regulatorio al aportar precisión, completitud y oportunidades en la localización geográfica de la demanda y oferta de conectividad digital en zonas rurales. Mediante la metodología desarrollada se crea una base de población y cobertura de servicios de gran capilaridad, a partir de la cual pueden efectuarse distintos análisis que permiten localizar las brechas de cobertura de servicios de banda ancha fijos, móviles e institucionales para estimar la inversión y el impacto económico que conlleva cerrarlas, así como la aportación pública necesaria para que la inversión privada resulte rentable.

¹ *Crowdsourcing*: información anonimizada sobre las conexiones de las terminales de usuario final a las redes de comunicaciones de banda ancha, ya sean móviles o fijas.

² El C2DB se financió con fondos de BID Invest y de la División de Conectividad, Mercados y Finanzas del BID, y se formalizó con el Acuerdo de Cooperación Técnica Nro. 10/2021 entre la ANATEL y el Grupo BID.

Introducción

El acceso a servicios de banda ancha es vital para la economía del conocimiento e indispensable para los nuevos modelos de negocio caracterizados por la desintermediación, el intercambio y la colaboración en línea.³ En la década pasada, numerosos estudios asociaron el incremento del acceso de la población a servicios de banda ancha con el crecimiento económico.⁴ Recientemente, otros estudios lo han asociado a efectos transversales positivos, como son la reducción de emisiones de CO₂⁵, la educación de mujeres y niñas⁶, y la productividad de sectores como agricultura, transporte y distribución de energía⁷. La expansión de la banda ancha implica desplegar mayor infraestructura, capacidades y servicios de red, lo que crea puestos de trabajo para todo tipo de empresas, desde grandes operadores de redes móviles multinacionales (Mobile Network Operators, MNO), constructores de infraestructura e integradores de soluciones nacionales a pequeños proveedores de servicios de banda ancha regionales (PPP, proveedores de pequeño porte).

Diversos organismos internacionales han estudiado la brecha digital.⁸ En 2020, la OCDE publicó un estudio del mercado de las telecomunicaciones en Brasil que reportó que si bien la penetración de los servicios de banda ancha fija y móvil del país comparan favorablemente con los de la región, según corresponde, estos se ubican en la mitad y al 80% del promedio de la organización.

La Agencia Nacional de las Telecomunicaciones (ANATEL) es la contraparte en Brasil y la fuente de muchos de los datos que se utilizan en los análisis de brecha digital efectuados por organismos internacionales. En su calidad de regulador sectorial, la ANATEL estudia la cobertura poblacional de los servicios de banda ancha y la presencia de infraestructura de redes de transporte de fibra óptica para el transporte de datos a nivel municipal (*Backhaul* Municipal⁹), y actualiza el nivel de competencia económica en los mercados de banda ancha, entre otras muchas funciones y responsabilidades.

³ Segunda actualización de la estrategia institucional (BID AB-3190-2).

⁴ Según un análisis del BID 2012 e IPEA 2017, un aumento en la penetración de servicios de banda ancha de un 10% se asocia con incrementos promedio del producto interno bruto (PIB) que se estima que van desde 0,77% hasta 3,19%.

⁵ Telefonica 2020.

⁶ Women and The Web, Intel 2012.

⁷ IHS Markit 2019, en su estimación de las potenciales contribuciones de la tecnología 5G a los sectores económicos; GSMA 2020, en su estudio de contribución al cumplimiento de los objetivos del milenio.

⁸ El índice IDBA del BID mide el desarrollo de la banda ancha en la región.

⁹ Incluido en el PERT y en el índice de la ABEP-TIC.

El BID ha estudiado el desarrollo de la banda ancha en Brasil desde el año 2019, analizando la aplicación del *crowdsourcing* a la evaluación de la cobertura de servicios de banda ancha¹⁰, al monitoreo del uso del espectro radioeléctrico¹¹, a la evaluación de la brecha digital y a la estimación del costo de cerrarla, siendo estos últimos objetivos del C2DB. En 2021, el BID condujo [estudios](#) en colaboración con el Ministerio de las Comunicaciones (MCOM) a fin de analizar el acceso al crédito y la carga fiscal de los miles de PPP que en su conjunto contribuyen con 40% de los accesos de banda ancha fija en el país¹², y que atienden buena parte de las zonas rurales.

Conocer la localización geográfica de la demanda y la oferta de servicios de banda ancha es importante para la contratación de servicios, el desarrollo de infraestructura, el diseño de políticas públicas y la regulación de la conectividad digital.¹³ El desafío de la universalización de la conectividad digital se incrementa a medida que esta se generaliza y diversifica. A través de la conectividad digital pueden canalizarse otros servicios fundamentales como la educación y la salud, creando nuevas brechas sectoriales a medida que estos sectores avanzan en sus procesos de transformación digital.

La universalización de la conectividad digital requiere de grandes inversiones y cada vez más países reconocen que es necesaria la colaboración pública y privada para enfrentar este desafío.¹⁴ El sector privado requiere de un marco regulatorio y unas condiciones habilitantes que le permitan mitigar la incertidumbre sobre los flujos de ingresos proyectados, así como mantener los costos de operación lo más bajos posible para viabilizar los casos de negocio. Por su parte, el sector público requiere de precisión al definir los criterios de elegibilidad de sus políticas y de agilidad para adaptarlas al dinámico desarrollo del sector.

¹⁰ Índice de Conectividad Digital Municipal (ICDM), parte del Trabajo Económico Sectorial ESW RG-E1613 de 2019.

¹¹ Modelo de Uso de Espectro (MUE) de 2020 y Really Efficient Award & License (REAL5G) de 2021.

¹² [Panel de datos ANATEL](#).

¹³ Por conectividad digital nos referimos tanto al mercado minorista de servicios de comunicaciones de acceso a internet de banda ancha (los móviles [SMP], los residenciales [SCM] y los empresariales, entre otros) como al mayorista (acceso a infraestructura, capacidades y servicios de redes de acceso, redes de transporte de datos de alta capacidad, instalaciones de alojamiento, interconexión y gestión de servicios así como servicios de acceso a bandas de frecuencia de espectro radioeléctrico en modo sec).

¹⁴ Nos referimos a programas de apoyo público al desarrollo de infraestructura de conectividad digital por parte de la iniciativa privada en países como [Australia](#), [Estados Unidos](#) y [Nueva Zelanda](#).

La precisión, completitud y oportunidad de la localización geográfica de la demanda y oferta de servicios de banda ancha es particularmente importante cuando se analizan zonas rurales de baja densidad poblacional. La precisión de la información socioeconómica generalmente está disponible a nivel municipal o por sector censal, lo que puede resultar en imprecisiones tanto en la localización de la demanda como en el dimensionamiento de las infraestructuras necesarias para atenderlas, al estar involucradas grandes zonas geográficas y pequeñas poblaciones en las zonas rurales. A su vez, la precisión en la información de demanda y en la localización de la cobertura de servicios de telecomunicaciones existentes es importante para hacer un uso eficiente de los recursos financieros en el diseño de proyectos de infraestructura de conectividad, particularmente en zonas rurales. Estas imprecisiones en la información disponible pueden afectar la confiabilidad de los modelos económicos que evalúan los retornos financieros y sociales en zonas rurales.

La completitud de la información de localización geográfica de la demanda y oferta de servicios de banda ancha fija se ve afectada por la fragmentación de las fuentes de información que recibe el regulador, ya que provienen de miles de operadores que ofrecen sus servicios en diferentes partes del país, lo cual se ve acentuado por el tamaño de Brasil. Esta situación se complica aún más porque el detalle de la información que los operadores reportan depende de su clasificación regulatoria, la cual no obliga a muchos de los PPP que atienden zonas rurales¹⁵ a reportar su cobertura de servicios.

En el caso del mercado móvil, es común estimar la oferta de servicios en base a la localización geográfica de las antenas, calculando la cobertura sobre la base de modelos de propagación de onda.¹⁶ El regulador recibe las proyecciones de cobertura de servicios por parte de los operadores móviles y verifica algunas áreas de manera puntual, con fines de fiscalización de la información y realizando mediciones de campo (*drive tests*). Estas mediciones de campo proveen información precisa y confiable, pero rara vez se llevan a cabo en zonas rurales, debido a la inversión de recursos humanos y materiales que conlleva. La situación se complica aún más al diversificarse las frecuencias y los tipos de antenas a mayor ritmo, lo que provoca que las proyecciones de cobertura sean más complejas.¹⁷

¹⁵ Según datos de la [ANATEL](#), los miles de pequeños operadores regionales (PPP) son responsables de más del 40% de los accesos de banda ancha residenciales del país, con una gran presencia fuera de las zonas urbanas.

¹⁶ Estas estimaciones de cobertura pueden ser analíticas (planares) o basadas en métodos y herramientas de planeación de red ([Radio Network Planning](#)).

¹⁷ Las redes modernas ([Heterogeneous Networks](#)) involucran diferentes frecuencias y tipos de sitios para sus diseños de cobertura y capacidad.

Por otra parte, la diferencia entre la periodicidad de las fuentes de información que ofrecen el sector público y el sector privado crean imprecisiones adicionales en la elaboración de los modelos económico-financieros. El mercado de las telecomunicaciones es muy dinámico y las diferencias en los horizontes de tiempo de los datos utilizados en la fase de planificación y en las fases de despliegue y operación de los proyectos de infraestructura de conectividad pueden generar divergencias entre los resultados esperados y los resultados obtenidos en la práctica, aumentando la incertidumbre. Estas divergencias también pueden impactar funciones públicas, como la supervisión de obligaciones y la coordinación de programas, cuya complejidad aumenta a medida que se pone más cantidad de espectro a disposición del sector privado y los sectores productivos y sociales avanzan en sus procesos de transformación digital.

Existen, por tanto, incentivos para obtener información oportuna de localización geográfica de la demanda y oferta de servicios de banda ancha, que permita identificar causas, efectos y tendencias, tomar acciones preventivas para mitigar riesgos y, a medida que se generen y analicen más datos, avanzar hacia la realización de predicciones sobre el resultado probable de las acciones y las decisiones en la esfera pública y privada del sector.

La necesidad de obtener y hacer disponibles a los actores del sector datos precisos, completos y oportunos sobre la localización geográfica de la demanda y la oferta en los mercados de servicios de banda ancha al menudeo será acompañada en el corto plazo de la necesidad de localizar el acceso a insumos mayoristas, como infraestructuras de telecomunicaciones compartidas¹⁸ y bandas de frecuencia disponibles para uso secundario.¹⁹

La solución propuesta en este trabajo es contribuir a complementar el herramental actual para la localización geográfica de la demanda y oferta de servicios de banda ancha fijos, móviles e institucionales, mediante técnicas nuevas basadas en el uso del *crowdsourcing*, con el objetivo de: i) mejorar su precisión en zonas rurales; ii) completar su información de manera independiente a las consideraciones regulatorias; iii) monitorear su evolución de forma periódica y oportuna, y iv) identificar la brecha digital, estimar su costo y desarrollar herramientas que permitan cerrarla.

¹⁸ Sistema nacional de negociación de ofertas al mayoreo de la ANATEL [SNOA](#).

¹⁹ [Ley 13.879](#), que contempla el uso secundario de espectro radioeléctrico.

Metodología

La iniciativa privada ha utilizado el *crowdsourcing* para analizar los servicios de banda ancha desde mediados de la década pasada. A partir de la popularización de los teléfonos inteligentes surgieron compañías como [OOKLA](#), [Tutela](#) y [OpenSignal](#), especializadas en agregar los datos técnicos de las conexiones de los usuarios a las redes de banda ancha y ponerlos –de forma anonimizada– a disposición de los operadores, proveedores y otros actores del sector de telecomunicaciones como apoyo para el diseño, la operación y la comercialización de redes y servicios de telecomunicaciones de banda ancha. Estas grandes colecciones de datos guardan dos tipos de datos: i) los generados automáticamente por los teléfonos inteligentes cuando se conectan a las redes móviles, que son capaces de identificar datos de las conexiones, como tecnología, prestador de servicios y banda de frecuencia utilizada, así como algunos parámetros técnicos que permiten inferir la cobertura de servicios²⁰, y ii) las pruebas iniciadas por los usuarios finales que desean probar la calidad de su conexión, y que saturan el canal de comunicación para identificar sus prestaciones en cuanto a velocidad y latencia.²¹ El acceso a los datos de *crowdsourcing* es adquirido por empresas que cuentan con conocimiento del sector de telecomunicaciones y capacidades de procesamiento geográfico y de analítica de datos para conducir análisis específicos. El lanzamiento reciente de iniciativas como [ESRI Telecom](#) y [META Connectivity](#) es una indicación de la democratización creciente de este tipo de análisis por parte del sector privado. La recomendación [UIT-T E.812](#), que la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) publicó en 2020, analiza la aplicación del *crowdsourcing* en la evaluación de la calidad de los servicios de banda ancha, avalando la adopción del *crowdsourcing* en el ambiente regulatorio.

El trabajo del C2DB se dividió en una parte técnica y otra financiera. La parte técnica tuvo como objetivo localizar la brecha de cobertura de servicios de banda ancha en zonas rurales mediante *crowdsourcing* y estimar el costo de cerrarla, mientras que la parte financiera tuvo como objetivo estimar la proporción de los recursos públicos y privados que se requerirían para cerrar la brecha cumpliendo con fundamentos financieros del mercado. A continuación, se resumen los diferentes pasos. Pueden consultarse más detalles en los informes técnicos específicos para la parte [técnica](#) y para la parte [financiera](#).

²⁰ Nos referimos a parámetros que miden la fuerza y la calidad de la señal recibida desde la estación base ([OOKLA](#)).

²¹ Se trata de las pruebas [Speedtest](#), que miden la velocidad de transferencia de los datos de bajada y subida, latencia y jitter.

En primer lugar, se identificó la distribución poblacional y la información socioeconómica que iba a utilizarse. Para la distribución poblacional se utilizó la High Resolution Settlement Layer (HRSL), cuya población se ajustó a las proyecciones del IBGE disponibles a nivel sector censal para el año 2021. La resolución de 30 metros de la HRSL funciona bien para zonas rurales, permitiendo incrementar la precisión de los análisis respecto de la ofrecida a nivel municipal o sector censal. En el caso de la información socioeconómica, se adquirieron bases de datos con proyecciones de capacidad de compra per cápita y número de personas por casa, al año 2021, preparadas por la firma MB-Research, a nivel sector censal.²²

El siguiente paso fue identificar, mediante *crowdsourcing*, la cobertura agregada de servicios de banda ancha tanto móviles como fijos. A este efecto, se contrató una firma consultora²³ con acceso a ambos tipos de datos de *crowdsourcing* mencionados anteriormente, y se le solicitó una serie de servicios de procesamiento y análisis de datos, especificados en los Términos de Referencia.²⁴ Uno de los primeros pasos especificados fue curar seis meses de datos de *crowdsourcing* a nivel nacional y organizarlos en una estructura de análisis geográfico basada en Geohash 7 (GH7), cuya granularidad de 150 m por 150 m es consistente con la de distribución poblacional de 30 m por 30 m de la HRSL. A continuación, se utilizaron los datos generados automáticamente por las terminales móviles para validar la base de población en función de la cobertura móvil proporcionada, obteniendo valores de cobertura poblacional consistentes con los oficiales,²⁵ mientras que la cobertura agregada de servicios de banda ancha fija se realizó a partir de los datos de pruebas de velocidad iniciados por los usuarios, pues no existe otra base para su comparación.

Luego, se enriquecieron los resultados de población y cobertura a nivel GH7 con los datos socioeconómicos y la ubicación de los puntos de interés –en este caso, escuelas e instalaciones de salud públicas–, agregando la información resultante a nivel Geohash 6 (GH6).

²² La información socioeconómica a nivel sector censal fue la de mayor capilaridad disponible.

²³ EFTS Group.

²⁴ Disponibles en el Acuerdo de Cooperación Técnica Nro. 10/2021.

²⁵ La cobertura poblacional del *crowdsourcing* fue 0,85% mayor que la proyección de cobertura de la ANATEL.

El nivel de agregación geográfica GH6, de 1,2 km por 600 m, se seleccionó por dos razones: i) es comparable con la resolución de la cobertura de servicios tanto móviles como fijos ofrecida por las redes de acceso inalámbrico, y ii) representa un buen compromiso entre las necesidades de procesamiento y la precisión de los resultados, permitiendo crear áreas de cobertura poblacional más precisas en zonas rurales. Las bases de datos de escuelas e instalaciones de salud públicas y las trayectorias de derechos de vía de caminos e hidrovías se curaron a partir de varias fuentes²⁶ y se mapearon para utilizarse en la fase de conexión.

A partir de este punto, cuando la información empírica de población, los puntos de interés y las coberturas de servicios de banda ancha hayan sido actualizados, mapeados y estructurados en un nivel de capilaridad GH6, puede pasarse a la fase analítica. En C2DB, la fase analítica tomó los 2,3 millones de GH6 resultantes de la base de población, puntos de interés y cobertura de servicios, con el objetivo de localizar las brechas digitales de los servicios de banda ancha fijos, móviles e institucionales y, a partir de allí, estimar el costo de cerrarlas y el volumen de aporte público e inversión privada que son necesarios para lograr su viabilidad financiera. Cabe resaltar que, una vez elaborada la base de información en GH6, se amplían las posibilidades de la fase analítica.

Para efectuar el análisis de brechas se procedió a identificar la carencia y la abundancia de conectividad digital. Por otra parte, a fin de localizar la carencia de conectividad, se ubicaron 1,7 millones de GH6 con ausencia total o parcial de cobertura de servicios de banda ancha móvil 4G o fija, donde habitan 19 millones de personas y se seleccionaron, entre ellos, 586.000 GH6 con la capacidad de incrementar la cobertura poblacional de servicios de banda ancha de 90,7% a 98,2%,²⁷ estableciendo este último porcentaje de cobertura poblacional de servicios de banda ancha como objetivo para estimar el costo de cerrar las brechas. A estos 586.000 GH6 se los denominó BBA (Basic Broadband Areas), y se procedió a agruparlos geográficamente alrededor de las escuelas públicas, utilizando criterios de cercanía.²⁸

²⁶ Fuentes oficiales, Fundação Lemann y Open Street Maps.

²⁷ La meta de cobertura poblacional de 98,2% corresponde a la mediana regional más alta de población no cubierta por GH6: 7,7, lo que equivale a una población no cubierta por servicios de acceso a banda ancha de 10,7 personas por km².

²⁸ La agregación de BBA alrededor de escuelas públicas agregadoras se hizo en base a distancias euclidianas y la ponderación de tres factores: distancia, población y contexto. Este primer nivel de agregación no consideró ni orografía ni tipo de terreno ni tampoco derechos de vía existentes. Puede consultarse más información sobre la conformación del algoritmo de agregación de BBA en escuelas públicas en la documentación detallada: [Final_report_cd2b.pdf](#). Cabe agregar que existen otras maneras de agregar BBA alrededor de puntos de interés.

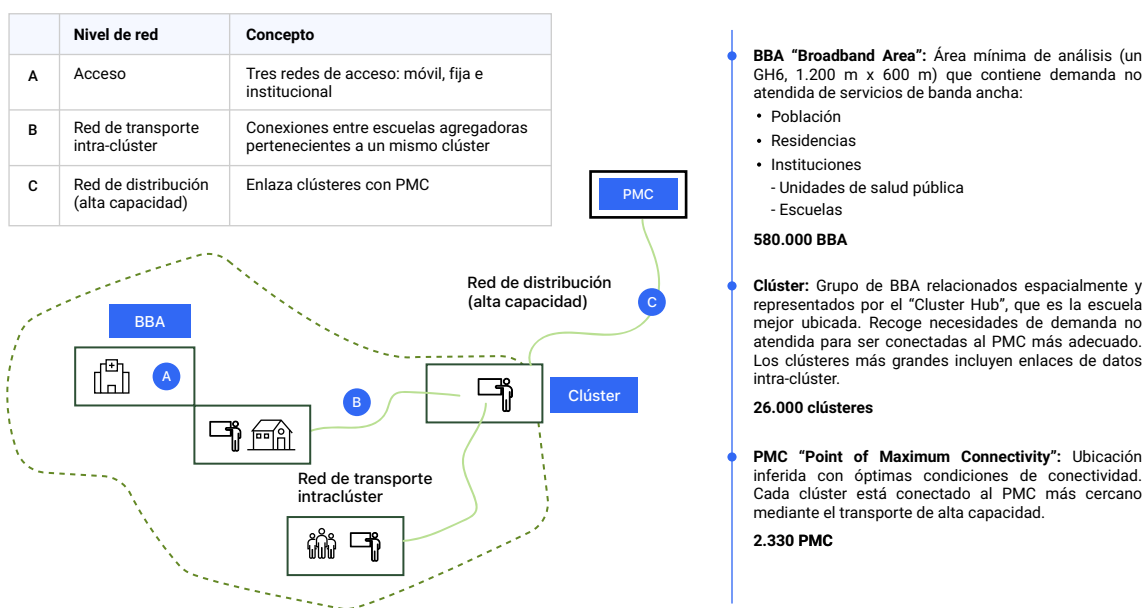
Se seleccionaron las escuelas públicas por tener una gran distribución geográfica a nivel nacional y por el beneficioso impacto que la mejora de conectividad supone para la enseñanza de los niños, el futuro de la sociedad. En una siguiente iteración, se conectaron las escuelas agregadoras de BBA entre sí a través de los derechos de vía previamente mapeados, definiendo una arquitectura de red local de transporte de datos a la que se denominó "clúster", cuyo nodo principal se denominó "cabeza del clúster". Se identificaron de esta manera unos 26.000 clústeres a nivel nacional, los cuales agruparon la totalidad de BBA.

A fin de localizar la abundancia de conectividad se utilizaron puntos con evidencia documental de conectividad digital robusta²⁹, que se utilizaron para identificar las características de los datos de *crowdsourcing* allí donde se tiene certeza de las buenas condiciones de conectividad, utilizándose luego esa caracterización para inferir 2.330 puntos de máxima conectividad (PMC) a nivel nacional, que pueden considerarse posibles puntos de acceso a la infraestructura nacional de transporte de datos. Es necesario mencionar que inferir la localización de los PMC no sustituye la evidencia documental de los mapas de localización de infraestructura de telecomunicaciones que proporcionan los operadores, que son la fuente de información más confiable para localizar infraestructura de conectividad digital, pero que se ven afectados por el desafío de completitud de la información descrito en la introducción. Una vez ubicados los clústeres de demanda no atendida y los PMC, se procedió a conectarlos por medio de los derechos de vía curados previamente.³⁰

²⁹ Se utilizaron sitios como torres 4G, puntos de interconexión y puntos de presencia de redes de transporte de datos.

³⁰ En caso de no existir derechos de vías, se consideraron alternativas de enlaces de microondas, e incluso enlaces satelitales.

Infografía 1. Proyecto C2DB: Conceptos generales para la estimación de costos



Una vez ubicados los clústeres y los PMC y propuestas las conexiones entre ellos, pueden estimarse los costos de atenderlos (infografía 1). Para esta estimación de costos se consideraron una parte de acceso y una de transporte. La parte de acceso costó tres redes de acceso separadas, una para los servicios fijos residenciales, otra para los servicios móviles y una más para los puntos de interés.³¹ La parte de transporte fue común, considerándose dos niveles: el primer nivel "intra-clúster" estimó el costo de las conexiones entre escuelas agregadoras dentro de un clúster, y el segundo nivel "transporte de alta capacidad", el costo de las conexiones entre las cabezas de clústeres a los PMC.³²

³¹ Los datos de costos se basaron en los modelos de costos de la ANATEL y en referencias regionales aportadas por el BID. Se consideraron costos para redes de acceso inalámbrico 4G en bandas medias en modo FWA para servicios fijos y en bandas bajas en modo MBB para servicios móviles. Los costos para los puntos de interés se basaron en conexiones de cables de fibra óptica en configuraciones punto-multipunto y punto a punto, según la jerarquía del modelo de red utilizada para el ejercicio de agregación de demanda. La estimación fue presupuestal, basada principalmente en la comparación entre áreas de servicio y áreas de cobertura. Una mejora en la metodología para ejercicios futuros sería utilizar herramientas de planeación de redes de acceso que consideren orografía, relieves, tipos de terreno (Clutter Maps) y derechos de acceso, así como información más detallada sobre la presencia de infraestructura existente que podría reutilizarse.

³² En la conexión y costeo se privilegió el uso de derechos de vía carreteros e hidrovías; en caso de no ser posible esas conexiones, se consideraron premisas de distancia euclidiana para enlaces de microondas (hasta tres enlaces en una trayectoria, cada uno, con máximo de 10 km) y enlaces satelitales para distancias mayores.

A partir de las inversiones se estimaron los costos de operación³³ y, mediante la comparación del poder de compra³⁴ y los precios promedio de los servicios³⁵, se estimaron los suscriptores adicionales y, a partir de allí, los flujos de ingresos y el impacto económico.³⁶ Los precios promedio de los servicios se investigaron a nivel municipal y el impacto económico se estimó sobre la base de referencias obtenidas a partir de la revisión de la literatura disponible sobre el crecimiento económico derivado de cerrar las brechas de conectividad fijas, móviles e institucionales.³⁷ Estos resultados fueron insumo principal para la parte financiera.

En la parte financiera, se contrató una empresa especializada³⁸ que consultó preferencias sobre tipos de servicios, tamaños de proyectos y modelos de estructuración/contratación con las asociaciones de operadores de la industria brasileña, y que con esos insumos procedió a desarrollar un modelo económico financiero para calcular cuál debería ser el aporte público objetivo para que recursos privados se incorporaran como parte de la inversión y se lograra que la tasa interna de retorno igualase el costo medio ponderado del capital, a nivel PMC, estatal y regional.³⁹

Los actores privados contactados coincidieron en sus comentarios sobre las principales características de los potenciales proyectos: i) permitir conectividad fija y móvil para proyectos subvencionados; ii) considerar la dimensión estatal para la definición del tamaño y el alcance de los proyectos, y iii) privilegiar el modelo DBO Privado⁴⁰ como modelo de asociación público-privada que ha de tenerse en cuenta.

³³ Para los costos de operación anuales, se estimaron en base a porcentajes sobre las inversiones en infraestructura, tomando como referencia datos de los modelos de costos de la ANATEL y puntos de referencia regionales.

³⁴ Se utilizaron los datos de presupuesto familiar de la IBGE.

³⁵ Los precios promedio de los servicios se investigaron en línea y se reportaron a nivel municipal.

³⁶ Resumen de estimaciones económicas [Mark Kennet 2021](#). El caso base para estimar las suscripciones adicionales fueron las proyecciones de la ANATEL realizadas para la licitación de frecuencias 5G, en un horizonte de cinco años.

³⁷ Para realizar estas consideraciones, se estimaron y proyectaron tráficos por servicio y se tuvo en cuenta la capacidad de la población de adquirir los servicios en base a su poder de compra, comparado con los precios.

³⁸ [Deloitte España](#).

³⁹ [Presentación](#) de resultados financieros C2DB.

⁴⁰ Modelo de [DBO privado](#): el modelo involucra a una organización del sector privado que recibe algún nivel de financiamiento público (a menudo una subvención) para ayudar en el despliegue de una nueva red que ofrece acceso mayorista abierto. Una observación a este modelo es que el sector público no tiene un papel específico en la propiedad o el funcionamiento de la red, aunque puede imponer obligaciones relativas a cualquiera de ellos a cambio de financiación.

Análisis de resultados

En su parte analítica, el trabajo identificó casi 20 millones de brasileños que viven en zonas donde no se encontró evidencia de conectividad de banda ancha y estimó que extender la cobertura de servicios de banda ancha a los 16 millones que viven en una tercera parte de esa área aumentaría la cobertura poblacional en más de 7 puntos porcentuales, generaría un crecimiento del producto interno bruto (PIB) de 2,4%⁴¹ y tendría un costo de USD 9.500 millones, de los cuales casi dos tercios serían aporte público para que resultara financieramente viable.

El análisis financiero de los 2.330 PMC arrojó que 10% sería rentable y no necesitaría recibir fondos públicos, mientras que 90% requerirá financiación pública en menor o mayor medida, a saber: i) 14% del total (la mayoría ubicada en las regiones centro y sur) necesitaría un apoyo público menor a 30% de la inversión; 45% (distribuidos en todas las regiones) necesitaría un apoyo público de entre 30% y 70% de la inversión, y iii) 30% de los PMC (ubicados principalmente en las regiones norte y noreste) necesitaría un apoyo público mayor a 70% de la inversión total (cabe señalar que el último 1% de los PMC, ubicados en la región norte, no generaría retornos aceptables aun subvencionándose el total de la inversión). El cuadro 1 resume el aporte público y privado estimado en la parte financiera.⁴²

Cuadro 1. Resumen del modelo económico financiero

	Región sur	Región norte	Región centro-oeste	Región noreste	Región sudeste	PMC 0 (satelital)	Total
Aporte público							
Aporte público (%) ^a	46,40 %	75,34 %	61,26 %	64,37 %	52,07 %	98,33 %	57,21 %
Aporte público (miles de USD) ^a	391.241	1.582.443	233.217	2.446.861	800.889	669.148	6.123.799
Rentabilidades							
TIR - Proyecto después de impuestos	9,30 %	9,30 %	9,30 %	9,30 %	9,30 %	9,30 %	9,30 %
TIR - Accionistas	10,07 %	9,28 %	9,89 %	10,05 %	9,94 %	9,66 %	9,93 %
Resultados operativos (miles de USD)							
Capex	1.128.714	1.865.500	432.129	3.591.934	1.817.208	680.384	9.515.868
Opex	634.091	1.209.499	245.983	1.722.892	941.229	90.914	4.844.609
Ingresos	3.388.877	2.144.754	981.624	5.931.364	4.614.957	151.954	17.213.531

Fuente: elaboración propia.

Nota:

^aLos resultados mostrados para "Aporte público" no incluyen los PMC que no requieren financiación pública para ser rentables por sí mismos.

⁴¹ Documentation for Demand, Impact and Projection Models [M Kennet](#).

⁴² El proyecto satélite PMC 0, considerado para los casos más remotos, puede acometerse como un proyecto especial, ya que requiere de fondos públicos para alcanzar 98% de la inversión.

El proyecto generó una gran cantidad de información, que incluye cuadros, documentos, presentaciones y paneles de visualización geográfica, disponibles a través de la ANATEL.

A lo largo del proceso de un año se identificaron diferentes áreas de mejora en la metodología utilizada, entre ellas: i) utilizar una granularidad más fina para localizar las brechas de servicios de banda ancha en ambientes urbanos, de alta densidad poblacional⁴³; ii) comparar la información de cobertura de servicios de banda ancha a partir del *crowdsourcing* con otras fuentes de información regulatorias⁴⁴ de manera sistemática y periódica; iii) establecer programas que permitan asegurar la actualización periódica de la información de cobertura de servicios de banda ancha a partir del *crowdsourcing*; iv) desarrollar herramientas que permitan no solo consultar los datos desarrollados por C2DB de manera ágil sino también facilitar un análisis a partir de la base de población y cobertura, automatizando la agrupación de la demanda⁴⁵ y el análisis de áreas de interés específicas⁴⁶; v) investigar las posibilidades de *crowdsourcing* para respaldar la regulación de mercados mayoristas de telecomunicaciones; vi) incluir más derechos de vía como la infraestructura de carretera subnacional o la infraestructura de distribución eléctrica, a fin de enriquecer las posibilidades de conexión; vii) enriquecer y automatizar el ejercicio de la estimación de costos a partir de puntos de referencia nacionales⁴⁷; viii) apoyar la creación de mecanismos financieros como respaldo del sector privado que desarrolla la infraestructura de conectividad en zonas rurales, y ix) adaptar la metodología desarrollada a la identificación de brechas de conectividad en otros sectores productivos y sociales, como son la agricultura, el transporte, la energía, la salud y la educación.

⁴³La granularidad GH6 llega a ser más grande que algunos sectores censales urbanos.

⁴⁴ Entre la otra información regulatoria se encuentran proyecciones de radiopropagación, verificaciones de cobertura y calidad de servicio del tipo *drive-tests*, la utilización de sondas para monitoreo de espectro y de tráfico, la colección de datos provenientes de los sistemas de gestión de red y las encuestas.

⁴⁵ La agrupación en clústeres de demanda no atendida podría realizarse automáticamente alrededor de diferentes puntos de interés o en base a proximidad a derechos de vía disponibles.

⁴⁶ Estos puntos de interés serían conjuntos de datos geográficos (líneas, puntos, áreas), que el usuario podría cargar para conocer la cobertura de servicios de banda ancha.

⁴⁷ Esto resulta particularmente interesante a medida que se implementen nuevas bandas, tecnologías y aplicaciones.

Conclusiones

El *crowdsourcing* puede utilizarse para estimar con precisión, completitud y oportunidad la localización geográfica de la demanda y la oferta de servicios de banda ancha. A partir de esa base de millones de GH6 que contiene información empírica sobre la demanda y la oferta de servicios de banda ancha es posible realizar múltiples análisis. El estudio realizado demostró que pueden estimarse las brechas de cobertura poblacional de servicios de banda ancha fija, móvil e institucional y el costo de cerrarlas, como también evaluarse los porcentajes de aporte público necesarios para que resulten financieramente viables.

En concreto, se concluyó que de cubrirse 422.000 km² de zonas sin evidencia de servicios de banda ancha, **podría incrementarse la cobertura poblacional de 90,7% a 98,2%, aumentando el producto interno bruto (PIB) en 2,4%, con un costo de USD 9.500 millones**, de los cuales casi dos tercios tendrían que ser aporte público para que el sector privado pueda contar con viabilidad financiera en las condiciones de mercado prevalentes a fines del año 2021.

La colaboración entre el BID y la ANATEL en torno a la aplicación del *crowdsourcing* se extenderá a la regulación en telecomunicaciones. A tal fin, se han puesto en marcha los programas A2IC (ampliación y profundización de la información sobre conectividad) y C2CS (*crowdsourcing* para aumentar la competencia y el acceso al espectro en Brasil), que analizarán la aplicación de la información basada en *crowdsourcing* al estudio de la competencia económica de los mercados de servicios de banda ancha (PGMC) y a la implementación de un mercado secundario de espectro (RUE).

De cara al futuro puede concluirse que el mantenimiento de una base de población y cobertura actualizada y disponible con acceso a los actores del mercado sería beneficioso para el sector de las telecomunicaciones en Brasil. De este modo, el sector público podría complementar su herramental regulatorio y mejorar el diseño y la evaluación de sus políticas públicas, mientras que el sector privado podría ver reducida la asimetría de información entre los diferentes actores del mercado y mitigar riesgos de proyecto al mejorar la visibilidad de acceso a insumos esenciales tales como infraestructura, espectro e incentivos gubernamentales.

A este efecto, creemos que es necesario crear un programa que mantenga actualizada la base de información de población y cobertura de servicios, genere incentivos para que los actores del mercado la enriquezcan, e implemente herramientas que permitan el acceso y la visualización de datos a los actores del mercado, de modo de evaluar ellos mismos el nivel de cobertura de sus puntos de interés, en un entorno en línea e interactivo. Entre los actores del mercado se cuentan consumidores, prestadores de servicios de telecomunicaciones, gobiernos subnacionales y sectores productivos y sociales –agricultura, energía, transporte, educación y salud– interesados en impulsar una agenda de transformación que resulta clave para el desarrollo económico y la inclusión social de Brasil en el siglo XXI.

Anexo 1. Ejemplos de las visualizaciones geográficas de C2DB

La visualización es una parte importante de la aproximación geográfica al tema del análisis de datos. Parte del alcance del proyecto C2DB fue la elaboración de visualizaciones geográficas, las cuales se pusieron a disposición a través de un [portal](#) donde se presenta el proyecto, sus principales hallazgos y las cuatro visualizaciones realizadas.⁴⁸

Imagen 1. El proyecto C2DB

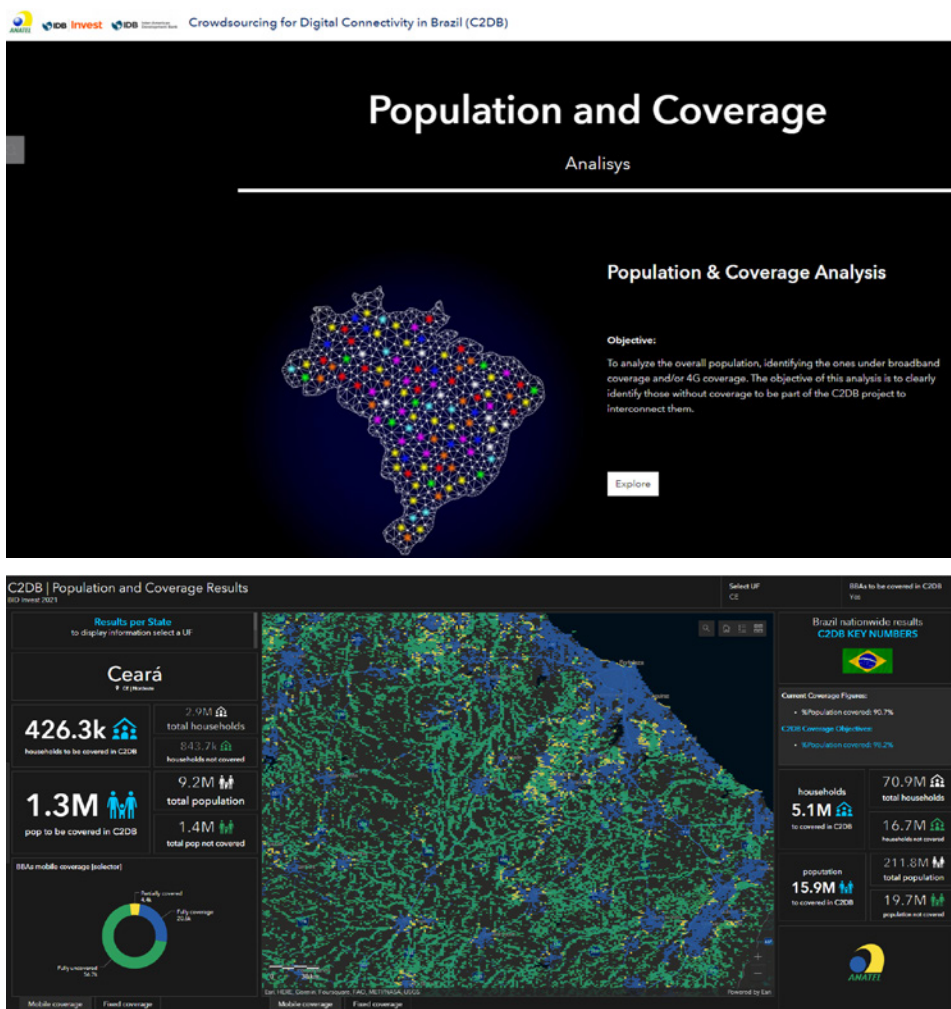


Los paneles que figuran a continuación ilustran parte de las visualizaciones generadas en el marco del proyecto. Los paneles 1 y 2 representan los datos de entrada, donde se ubica la distribución poblacional y la cobertura empírica de servicios fijos y móviles (panel 1) y la distribución y cobertura de los puntos de interés (panel 2). Por su parte, los paneles 3 y 4 muestran de manera geográfica los resultados de la fase de análisis, en particular, la conexión entre los clústeres de demanda no atendida y los puntos de máxima conectividad identificados (panel 3) y las estimaciones del modelo económico financiero en términos de viabilidad financiera y aporte público (panel 4).

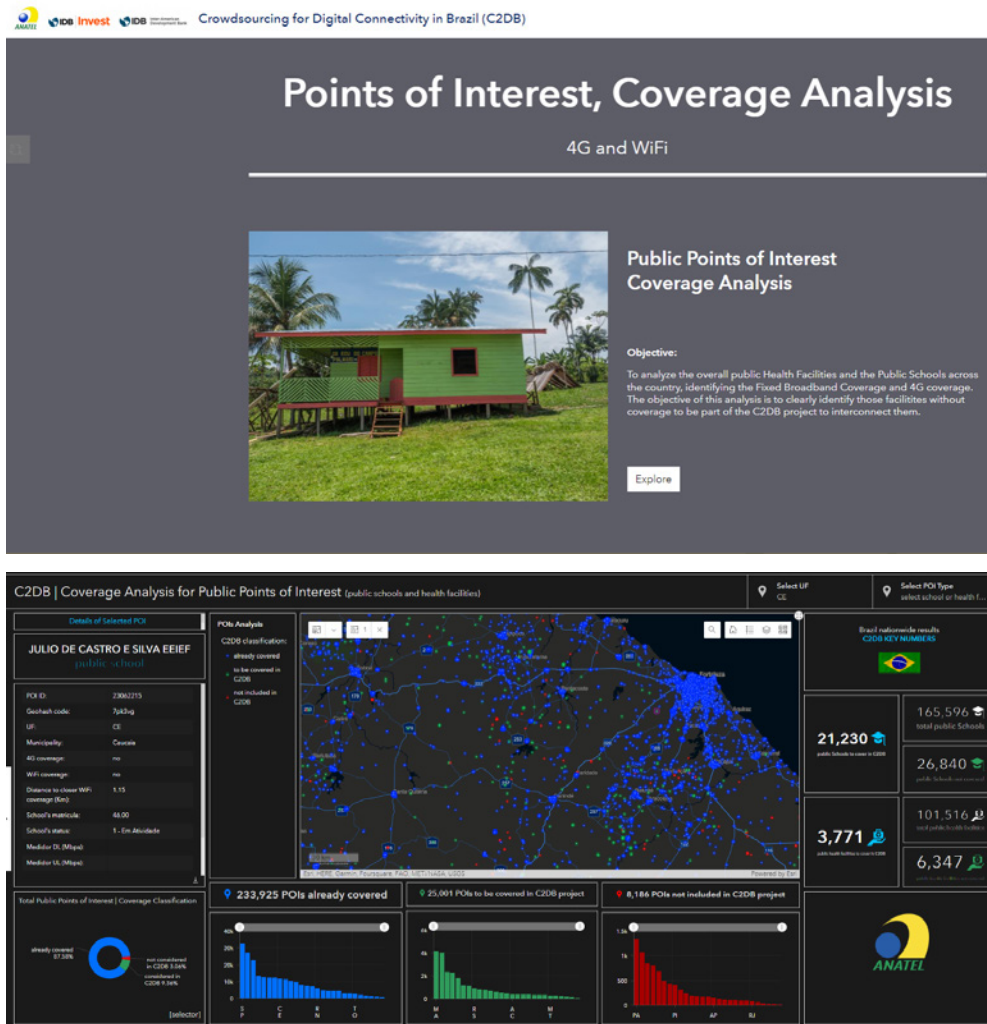
⁴⁸ El acceso al portal está disponible al público en general en <https://c2db-idb-gis.hub.arcgis.com/>. Para solicitar acceso a las tablas de resultados tenga a bien contactar a Eduardo Marques da Costa Jacomassi, gerente de Gestión de Universalización y Ampliación de Accesos – PRUV Superintendencia de Planificación y Regulación – SPR <EduardoJ@anatel.gov.br> de la ANATEL.

Estas visualizaciones son solo un ejemplo: una foto del desarrollo del sector al año 2021, el inicio de la transformación digital del análisis de brechas y la definición de proyectos y políticas públicas de telecomunicaciones basadas en datos empíricos.

Panel 1. Distribución poblacional y cobertura de servicios fijos y móviles



Panel 2. Ubicación y características de los puntos de interés



Panel 3. Puntos de máxima conectividad y conexiones a los clústeres de demanda no atendida

ANALISI Invest ICB Crowdsourcing for Digital Connectivity in Brazil (C2DB)

Connections

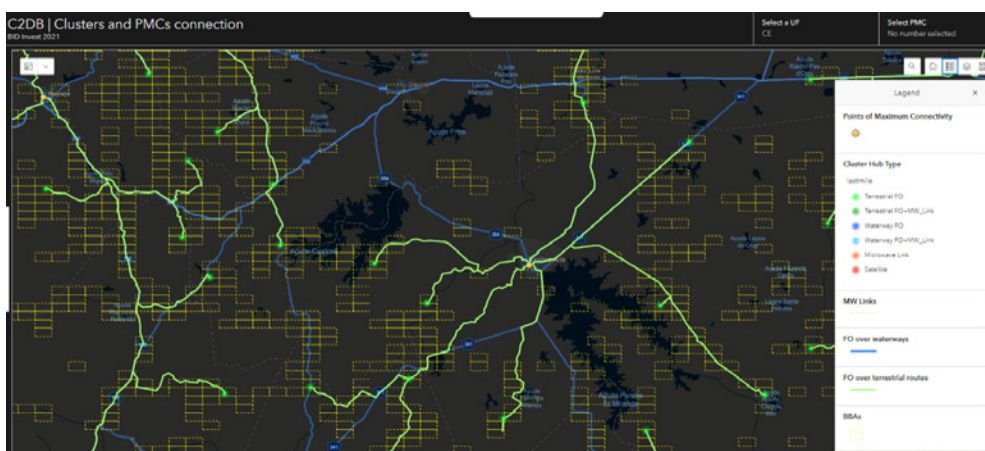
Clusters & PMCs



Cluster-PMC Connection Map

Objective:
To identify all Cluster connections from PMC's across the country, the result of this analysis connection delivers the total amount of optical fiber (km) projected in roads or waterways. This connection also consider, Microwave links and Satellite links.

[Explore](#)



Panel 4. Presentación geográfica de resultados del modelo económico financiero con la viabilidad financiera a nivel de PMC en base a un código de color

