



HUELLA

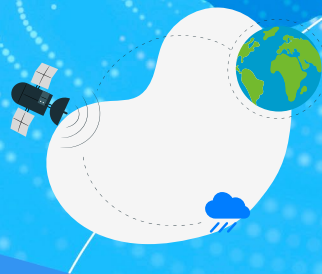
**MEDICIÓN DEL IMPACTO
de los proyectos de desarrollo**

Marta Ruiz-Arranz
Lucía Martín
Giulia Lotti
Werner Peña
Francisco Bolaños



HUELLA

MEDICIÓN DEL IMPACTO de los proyectos de desarrollo



Catalogación en la fuente proporcionada por la Biblioteca
Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo

Huella: medición del impacto de los proyectos de desarrollo / Marta Ruiz-Arranz, Lucia Martín, Giulia Lotti, Werner Peña, Francisco Bolaños.

P. CM. — (MONOGRAFÍA DEL BID ; 1256)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Economic development projects-Evaluation-Latin America. 2. Economic development projects-Evaluation-Caribbean Area. 3. Environmental impact analysis-Latin America. 4. Environmental impact analysis-Caribbean Area. 5. Remote-sensing images. I. Ruiz-Arranz, Marta. II. Martín Rivero, Lucía. III. Lotti, Giulia. IV. Peña, Werner. V. Bolaños, Francisco. VI. Banco Interamericano de Desarrollo. Departamento de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y la República Dominicana. VII. Serie.

IDB-MG-1256

JEL Codes: C80, H43, O19, O22, O44, B41, O54, Q56.

Palabras clave: evaluación de impacto, educación, política educativa, Gobierno Municipal, operaciones de préstamo, formulación de política, institución financiera.

Copyright © 2025 Banco Interamericano de Desarrollo (« BID »). Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons CC BY 3.0 IGO (<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/igo/legalcode>). Deben cumplirse los términos y condiciones indicados en el enlace URL y concederse el respectivo reconocimiento al BID.

Además de lo dispuesto en la sección 8 de la licencia anterior, toda mediación relativa a controversias que surjan en virtud de dicha licencia se llevará a cabo de conformidad con el Reglamento de Mediación de la OMPI. 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 Comisión de las Naciones Unidas para el Derecho Mercantil (CNUDMI). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID requieren de un acuerdo de licencia adicional entre el BID y el usuario y no está autorizado en el marco de esta licencia.

Nótese que el enlace URL incluye términos y condiciones que son parte integral 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.





HUELLA

MEDICIÓN DEL IMPACTO
de los proyectos de desarrollo

RESUMEN

HUELLA es una metodología innovadora desarrollada por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) que implica un cambio de paradigma en la evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo. Mediante la integración de herramientas avanzadas como las imágenes satelitales y el aprovechamiento de un diseño cuasiexperimental, HUELLA permite realizar evaluaciones precisas y escalables de los efectos acumulativos de múltiples proyectos a niveles granulares y subnacionales.

HUELLA se centra en el impacto que tienen los proyectos del BID en los lugares donde se ejecutan. Permite comparar de manera sistemática aquellas comunidades que reciben financiamiento del BID con otras similares que no lo reciben, con el fin de evaluar si las intervenciones del BID marcan una diferencia duradera. A través del análisis a nivel de cartera y de la incorporación de indicadores no tradicionales como los medioambientales y de crecimiento económico, esta metodología permite superar las limitaciones de la evaluación tradicional, así como realizar análisis de impacto más exhaustivos.

Su eficacia ha quedado demostrada en las aplicaciones realizadas en México y Costa Rica, que arrojaron resultados positivos como el crecimiento económico y la reducción de los índices de delincuencia. Sin embargo, los resultados ponen de manifiesto la importancia de gestionar las compensaciones ambientales de manera sostenible.

HUELLA complementa las herramientas de evaluación tradicionales, permitiendo optimizar la toma de decisiones basada en evidencia, la transparencia y la confianza de las partes interesadas, convirtiéndose en una herramienta transformadora para la evaluación del impacto en el desarrollo. La escalabilidad y adaptabilidad de la metodología ofrece la posibilidad de impulsar proyectos de desarrollo basados en evidencia que tengan impacto en las comunidades en donde se ejecutan.

Palabras clave: HUELLA, evaluación del impacto, proyectos de desarrollo, imágenes satelitales, impacto ambiental, crecimiento económico, análisis de cartera, México, Costa Rica, Banco Interamericano de Desarrollo.

HUELLA

MEDICIÓN DEL IMPACTO
de los proyectos de desarrollo



PREFACIO

de la Vicepresidenta de Países e Integración Regional

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) tiene el compromiso de lograr un impacto tangible y duradero en toda América Latina y el Caribe (LAC). La medición de resultados es fundamental, ya que nos permite evaluar nuestros avances, escalar soluciones efectivas, aprender de los éxitos y los desafíos, además de adaptar las estrategias para ampliar al máximo la sostenibilidad y la eficiencia en el largo plazo. Seguimos abocados a mejorar nuestros esfuerzos de medición para garantizar que cada iniciativa genere un valor significativo para la región.

En el marco del programa IDBImpact+ nuestra institución atraviesa una transformación destinada a aumentar el impacto y la escala de nuestro trabajo en toda la región. La aprobación de nuestra estrategia institucional marca un momento de inflexión tanto para nuestra organización como para la región. El mandato es claro: hacer más, hacerlo mejor y hacerlo más rápido, siempre con un enfoque centrado en las personas. Es esencial disponer de parámetros claros y pruebas sólidas para evaluar nuestros esfuerzos y garantizar el cumplimiento de nuestros objetivos.

HUELLA se apoya en el esfuerzo sostenido del BID por establecer un marco de evaluación exhaustivo y riguroso para nuestras operaciones. La Vicepresidencia de Países e Integración Regional (VPC) se enorgullece de esta herramienta que destaca el papel fundamental de los datos y la tecnología a la hora de proporcionar pruebas concretas de los resultados obtenidos. HUELLA es solo el principio de las oportunidades sin precedentes que ofrecen herramientas innovadoras como las imágenes satelitales para facilitar la medición de nuestro impacto. La tecnología se ha convertido en un aliado clave para evaluar nuestro trabajo a un nivel muy granular y determinar si realmente estamos impulsando un cambio significativo en las comunidades a las que servimos.

En esta nota metodológica se presentan estudios de casos que muestran la aplicación de HUELLA en México y Costa Rica, con énfasis en el impacto positivo de las iniciativas del Banco en estos países. Asimismo, se marca el inicio de un prometedor programa dirigido a medir los resultados de nuestras intervenciones en toda la región con la ayuda esta innovadora herramienta. Al aprovechar nuevas tecnologías para cerrar brechas de información, HUELLA ofrece una ventaja significativa al proporcionar información valiosa, incluso en países con capacidades estadísticas y de datos limitadas.

La combinación de nuestros instrumentos de evaluación institucional con HUELLA permite observar la realidad desde diferentes puntos de vista necesarios para la toma de decisiones estratégicas y garantizar que nuestros esfuerzos se dirigen a operaciones que arrojan resultados tangibles. Esto refleja el compromiso permanente de VPC de aprovechar nuestras experiencias, con el fin de mejorar y cumplir con nuestro mandato institucional de lograr resultados medibles.

Iniciativas como HUELLA sitúan al BID a la vanguardia de la medición de resultados. Confío plenamente en que esta y otras herramientas innovadoras contribuirán a mejorar nuestra capacidad para hacer frente al desafío de hacer más, hacerlo mejor y más rápido para mejorar vidas en toda la región.

Anabel González

Vicepresidenta de Países e Integración Regional

Grupo BID

Enero de 2025



PREFACIO

del Gerente del Departamento Regional de Países de Centroamérica, Haití, México, Panamá y la República Dominicana (CID)

Las personas y sus esperanzas de un futuro mejor son el elemento central del desarrollo. Cada uno de los proyectos que emprendemos tiene como objetivo mejorar la vida de las personas, las familias y las comunidades de toda la región. Es por esto que me enorgullece presentar HUELLA y su aplicación en México y Costa Rica. El lanzamiento de esta iniciativa llega en un momento decisivo para el BID. En 2024 renovamos nuestra Estrategia Institucional con el objetivo de ampliar al máximo la escala y el impacto de nuestro trabajo. CID tiene el compromiso de mejorar la calidad de sus mediciones de impacto para asegurar el logro de los objetivos de nuestros proyectos, maximizar el valor de cada dólar invertido, y transformarlo en mejores condiciones para nuestros países y su gente.

HUELLA presenta un cambio en nuestra estrategia de medición del impacto al aprovechar herramientas innovadoras y fuentes de datos no tradicionales, como los datos geoespaciales. Por otra parte, el enfoque programático que ofrece HUELLA permite evaluar el impacto acumulativo de múltiples proyectos que tienen objetivos similares y estimar su sostenibilidad en el largo plazo. Esta perspectiva integral permite obtener información valiosa sobre el impacto general de nuestra cartera de proyectos.

Herramientas como HUELLA fortalecen nuestro compromiso con los clientes al reforzar nuestra dedicación a la transparencia y la rendición de cuentas, pilares fundamentales en nuestras relaciones con los países socios. Ser transparentes sobre nuestros resultados genera confianza y mejora la comunicación con los gobiernos, los ciudadanos y las comunidades a las que servimos. La rendición de cuentas fomenta una cultura de responsabilidad y es esencial para mejorar la eficacia y eficiencia de nuestras intervenciones.

En una era de rápidos avances tecnológicos e informativos, ya no basta con confiar únicamente en los enfoques convencionales para medir el impacto. HUELLA es un gran paso hacia el aprovechamiento de datos no tradicionales y metodologías innovadoras con el fin de evaluar nuestro impacto de manera más eficaz. El uso de datos granulares nos permite captar cambios significativos en el bienestar de la comunidad que de otro modo podrían pasar inadvertidos en las estadísticas nacionales, a la vez que proporciona una comprensión más exhaustiva y precisa de nuestros esfuerzos.

CID tiene el compromiso de ser un socio clave para el desarrollo, reducir la pobreza y la desigualdad, atender a los desafíos que plantea el cambio climático y fomentar el crecimiento de la región. HUELLA es más que una herramienta, es un reflejo de nuestra promesa de aprender, adaptarnos y mejorar, con la garantía de que cada esfuerzo que hacemos se traducirá en un cambio significativo. Juntos podemos crear un legado de impacto que realmente mejore vidas.

Tomás Bermúdez

Gerente del Departamento Regional de Países de Centroamérica,
Haití, México, Panamá y la República Dominicana

Grupo BID

Enero de 2025

HUELLA

MEDICIÓN DEL IMPACTO
de los proyectos de desarrollo



AGRADECIMIENTOS

Este esfuerzo no hubiera sido posible sin las valiosas contribuciones de Reyna Pasos, Shirley Malespin, Fiorella Alvarez, Álvaro Salamanca, Gerson Amaya, Silvia Dusi, Angee Gadea, Jonathan Hersh, Kazuki Sakamoto y María Cecilia Deza.

Extendemos nuestro más sincero agradecimiento a Javier Urrea, Isabel Granada, Mariam Peña, Paola Ortiz, Fabiola Martínez, Pablo Vega, y a todo el equipo de operaciones en Costa Rica por su apoyo incondicional en la aplicación de HUELLA y la presentación de sus resultados al Gobierno de Costa Rica. También agradecemos a Ernesto Stein y Agustín Filippo por sus esfuerzos para establecer lazos con las autoridades mexicanas.

Un agradecimiento especial a la Vicepresidenta de Países e Integración Regional, Anabel González, y a la Vicepresidenta de Sectores y Conocimiento, Ana María Ibáñez, por su orientación y respaldo institucional.

Estamos especialmente agradecidos a nuestro gerente, Tomás Bermúdez, por su visión estratégica, y a los asesores de CID Alejandra Fleitas, Guillermo Pierrick, Carmen Madriz y los Representantes de CID por su invaluable apoyo.

Nuestro agradecimiento también a Rodolfo Stucchi, Daniel Hernaiz, Hugo Flores, Carolyn Robert, Nadia Rocha, Oscar Mitnik, Francesca Castellani, Leopoldo Avellán, Anna Crespo, Mariano Bosch, John Jairo León, Annette Killmer, Susana Cordeiro, y a todos los participantes de la Serie de Desayunos y las Mañanas Digitales de VPS, por sus acertados comentarios y contribuciones.

HUELLA

MEDICIÓN DEL IMPACTO
de los proyectos de desarrollo

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Resumen	3
Prefacio de Anabel González, Vicepresidenta de Países	4
Prefacio de Tomás Bermúdez, Director, Centroamérica - Haití, México, Departamento Regional de Panamá y la República Dominicana	5
Agradecimientos	6
Contenido	7
HUELLA: Transformar las comunidades. Aplicación en México y Costa Rica	
Resumen ejecutivo	8
Introducción y motivación	9
1. HUELLA: Una revolución en la medición de resultados	11
2. Metodología	14
3. Bloques de construcción	17
3.1. Geolocalización de los proyectos del BID	19
3.1.1 Las fuentes de datos	19
3.1.2 Filtros de selección	20
3.1.3 La cartera de México en detalle	20
3.1.4 La cartera de Costa Rica en detalle	23
3.2. Indicadores para evaluar el impacto de los proyectos del BID	25
3.2.1 Información socioeconómica procedente de encuestas de hogares y datos administrativos	25
3.2.2 Información procedente de imágenes satelitales: actividad económica a escala municipal e indicadores medioambientales	26
4. Resultados: el caso de México	28
5. Resultados: el caso de Costa Rica	34
5.1. Impacto de la cartera de transporte en el crecimiento económico	35
5.2. Inversiones en seguridad y su impacto	39
6. Limitaciones y próximos pasos	41
7. Observaciones finales	44
Referencias	45
Anexo I. Metodología	46
Anexo II. Georreferenciación	53

HUELLA:

TRANSFORMAR COMUNIDADES

Aplicación en México y Costa Rica



RESUMEN EJECUTIVO

El Banco Interamericano de Desarrollo (BID) ha reafirmado su compromiso de maximizar el impacto del desarrollo en América Latina y el Caribe (LAC) a través de la Estrategia Impacto+ que se introdujo en 2024. Sin embargo, un problema persistente en la medición del verdadero alcance de las contribuciones del Banco radica en los métodos tradicionales de evaluación, que suelen centrarse en proyectos individuales y en ocasiones no cuentan con los datos necesarios. En respuesta al llamado a aumentar el impacto y cerrar estas brechas, en este documento presentamos la innovadora tecnología « HUELLA », diseñada para evaluar el impacto acumulado de toda una cartera de intervenciones, incluso en entornos que cuentan con datos limitados.

HUELLA redefine la evaluación del impacto a través del uso de herramientas de análisis avanzadas y de fuentes de datos no tradicionales, como las imágenes satelitales, para dar seguimiento a los resultados económicos, sociales y medioambientales a niveles subnacionales muy granulares. Este enfoque no solo permite captar cambios localizados, sino que también ayuda a superar problemas de disponibilidad de datos a través de conjuntos de datos alternativos cuando las fuentes tradicionales están incompletas o no están disponibles. Su diseño cuasiexperimental permite comparar comunidades que reciben financiamiento del BID con otras similares que no la reciben, lo que permite al Banco determinar si los cambios observados pueden vincularse directamente a sus intervenciones a partir de ciertas hipótesis.

Una de las principales ventajas de HUELLA es su capacidad para realizar análisis a nivel de cartera, proporcionando información oportuna que puede servir de base para la toma de decisiones adaptativas. A diferencia de los marcos de evaluación convencionales, que a menudo requieren mucho tiempo y recursos para evaluar proyectos individuales, HUELLA evalúa el impacto acumulativo de una cartera de intervenciones y ofrece una perspectiva más estratégica y a largo plazo. Su escalabilidad de un país a otro garantiza que las lecciones aprendidas puedan aplicarse en la región, lo que aumenta su valor como herramienta estratégica.

Las primeras aplicaciones de HUELLA en México y Costa Rica son claros ejemplos de su potencial. En México, las intervenciones del BID han impulsado el crecimiento económico, la expansión urbana y el desarrollo de infraestructura. Del mismo modo, en Costa Rica, las inversiones en transporte y seguridad han contribuido a reducir la delincuencia y a mejorar la actividad económica. Cabe señalar que, en ambos casos, estos beneficios económicos se lograron sin el correspondiente aumento de los niveles de contaminación. Sin embargo, la degradación de la vegetación observada pone de relieve la importancia de los esfuerzos de reforestación tendientes a mitigar las compensaciones ambientales.

En respuesta al llamado a aumentar el impacto y llenar los vacíos mencionados, en este documento presentamos la innovadora tecnología « HUELLA », diseñada para evaluar el impacto colectivo de toda una cartera de intervenciones, no solo del BID sino de los proyectos de desarrollo en general, incluso en entornos que cuentan con datos limitados. Al abordar los problemas de disponibilidad de datos, se enfoca en resultados acumulativos y proporciona información práctica, lo que contribuye a fortalecer la capacidad del BID para impulsar el crecimiento sostenible, mejorar la transparencia y generar confianza entre las partes interesadas. Esta metodología innovadora coloca al BID en una posición de liderazgo en la evaluación del desarrollo y genera beneficios duraderos para las comunidades a las que sirve.

INTRODUCCIÓN Y MOTIVACIÓN



El impacto ocupa un lugar central en la misión del Grupo del Banco Interamericano de Desarrollo (IDB) y fue uno de los motores de la aprobación de la Estrategia Impact+ en 2024. El objetivo de la nueva estrategia institucional es aumentar el impacto y la escala de los resultados de nuestras intervenciones.

Aun así, los indicadores de efectividad del BID son modestos, mostrando que solo el 33% de los proyectos recibieron una calificación positiva en materia de efectividad en 2023. Este desempeño, que a primera vista parece discreto, merece un análisis más profundo. En cierta medida, esto podría reflejar la existencia de limitaciones metodológicas y de datos que dificultan la captura precisa de los resultados multifacéticos de los proyectos de desarrollo. Por ello, la pregunta clave que surge es: ¿cómo podemos medir los resultados de las operaciones del BID de manera más efectiva y oportuna?

Si se pueden desarrollar formas alternativas de evaluar el impacto, podríamos obtener una comprensión más profunda del impacto de los proyectos del Grupo BID, lo que permitiría una toma de decisiones más informada y, en última instancia, mejorar la vida de las comunidades a las que servimos. Esto nos llevó a reflexionar sobre qué es exactamente lo que estamos midiendo y a preguntarnos si el problema radica en una baja efectividad o si, en realidad, las herramientas que utilizamos enfrentan desafíos que nos impiden capturar completamente nuestro impacto en la región.

HUELLA nació a partir de estas preguntas. A través de HUELLA proponemos una nueva forma de medir el impacto con un conjunto de datos innovadores y de vanguardia. HUELLA se centra en el impacto que tienen los proyectos del BID en los lugares donde se ejecutan y mide los cambios a un nivel geográfico muy granular. También ofrece una nueva estrategia para hacer frente a los desafíos que plantea la atribución, con el fin de evaluar si los cambios que constatamos en las zonas donde operamos responden realmente a la presencia del Banco.

El Banco ha realizado esfuerzos considerables tendientes a integrar la evidencia sobre aquello que funciona en el diseño de los proyectos, estableciendo parámetros para supervisar la ejecución y adoptando métodos rigurosos para la evaluación de los resultados. En la actualidad, el Banco dispone de un marco de evaluación y validación plenamente implantado, que comprende evaluaciones cualitativas de la finalización de los proyectos, conocidas como Informes de Terminación de Proyecto (PCR). Además, cerca de un tercio de los proyectos se someten a rigurosas evaluaciones de impacto.

El objetivo de HUELLA es complementar el marco actual de evaluación del Banco. No se pretende sustituir a las herramientas de evaluación del Banco, sino ampliar los tipos de preguntas que podemos plantear. Por ejemplo, HUELLA tiene capacidad para evaluar los resultados de desarrollo de una cartera de proyectos, mientras que las evaluaciones de autoevaluación y las evaluaciones de impacto se centran en proyectos individuales. Esto proporciona una visión más integral de la efectividad del Banco para lograr transformaciones de largo plazo en las comunidades en las que el BID está presente.

El poder transformador de los datos es un elemento central de nuestro enfoque. HUELLA aprovecha indicadores que van más allá de los que se utilizan para las evaluaciones tradicionales y abre las puertas a nuevas dimensiones de la medición del impacto. El rápido aumento de la generación de datos ofrece oportunidades sin precedentes; con datos cada vez más sofisticados procedentes

de fuentes no tradicionales, como las imágenes satelitales, podemos captar información a un nivel granular. Esto marca el inicio de un camino colmado de verdaderas posibilidades. La precisión y la localización de los datos nos permiten medir los resultados adaptados a cada comunidad, a la vez que ofrecen una comprensión más rica de los efectos únicos de cada proyecto y favorecen una mejora continua.

HUELLA es una poderosa herramienta para fortalecer la transparencia y confianza, a la vez que aumenta nuestro impacto a través de la información basada en datos. Los países de la región enfrentan desafíos fiscales tales como un espacio fiscal limitado y altos niveles de deuda pública. Los gobiernos y las partes interesadas claves confían en que el BID invertirá con sensatez y que optimizará el uso de estos recursos para aumentar al máximo el valor generado para las comunidades. Al mostrar de forma clara cómo y a dónde se dirigen las inversiones, reforzamos nuestro compromiso con la transparencia y establecemos relaciones más estrechas con los gobiernos, las comunidades y otras partes interesadas fundamentales.

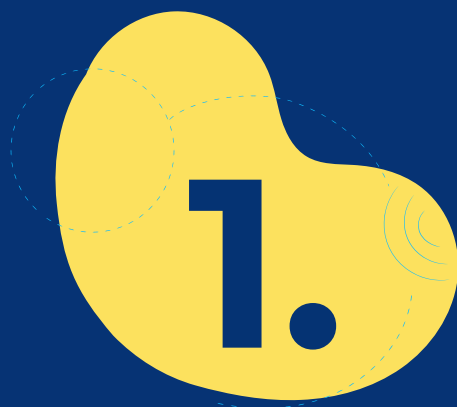
En última instancia, al medir el impacto y maximizar el valor, podemos dar seguimiento a los avances hacia nuestros objetivos, optimizar la asignación de recursos y mejorar el diseño de los proyectos de forma continua. Este enfoque basado en datos no solo nos hace más efectivos, sino que también consolida la confianza que todas las partes interesadas depositan en nosotros.

La eficiencia de la metodología HUELLA está comprobada. A partir de su aplicación en México y Costa Rica observamos que los proyectos del BID han impulsado cambios positivos en la actividad económica de las comunidades locales, como demuestran los aumentos del Producto Interno Bruto (PIB) real, del consumo de energía y de las luces nocturnas. Por otra parte, no hubo cambios considerables en los niveles de contaminación de las zonas donde se ejecutaron los proyectos del BID, aunque sí se observó un ligero descenso de los índices de vegetación. En particular, la cartera de seguridad del BID en Costa Rica ha tenido efectos positivos, como la reducción de la violencia doméstica y otros delitos.

De cara al futuro, HUELLA representa un importante avance en la forma de medir y comprender el impacto de nuestras operaciones en toda la región. Hasta donde tenemos conocimiento, ninguna otra organización aplica una metodología comparable a HUELLA, lo que destaca el potencial de esta herramienta en el ámbito del desarrollo. A través de la incorporación de metodologías innovadoras y del aprovechamiento de fuentes de datos no tradicionales, nos permite captar los resultados del desarrollo con un nivel de granularidad inalcanzable hasta el momento.

A medida que perfeccionamos HUELLA y exploramos sus aplicaciones más amplias en la programación y el seguimiento, reforzamos nuestra capacidad de evaluar los efectos más amplios de nuestras intervenciones, al tiempo que complementamos los marcos de evaluación existentes. HUELLA pone de relieve el compromiso del Banco con la transparencia y la rendición de cuentas y ofrece a las partes interesadas información valiosa sobre las operaciones del BID. De este modo se apoya la toma de decisiones con conocimiento de causa, se optimizan los recursos y se garantiza que nuestros esfuerzos aporten beneficios medibles y duraderos a las comunidades de la región.





HUELLA

UNA REVOLUCIÓN en la forma de medir resultados

1. HUELLA: UNA REVOLUCIÓN en la forma de medir resultados



HUELLA es una metodología innovadora para medir el impacto de las operaciones del BID, desarrollada para superar desafíos de atribución y que ofrece varias ventajas fundamentales. Entre los mayores beneficios que hemos identificado se encuentran: (i) ser una herramienta costo-efectiva, (ii) su capacidad para medir el impacto a un nivel geográfico muy granular, (iii) su capacidad para ofrecer una visión global de la cartera y evaluar el impacto acumulado de un grupo de proyectos en el largo plazo y (iv) su capacidad para evaluar resultados no tradicionales.

Hay tres aspectos que hacen que esta metodología sea más **costo-efectiva** y **eficaz** en función del tiempo que las evaluaciones tradicionales:

- Desde el *punto de vista de la escalabilidad*, esta metodología, una vez perfeccionada, puede aplicarse a más países. El mayor esfuerzo ha sido la inversión inicial para desarrollar la metodología y la realización de procesos de ajuste, como las pruebas de robustez. En el futuro, la aplicación del modelo HUELLA será cada vez más eficaz y rentable.
- Desde el *punto de vista operativo*, como se explica en el capítulo sobre metodología, el enfoque no requiere la formación previa de un grupo de municipios de control. En su lugar, se emplea una metodología cuasiexperimental, en la que se compara a los municipios en los que se desarrollaron proyectos financiados por el BID con municipios similares que no han recibido tal financiamiento. Esto permite evaluar si los municipios que han recibido apoyo del BID han tenido mejores resultados.
- En cuanto al *tiempo*, las evaluaciones de impacto pueden ser costosas y tardar años en completarse. Muchas de estas evaluaciones sufren retrasos importantes y por ello se pierde la oportunidad de incidir en las políticas¹. Por otra parte, HUELLA proporciona información más oportuna sobre los impactos que permite al BID adaptar sus acciones con mayor rapidez para responder a las necesidades cambiantes de los municipios y alinearse con los objetivos generales de sus proyectos.

Asimismo, HUELLA permite medir el impacto a un **nivel geográfico muy granular** y captar cambios que se podrían pasar por alto con las evaluaciones que se realizan a un nivel más general. El financiamiento del BID a menudo representa solo una fracción de las necesidades totales de financiamiento de un país, lo que hace que los indicadores a nivel del país sean una herramienta imperfecta a la hora de evaluar la efectividad. La información detallada a nivel subnacional que ofrece HUELLA permite un análisis más cercano de las realidades locales, lo que nos permite evaluar si se están produciendo cambios significativos en una comunidad tras una intervención del BID.

¹ Puri, J. *Often late and costs a pretty penny: do impact evaluations meet the opportunity window?* [A menudo llega tarde y cuesta un ojo de la cara: ¿cumplen las evaluaciones de impacto la ventana de oportunidad?] Blog de la Unidad de Evaluación Independiente. Julio de 2019.

HUELLA ofrece un **enfoque programático y de cartera**, ya que mide el impacto de un grupo de operaciones y su impacto acumulativo. Una metodología centrada en el impacto a nivel de cartera no solo enriquece la comprensión de cada proyecto individual, sino que también proporciona una perspectiva estratégica más amplia que es fundamental para el éxito de la organización en el largo plazo. Las principales ventajas de este enfoque de cartera son:

- La *identificación de sinergias e interrelaciones entre proyectos*: a menudo los beneficios de un proyecto pueden incidir de forma positiva en otros proyectos y crear un valor añadido que no se captaría en una evaluación aislada.
- A diferencia de los PCR, que se elaboran seis meses después del cierre del proyecto, esta metodología permite analizar un *horizonte temporal más amplio* mediante el seguimiento de las variables de resultados durante un período prolongado. Esto es de particular importancia, ya que los resultados en el desarrollo suelen tardar en materializarse.
- El *enfoque programático* orienta el diseño de nuevos proyectos al poner de relieve aquello que funciona y lo que no. Al proporcionar resultados de impacto, se desplaza la atención hacia la toma de decisiones basada en evidencia, en la que el impacto es el motor para el desarrollo del proyecto. Este enfoque fomenta la innovación, permite identificar las mejores prácticas y refuerza la credibilidad de los proyectos a la hora de presentarlos y justificarlos.
- En términos de la *gestión de riesgos*, la comprensión del impacto a nivel de cartera ayuda a identificar los riesgos y oportunidades asociados a un conjunto de proyectos. Este análisis permite realizar una gestión proactiva y estratégica, a la vez que reduce la exposición a posibles fallos aislados.
- En cuanto a la *comunicación y la participación de las partes interesadas*, la presentación de un marco de impacto programático facilita la comunicación de los resultados a las partes interesadas e impulsa los debates colaborativos.

Por último, HUELLA introduce variables que no forman parte de las evaluaciones tradicionales, como el crecimiento económico, el crecimiento de los asentamientos o la contaminación. Al medir estas variables se pretende captar los efectos indirectos de los proyectos en las comunidades en las que operan, algo que a menudo se pasa por alto en otras evaluaciones.



2.

METODOLOGÍA



2. METODOLOGÍA

La metodología HUELLA se desarrolló para dar respuesta a los principales desafíos que plantea la evaluación del impacto de nuestros proyectos, como las limitaciones en la disponibilidad, calidad y accesibilidad de los datos, y la vinculación directa de los cambios observados con los proyectos. En la próxima sección profundizaremos en el análisis de las soluciones de datos. Aquí empezamos por abordar los desafíos que plantea la atribución, de modo de garantizar que los cambios observados en los municipios que se benefician de los proyectos del BID puedan vincularse directamente a los propios proyectos. Dado que los proyectos del BID no se distribuyen de forma aleatoria entre los municipios, el desafío de la atribución resulta particularmente complejo, lo que dificulta el proceso de aislar los efectos de la intervención del BID de otros factores que inciden en ella. Diversas variables externas, como las condiciones socioeconómicas, las políticas paralelas y los cambios ambientales, pueden incidir en los resultados, por lo que es difícil determinar si los resultados observados pueden atribuirse al BID.

Surge entonces la siguiente pregunta:
¿cómo podemos hacer frente a este desafío de manera eficaz?

Imaginemos dos municipios de un mismo país con características socioeconómicas similares como, por ejemplo, una tendencia de crecimiento económico comparable antes de la intervención del BID.

En este contexto, uno de ellos, el municipio B, recibe la intervención del BID en un momento determinado (t), mientras que el otro, el municipio A, no la recibe, y todas las demás condiciones se mantienen constantes; el único cambio es la intervención del BID (Figura 1).

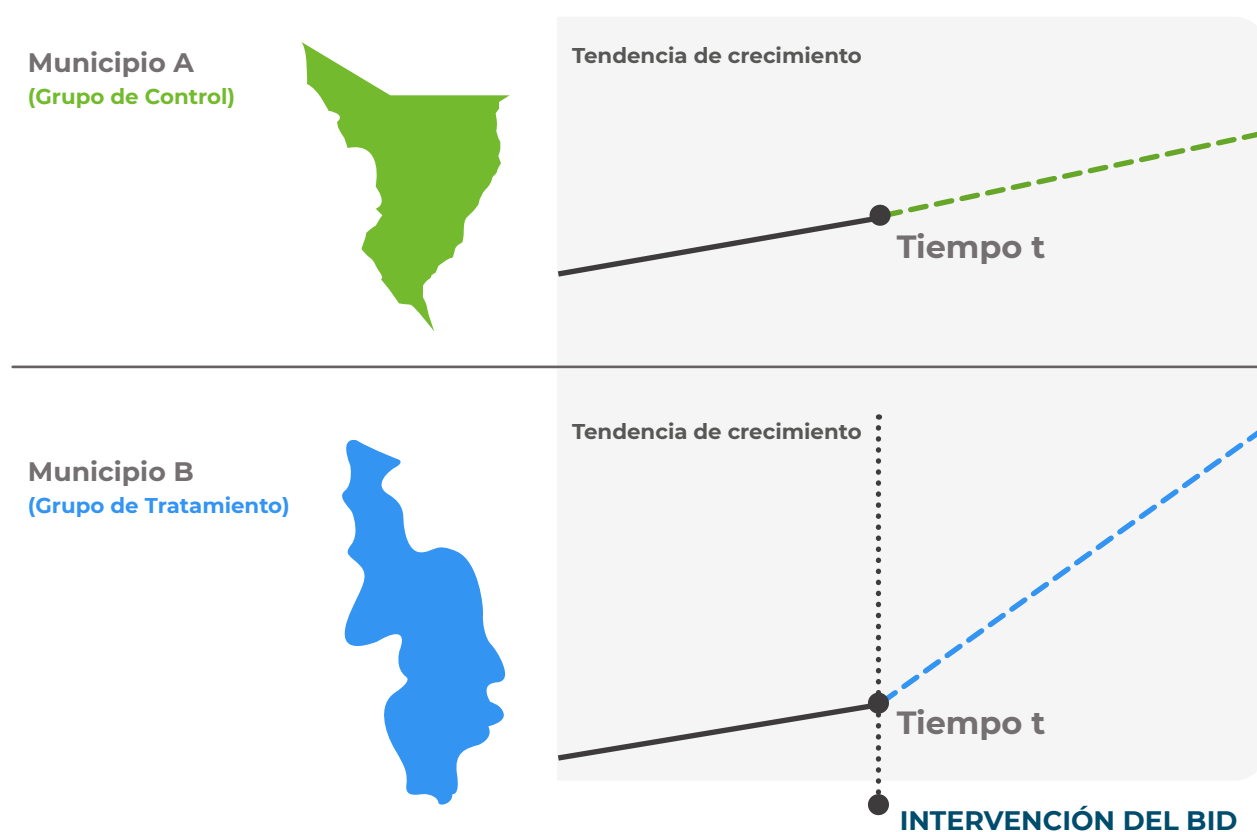
Si con el paso del tiempo el municipio que recibe la intervención del BID experimenta un mayor crecimiento del producto interno bruto en comparación con el municipio de control comparable que no recibió la intervención, la diferencia de crecimiento entre ambos puede atribuirse a los proyectos ejecutados por el BID.



Esta es la idea fundamental detrás de las evaluaciones cuasiexperimentales, incluidas las dos metodologías que utilizamos, que se basan en controles sintéticos generalizados (Xu, 2017) y en las diferencias en diferencias con múltiples períodos de tiempo (Callaway & Sant'Anna, 2021).² Aplicamos controles sintéticos generalizados para realizar estimaciones en México y en la cartera de transporte de Costa Rica. Aplicamos diferencias en diferencias a múltiples períodos de tiempo para las estimaciones de la cartera de seguridad de Costa Rica. Elegimos el segundo método para la cartera de seguridad porque solo contábamos con tres años de datos sobre delincuencia para el período anterior al tratamiento. La aplicación de controles sintéticos generalizados con muy pocos datos previos al tratamiento podría haber producido resultados sesgados debido al riesgo de sobreajuste de las estimaciones. En este contexto, el tratamiento se refiere esencialmente a la intervención en estudio.

Para realizar las evaluaciones debemos contar con datos anteriores y posteriores al inicio de los proyectos para todos los municipios. Además, necesitamos variables a nivel municipal para mejorar la comparabilidad entre municipios.

FIGURA 1
Ilustración de un diseño cuasiexperimental



Notas: La figura muestra las tendencias de crecimiento económico de dos municipios a lo largo del tiempo: El municipio B, la unidad de tratamiento (sometida a una intervención); y el municipio A, la unidad de control (no expuesta a la intervención). Antes de la intervención los dos municipios muestran tendencias paralelas, lo que indica un comportamiento comparable. Tras la intervención (marcada por la línea vertical discontinua en el Tiempo t), el municipio B muestra un desvío en su tendencia con respecto al municipio A. Este cambio, asumiendo que todo lo demás permanece constante, este cambio puede atribuirse al efecto de la intervención del BID.

² Para una explicación más detallada de las metodologías, véase el anexo I.



BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN

3. BLOQUES DE CONSTRUCCIÓN

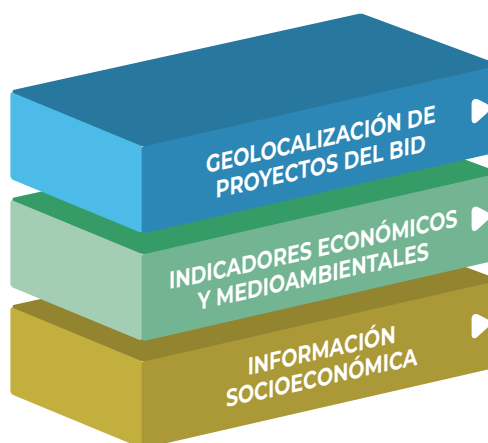
Para aplicar las metodologías de control sintético generalizado y de diferencias en diferencias es necesario contar con información a nivel territorial.³ En primer lugar, es esencial disponer de datos precisos sobre los sitios donde se entregan los productos de los proyectos del BID, es decir, las zonas en las que opera el Banco dentro de un país. En segundo lugar, se necesita información socioeconómica sobre los municipios para evaluar si los proyectos del BID repercuten en estos indicadores y determinar si los municipios comparados (grupos de tratamiento y de control) son similares antes y después de las intervenciones del BID. En tercer lugar, es necesario contar con indicadores del cambio climático para evaluar si nuestras intervenciones tienen algún impacto en el medio ambiente.

No obstante, el Banco carece al momento de una base de datos centralizada que contenga información georreferenciada sobre sus operaciones. Aunque se han realizado esfuerzos notables, como la iniciativa MAPAMERICAS,⁴ a través de la que se cartografiaron las operaciones en ejecución entre 2010 y 2015, los datos no están actualizados⁵. Asimismo, otros esfuerzos se han limitado a países concretos, lo que ha dado lugar a incongruencias en la cobertura y los formatos de los datos. Por otra parte, no existe ninguna base de datos que elabore indicadores socioeconómicos y climáticos a nivel subnacional de manera sistemática y periódica.

Para subsanar esta falta de información, HUELLA ha desarrollado lo que denominamos los tres bloques de construcción:

1. La ubicación geográfica de los proyectos del BID;
2. Indicadores socioeconómicos a nivel subnacional;
3. Indicadores socioeconómicos y medioambientales obtenidos por satélite

FIGURA 2
Los tres bloques de construcción



Fuente: elaboración propia.

³ Este requisito también es cierto para las diferencias en diferencias con una multiplicidad de períodos de tiempo.

⁴ MAPAMERICAS es un mapa interactivo en línea del BID que muestra imágenes, vídeos, noticias, estadísticas, indicadores de proyectos y otros documentos relacionados con los proyectos del Banco en la región.

⁵ MapalInversiones es una iniciativa del BID a través de la que se promueve la transparencia en el gasto público, las inversiones y las adquisiciones en toda América Latina y el Caribe a través de plataformas digitales en las que se integran y visualizan datos públicos. Aunque la herramienta está disponible para Costa Rica, incluida la localización de obras públicas, la georreferenciación no se realiza a nivel de producto, y su marco temporal es más limitado en comparación con el utilizado en este estudio para la aplicación de HUELLA en Costa Rica. No obstante, el equipo colabora activamente con el equipo técnico de MapalInversiones, con el objetivo de que la herramienta sea un valioso recurso en otros países en los que se implantará HUELLA.

3.1. Geolocalización de los proyectos del BID

La referenciación geográfica de los proyectos del BID a nivel municipal es fundamental para la metodología HUELLA, ya que nos permite identificar los municipios que se benefician del financiamiento del BID. La georreferenciación es un proceso complejo que implica una exhaustiva revisión de los documentos del proyecto, la validación del ámbito geográfico con los equipos del proyecto para garantizar su exactitud y la localización final del proyecto mediante servicios cartográficos.

La georreferenciación de la cartera de países de CID se realizó a nivel de producto, con la excepción de Costa Rica. En este caso, la georreferenciación se realizó a nivel de las obras, a partir de la información detallada que proporciona Atlas. En el recuadro siguiente se resumen las cifras de la cartera tras el ejercicio de georreferenciación y los detalles adicionales se presentan en el Anexo II.

Cartera total del BID:

Cartera georreferenciada:

290 operaciones

En 10 países (de un total de 750 operaciones).

CARTERA DE MÉXICO:

51 operaciones

Georreferenciadas (2010-2023),
Abarca diez sectores.

- **PRODUCTOS:** 231 mapeados en 425 municipios.
- **Operaciones elegibles para ser evaluadas:** Se reducen a 27 operaciones (53%), sobre la base de datos y limitaciones metodológicas.

CARTERA DE COSTA RICA:

19 operaciones

Georreferenciadas (2010-2024),
Abarca ocho sectores.

- **Obras:** 504 obras en 81 cantones.
 - **Operaciones pasibles de ser evaluadas:** Reducidas a 79 obras (16 %).
- | | |
|--|---|
| Sector del transporte: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 61 obras correspondientes a proyectos (2010-2014) que abarcan 42 cantones. | Sector de la seguridad: <ul style="list-style-type: none"> ▪ 18 obras correspondientes a proyectos (2013) en 16 cantones. |
|--|---|
- **Sectores excluidos:** Agua y saneamiento, educación, integración regional, turismo, energía y PYMEs.

3.1.1 Las fuentes de datos

El proceso de georreferenciación se basó en tres fuentes principales de información. La fuente inicial fue el proyecto MAPAMERICAS. Esta iniciativa sirvió como base, ya que los registros, que cubrían aproximadamente el 61 % de todas las operaciones identificadas, se integraron a los sistemas del Banco.

Como segunda fuente, se recuperaron registros de los repositorios del Banco, incluidas las carpetas de Ezshare, el sistema Convergencia y la extranet del BID, donde se almacena documentación exhaustiva sobre los programas de préstamo. Esto comprendía documentos de las fases de diseño y ejecución de los proyectos, como el PCR y sus anexos, los informes de evaluación intermedia y final, los documentos de adquisiciones, las matrices de resultados, los informes de avance y otros materiales pertinentes de los proyectos.

La tercera fuente consistió en revisar la información disponible en las páginas virtuales de las instituciones nacionales de los países beneficiarios con el fin específico de encontrar descripciones geográficas de los proyectos. Una vez identificados todos los documentos pertinentes a partir de estas fuentes, se les analizó meticulosamente para localizar detalles sobre los proyectos ejecutados, con énfasis en los sitios donde se realizaron las intervenciones, las ubicaciones geográficas, los municipios beneficiarios y otros datos fundamentales.

Para Costa Rica, aunamos esfuerzos con los equipos de operaciones de Costa Rica y la iniciativa Atlas. Atlas es una herramienta que proporciona de forma sistemática y comparable una visión georreferenciada de la relación entre las infraestructuras viales nacionales y de los cantones con las dimensiones sociales, medioambientales y económicas. En este sentido, Atlas proporciona la localización precisa de todas las obras de transporte del BID. Además, el equipo de operaciones de Costa Rica sistematizó una base de datos georreferenciada de toda la cartera del BID en el país a partir de 2010.

3.1.2 Filtros de selección

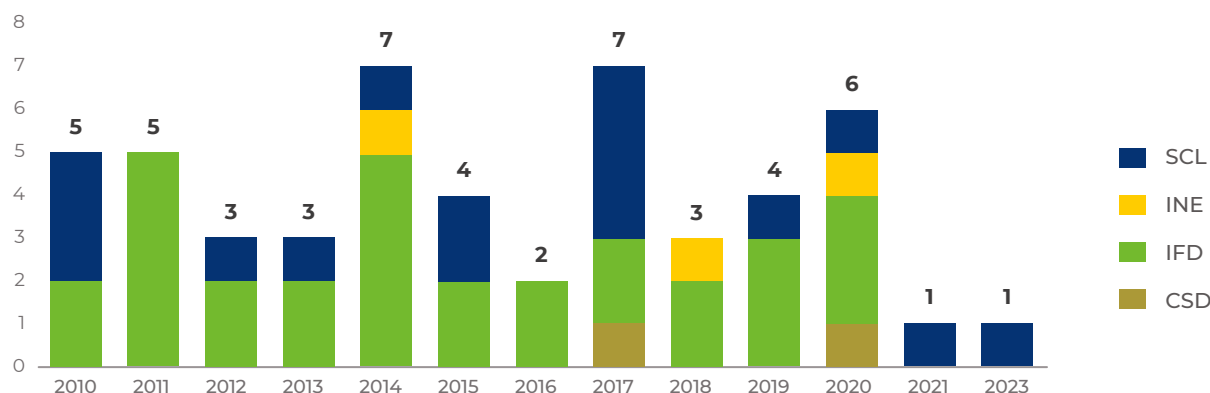
Se utilizaron filtros específicos para afinar la selección inicial de los proyectos. Solo se incluyeron préstamos de inversión con garantía soberana, ya que la georreferenciación de los préstamos sin garantía soberana es más difícil. Por ejemplo, si se concede financiamiento a una institución financiera que presta a empresas, no es suficiente con conocer la ubicación geográfica de la institución financiera e identificar la ubicación de todas las empresas beneficiarias es bastante más complejo. No se incluyeron los Préstamos Basados en Políticas, los Préstamos Especiales para el Desarrollo y los proyectos con cobertura nacional porque la metodología requiere variabilidad geográfica; si un proyecto abarca todo el país es imposible identificar los municipios de control que son esenciales para el análisis. Asimismo, al inicio solo se incluyeron los proyectos « cerrados » entre 2010 y 2023, con el fin de observar los efectos a lo largo del tiempo. Por otra parte, si la operación corresponde a préstamos que continuaron con otras operaciones en fases posteriores bajo el mismo nombre, se toma en cuenta el nombre original de la operación. Por último, solo se incluyeron las operaciones realizadas en municipios para los que se contaba con indicadores socioeconómicos.

3.1.3 La cartera de México en detalle

Entre 2010 y 2023, la cartera del BID en México contaba con 51 operaciones cerradas (Figura 3). El departamento de Instituciones para el Desarrollo (IFD, por sus siglas en inglés) registró el mayor número de operaciones (30 operaciones), de las que casi el 66 % estaban dirigidas al desarrollo del sistema financiero y a la mitigación y adaptación al cambio climático. El Sector Social (SCL) ocupó el segundo lugar con 16 operaciones que abarcan la educación, la sanidad y las inversiones sociales, incluida la lucha contra la pobreza, la formación profesional y el desarrollo de la mano de obra. El departamento de Infraestructura y Energía (INE) le siguió con tres operaciones, todas ellas dedicadas a proyectos de agua y saneamiento. Por último, el departamento de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (CDS) tenía dos operaciones destinadas a la agricultura y el desarrollo rural.

FIGURA 3

Número de proyectos cerrados por año y por departamento, total de la cartera analizada



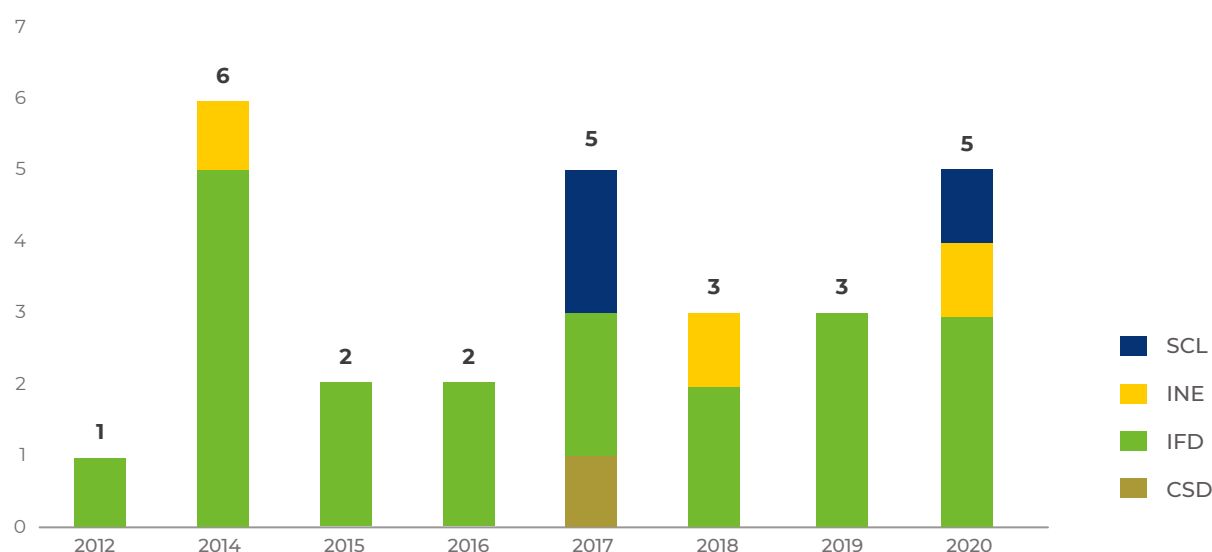
Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: Departamento de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (CDS), Instituciones para el Desarrollo (IFD), Infraestructura y Energía (INE), Sector Social (SCL).

Operaciones incluidas en la estimación

Como se menciona más arriba, aplicamos varios filtros para identificar operaciones que reunieran las condiciones necesarias para la evaluación. De allí surgieron 27 operaciones a las que se aplicó la metodología HUELLA. El sector de IFD es el más representado porque tiene la cartera más amplia, con casi el 74 % de las operaciones, principalmente en las divisiones de desarrollo del mercado bancario y mitigación del cambio climático. Los sectores de SCL e INE le siguen en segundo lugar, cada uno de ellos representa el 11 % de las operaciones, mientras que CSD ocupa el último lugar.

FIGURA 4
Número de proyectos cerrados por año y por departamento, operaciones incluidas en la estimación



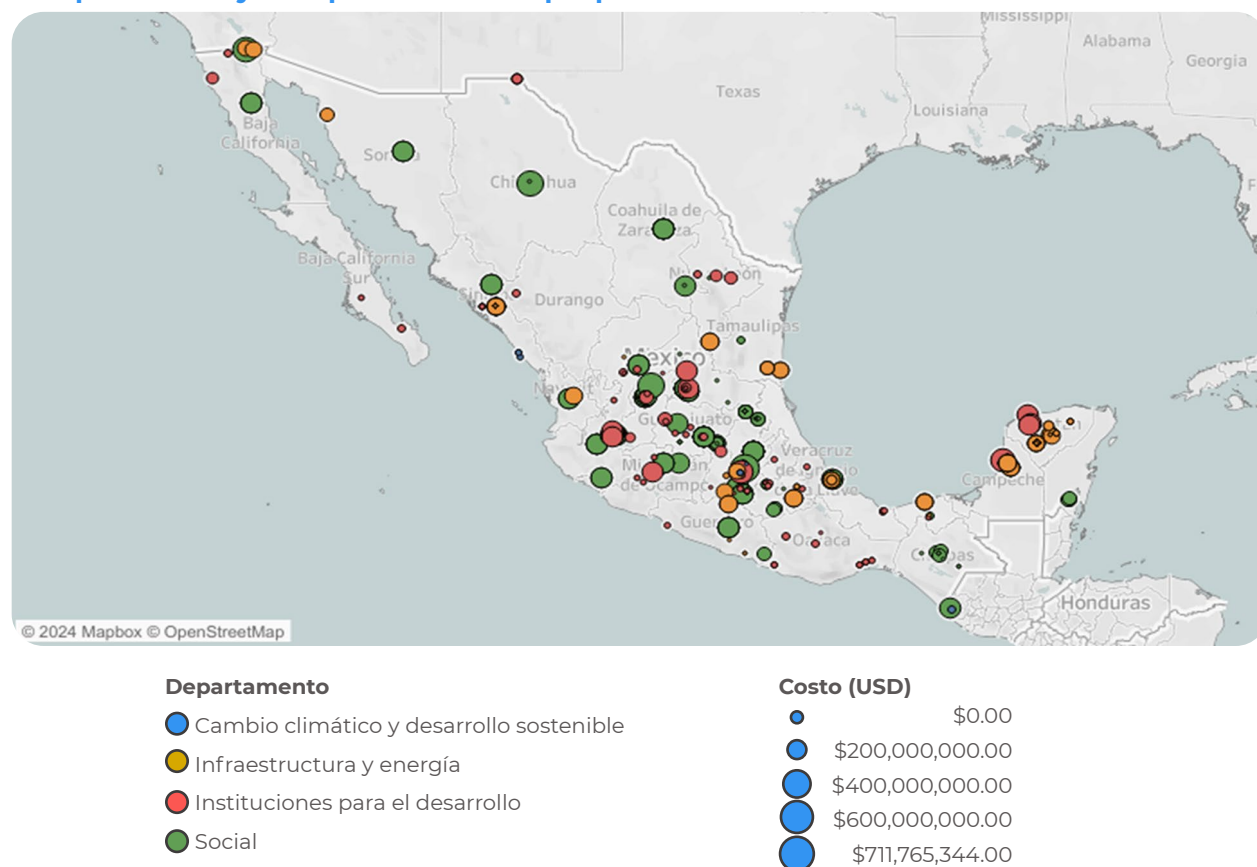
Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: Departamento de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (CDS), Instituciones para el Desarrollo (IFD), Infraestructura y Energía (INE), Sector Social (SCL).

El mapa que figura a continuación, junto con la Figura 4, pone de relieve que las operaciones pertenecientes a IFD y SCL son las que tienen mayor representación en el país en términos de montos y cobertura geográfica. Las operaciones incluidas en la estimación representan 4,200 millones de dólares, es decir, el 42.2 % del total. El sector de IFD representa el 73 % de los montos aprobados, seguido de INE con el 13.1 %, y el 13.9 % restante asignado a SCL y CSD.

FIGURA 5

Localización geoespacial de los productos cerrados entre 2010 y 2020, según el monto de las operaciones y el departamento al que pertenecen

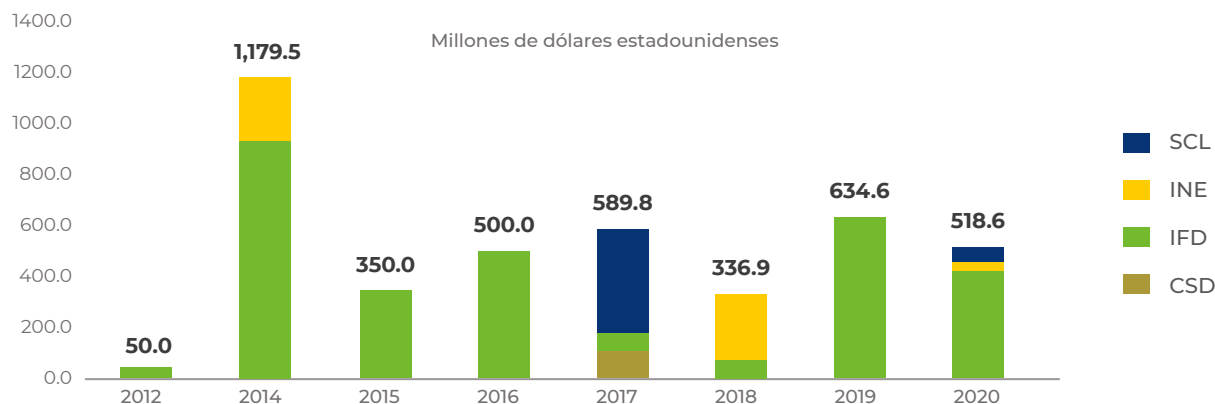


Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: Los puntos que figuran en el mapa representan los proyectos cerrados entre 2010 y 2020; mientras que el color indica el departamento al que pertenecen, el tamaño es proporcional al costo del proyecto.

FIGURA 6

Montos aprobados por año de cierre y departamento, operaciones incluidas en la estimación



Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: Departamento de Cambio Climático y Desarrollo Sostenible (CDS), Instituciones para el Desarrollo (IFD), Infraestructura y Energía (INE), Sector Social (SCL).

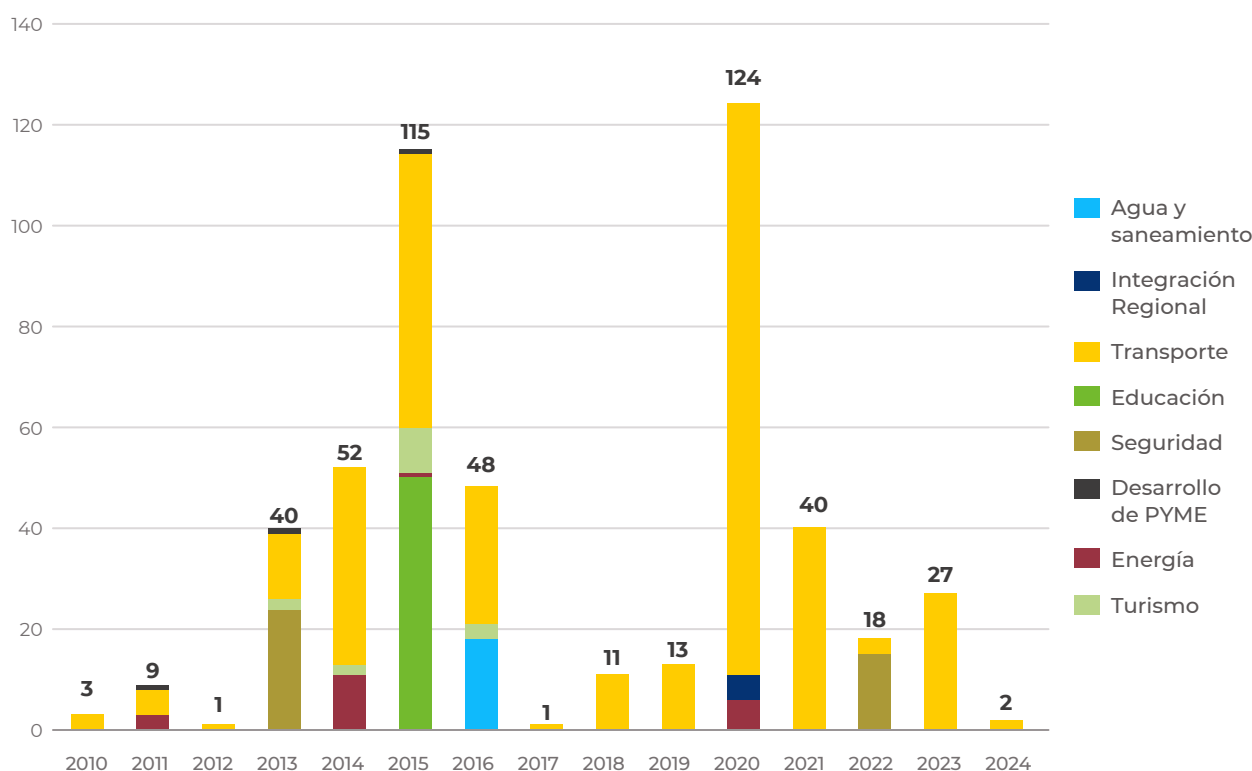
3.1.4 La cartera de Costa Rica en detalle

Entre 2010 y 2024, la cartera del BID en Costa Rica constaba de 19 operaciones y 504 obras. Por sector, el de transporte registró seis operaciones, energía cuatro, desarrollo de PYME tres, seguridad dos, y agua y saneamiento, educación, turismo e integración regional una operación cada uno.

Si se observa el número de proyectos de cada sector (Figura 7), el sector del transporte fue el más representado con 352 obras, lo que representa el 70 % del total de las obras. El sector de educación ocupó el segundo lugar con 50 obras, seguido por el de seguridad con 39, energía con 21, agua y saneamiento con 18, turismo con 16, integración regional con cinco y desarrollo de las PYME con tres.

FIGURA 7

Número de obras correspondientes a proyectos de la cartera del BID en Costa Rica, por sector y por año de inicio



Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: La figura representa el número de obras que corresponden a proyectos de la cartera del BID en Costa Rica; el color representa el sector, mientras que los números indican el año de inicio de las obras del proyecto. Por ejemplo, en 2020 se iniciaron más de 120 obras de proyectos, principalmente en el sector del transporte.

Operaciones incluidas en la estimación

La metodología HUELLA se aplicó a las carteras de Transporte y Seguridad. Esta decisión metodológica se guió por la calidad, granularidad y disponibilidad de los datos, así como por la capacidad de medir impactos considerables y atribuibles en estos sectores. Transporte y Seguridad eran los únicos sectores de los que había datos suficientemente detallados y fiables a nivel de los cantones para realizar análisis de impacto rigurosos, mientras que otras carteras, como energía,

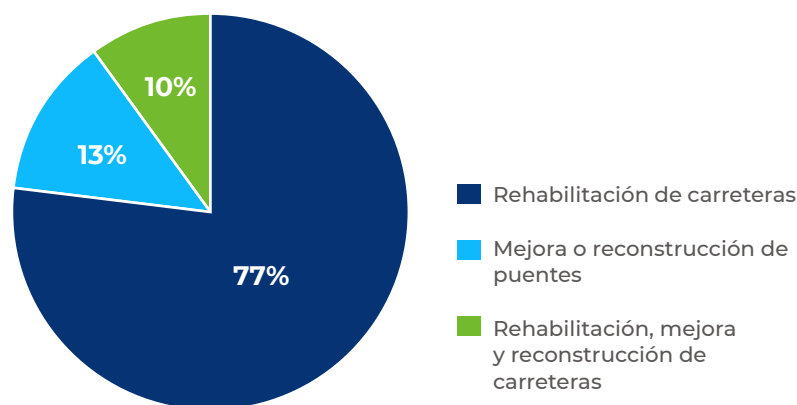
educación, turismo, agua y saneamiento, integración regional y desarrollo de las PYME carecían de indicadores específicos o datos geográficos coherentes para medir sus efectos a nivel local.⁶

La evaluación de la cartera de transporte incluyó 61 obras que estuvieron en ejecución entre 2010 y 2014. De las 61 obras de la cartera de transporte, 47 fueron obras de rehabilitación de carreteras, ocho fueron obras de mejora o reconstrucción de puentes, y 5 obras de rehabilitación, mejora y reconstrucción de carreteras (Figura 8).

El costo total de las obras ascendió a 320.82 millones de dólares estadounidenses. En Costa Rica, la cartera completa de transporte fue de 2,390 millones de dólares, por lo que el importe de las obras incluidas en la estimación representó el 13 % del monto total de la cartera de transporte.

La evaluación de la cartera de seguridad incluyó 18 proyectos. De las 18 obras de la cartera de seguridad, 11 comprendieron la construcción de comisarías y siete la construcción de Centros Cívicos para la Paz (Figura 9). El costo de las 18 obras fue de 99.33 millones de dólares y todas ellas comenzaron en 2013. El monto total de la cartera de seguridad fue de 232.44 millones de dólares, por lo que las obras incluidas en la estimación representaron el 43 % del monto total de la cartera de seguridad.

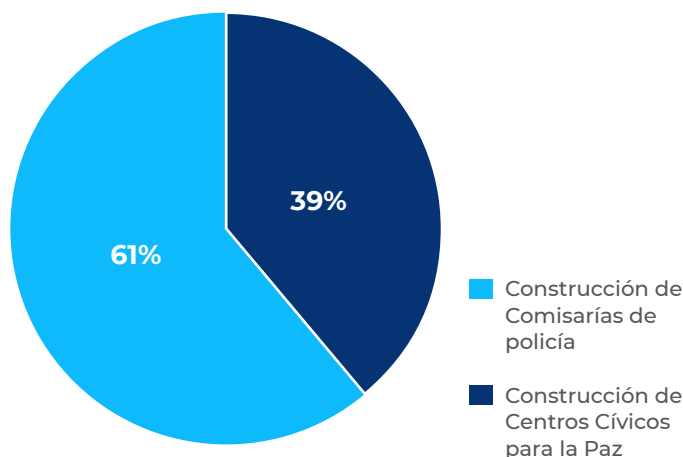
FIGURA 8
Distribución de los proyectos de la cartera de transporte por tipo de obras



Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: La gráfica circular muestra la distribución de los proyectos en la cartera de transporte por tipo de obras.

FIGURA 9
Distribución de los proyectos de la cartera de seguridad por tipo de obras



Fuente: Cálculos de los autores.

Notas: La gráfica circular muestra la distribución de los proyectos de la cartera de transporte por tipo de obras.

⁶ Por ejemplo, los proyectos de energía se centraban principalmente en centrales hidroeléctricas o subestaciones, cuyos beneficios se extendían a nivel nacional, lo que impedía identificar sus repercusiones directas en cantones específicos. Los indicadores sobre educación eran proyecciones basadas en modelos de regresión de 2011 y no reflejaban directamente los efectos de los proyectos del BID, como la construcción de escuelas. En el caso de las carteras de Turismo y Agua y Saneamiento, faltaban datos adecuados para medir los impactos en los cantones.

3.2. Indicadores para evaluar el impacto de los proyectos del BID

La clave para aplicar la metodología HUELLA es la **construcción de un conjunto de indicadores pertinentes** con los que se evaluará el impacto de los proyectos del BID. Para ello, a nivel municipal se generan dos tipos de indicadores procedentes de distintas fuentes:

- a. Indicadores socioeconómicos a nivel municipal procedentes de encuestas de hogares y datos administrativos;
- b. Indicadores económicos y medioambientales a nivel municipal procedentes de imágenes satelitales.

3.2.1 Información socioeconómica procedente de encuestas de hogares y datos administrativos

Las encuestas de hogares y de población activa realizadas por los institutos de estadística constituyen una primera fuente natural de indicadores socioeconómicos (siempre que sean estadísticamente representativas a nivel subnacional o municipal). A partir de estas fuentes recopilamos datos sobre educación, empleo y características del hogar, entre otros. Para evaluar el impacto de los proyectos del BID en los sectores pertinentes y garantizar la comparabilidad socioeconómica entre las unidades geográficas objetivo y de control, se recopilaron otros indicadores sectoriales relevantes a nivel municipal a partir de fuentes oficiales. La densidad de población, las tasas de mortalidad materna, las tasas de fecundidad adolescente, la matriculación escolar, los indicadores de inseguridad como homicidios, robos y hurtos y la violencia doméstica son algunos de estos indicadores.

Cabe destacar que la metodología de HUELLA podría dar cabida a otros indicadores que permitan evaluar una amplia gama de operaciones, como la desnutrición crónica, la morbilidad materna e infantil, el desarrollo territorial, el empleo, la calidad de las viviendas, entre otros. Esta lista no es exhaustiva y las variables a utilizar variarán en función del país, la disponibilidad de información y la correspondencia con los proyectos que son objeto de estudio. Obsérvese que para construir las bases de datos hace falta armonizar los códigos municipales o de los cantones en todas las subbases de datos. En la base de datos definitiva cada municipio y cada cantón tiene su propio número administrativo único.⁷

Corresponde realizar una advertencia con respecto a la información estadística procedente de encuestas de hogares o similares. En algunos casos los datos de las encuestas son representativos

⁷ La armonización se realizó a partir de los límites administrativos proporcionados por: <https://data.humdata.org/>



tanto en subdivisiones más agregadas como a nivel nacional. Sin embargo, debido a su naturaleza y a sus objetivos, las encuestas de hogares anuales o trimestrales no suelen garantizar la representatividad a nivel subnacional.⁸ Esta limitación puede imponer importantes restricciones a nuestro análisis. Una opción para abordar el problema sería flexibilizar el requisito de representatividad y permitir la inclusión de municipios no contemplados en un principio en el dominio de estimación (autorrepresentados en la muestra). Por ejemplo, en el caso de México, se utiliza la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), que se realiza con frecuencia trimestral desde 2005 y constituye una fuente de datos de encuestas para México a partir de ese año. La ENOE garantiza la representatividad a nivel de población para 39 ciudades que abarcan 208 municipios. En estas evaluaciones utilizamos 158 de estos 208 municipios como el conjunto del que se extrajeron las unidades de tratamiento y de control, y se las complementó con datos de otros 185 municipios que cumplían con el criterio de contar con suficientes observaciones.⁹

En el caso de Costa Rica, los indicadores sobre seguridad se tomaron del Observatorio de la Violencia de Costa Rica. Estos indicadores están disponibles a partir de 2010 e incluyen datos sobre robos y hurtos de efectos personales, bienes inmuebles y vehículos, violencia doméstica, violencia contra la mujer, delitos sexuales (violación o intento de violación), infracciones de la ley de armas y explosivos e infracciones de la ley de psicotrópicos. Las tasas de criminalidad por cada 100,000 habitantes se calcularon a partir de los datos de población del Instituto Nacional de Estadística y Censos de Costa Rica. De esta última fuente tomamos también los datos sobre densidad de población.

La principal fuente de indicadores sociales, en el caso de Costa Rica, fue el Atlas de Desarrollo Humano Cantonal elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) en Costa Rica. El Atlas de Desarrollo Humano Cantonal contiene información sobre los años previstos de escolarización, el promedio de años de escolarización, la esperanza de vida al nacer, las tasas de mortalidad materna, las tasas de fecundidad adolescente y las tasas de participación en el mercado laboral.

3.2.2 Información procedente de imágenes satelitales: actividad económica a nivel municipal e indicadores medioambientales

Un aspecto integral de la evaluación de los proyectos del BID consiste en valorar su impacto en la actividad económica a nivel municipal. Ante la falta de datos sobre el PIB a este nivel de granularidad en la mayoría de los países,¹⁰ es necesario emplear procedimientos alternativos basados en datos sobre las luces nocturnas obtenidos por imágenes satelitales y en metodologías respaldadas por una bibliografía cada vez más abundante (Elvidge y otros, 1997; Doll y otros, 2000; Ebener y otros, 2005; Henderson y otros, 2012).

Las luces nocturnas son un indicador ampliamente reconocido de la actividad económica. Los datos sobre luces nocturnas empleados para este análisis provienen de dos fuentes distintas: el Programa de Satélites Meteorológicos de Defensa (DMSP) (1992-2012) y el *Visible Infrared Imaging Radiometer Suite* (VIIRS) (2013 en adelante). Las imágenes correspondientes al período

⁸ Por ejemplo, en El Salvador, la Encuesta de Hogares y Propósitos Múltiples (EHPM) garantiza la representatividad de la población total de 50 de los 262 municipios, mientras que la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) de México garantiza la representatividad de la población total de 39 ciudades. En la República Dominicana, la ENFT/ENCFT (Encuesta Continua) solo asegura la representatividad de la población en seis municipios, y la EHPM (Encuesta Permanente de Hogares y Propósitos Múltiples) en Honduras asegura la representatividad total de la población en un solo municipio.

⁹ Aplicamos criterios estrictos para determinar si un municipio tenía suficientes observaciones para ser incluido. En un principio se seleccionaron los 208 municipios de las 39 ciudades autorrepresentadas, que se redujeron a 158, al excluir a aquellos para los que no había datos correspondientes a 16 variables socioeconómicas en un año determinado. Al aplicar los mismos criterios a municipios que no se encontraban dentro de estas 39 ciudades se añadieron 185 municipios. Con un promedio anual de 1,089 observaciones por municipio, creemos que este número proporciona una caracterización socioeconómica bastante razonable de los municipios seleccionados.

¹⁰ En México, el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) elabora y publica cifras del PIB subnacional a nivel estatal y cuenta con datos desde 2003. En cambio, en Centroamérica, Costa Rica se destaca por ser el único país que produce y publica datos subnacionales del PIB, abarcando los niveles regional, provincial y cantonal. Sin embargo, el Banco Central de Costa Rica recién comenzó a publicar esta serie en 2019, lo que limita la disponibilidad de puntos de datos para incluirlos en nuestro análisis.

comprendido entre 2012 y 2019 son de mayor calidad gracias a los avances en la tecnología de los sensores.

A fin de garantizar la coherencia y la comparabilidad a lo largo del tiempo, utilizamos el conjunto de datos armonizado sobre luces nocturnas desarrollado por Li y otros (2020a y 2020b). Aplicamos técnicas de armonización a este conjunto de datos e integramos datos de DMSP y VIIRS para obtener una serie de datos sobre luces nocturnas congruentes en general desde 1992 hasta 2021. Como medida adicional de la actividad económica utilizamos las series de PIB real y de consumo de electricidad (kilovatios hora) construidas por Chen y otros (2022).¹¹ Para nuestro análisis agregamos estos datos a nivel municipal, con el fin de realizar evaluaciones precisas del impacto de los proyectos del BID. Luego utilizamos los resultados de esta estimación a nivel municipal para elaborar ponderaciones para cada municipio, de modo de lograr la distribución del PIB y del consumo de energía entre municipios para cada año. Esto garantiza que el PIB total y el consumo total de energía coincidan exactamente con las cifras del PIB constante en moneda local proporcionadas por la base de datos World Economic Outlook del FMI para cada año, y con el consumo de energía del país recogido por la Agencia Internacional de la Energía y los Indicadores de Desarrollo Mundial. En el caso de México, la distribución del PIB se calibra además para que coincida con los datos constantes del PIB a nivel estatal elaborados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Con el objetivo de captar los efectos no solo sobre la actividad económica en general, sino también sobre la economía en niveles per cápita, ajustamos estos indicadores por población a partir de los datos de las encuestas de hogares y censos.

También utilizamos el crecimiento de los asentamientos urbanos publicado por WorldPop.¹² Este indicador mide los cambios en la urbanización (píxeles de transición de una zona de asentamiento no construido a una zona de asentamiento construido) observados a un nivel muy granular, que proporcionan una perspectiva adicional para medir un aspecto diferente de la actividad económica.

El impacto ambiental se evaluó a través de imágenes satelitales de Google Earth, con énfasis en la vegetación y la contaminación. Los cambios en la vegetación se midieron mediante el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI, por su sigla en inglés), que se utiliza para estimar la densidad de la vegetación a partir de la reflectancia de la luz infrarroja cercana. Los valores más cercanos a 1 indican una vegetación más densa, mientras que los cercanos a 0 reflejan terrenos estériles o zonas urbanizadas y los cercanos a -1 indican la presencia de agua.¹³ Si bien el índice NDVI, al igual que el crecimiento de los asentamientos a nivel global, es un indicador indirecto de la urbanización, también proporciona información sobre la salud de la vegetación y la densidad del suelo. Esto permite evaluar los posibles impactos que los proyectos del BID podrían tener en las áreas verdes.

La calidad del aire se evaluó a través de mediciones diarias de la profundidad óptica del aerosol con una resolución de un kilómetro desde los satélites Terra y Aqua de la NASA.¹⁴ Estos datos contribuyen a la evaluación de las posibles repercusiones de los proyectos del BID sobre los niveles de contaminación, ofreciendo una visión más amplia de sus resultados medioambientales.

¹¹ Estos conjuntos de datos aprovechan los datos sobre luces nocturnas relevados por los satélites DMSP y VIIRS, procesados mediante técnicas avanzadas como el algoritmo de Optimización por enjambre de partículas con Retropropagación (PSO-BP). Esta estrategia garantiza la armonización de los datos procedentes de distintos sensores y resuelve desafíos como la saturación, las incoherencias y las discontinuidades temporales. A partir de la combinación de los datos sobre las luces nocturnas con las estadísticas nacionales, los investigadores aplicaron un método descendente para generar estimaciones del PIB y el consumo de electricidad en cuadrículas globales con una resolución de 1 km × 1 km. El resultado es un conjunto de datos que abarca el período 1992-2019 y ofrece un alto grado de detalle espacial y temporal.

¹² El uso de un marco de modelización del crecimiento de los asentamientos urbanos (como el desarrollado por Nieves y otros, 2020), datos subnacionales de población, variables medioambientales, técnicas de aprendizaje automático y curvas de crecimiento limitadas dinámicamente permite interpolar anualmente (para los años 2000 a 2014) y proyectar (para los años 2015 a 2020) el crecimiento de los asentamientos urbanos.

¹³ Sin embargo, en el caso de México y Costa Rica, el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada promedio obtenido para cada municipio y cantón es mayor a cero.

¹⁴ Al captar los niveles de dispersión o de absorción de la luz solar de los aerosoles presentes en la atmósfera, la AOD proporciona un valor aproximado de la exposición a los aerosoles y la calidad del aire, derivados de la actividad humana, a niveles muy granulares.

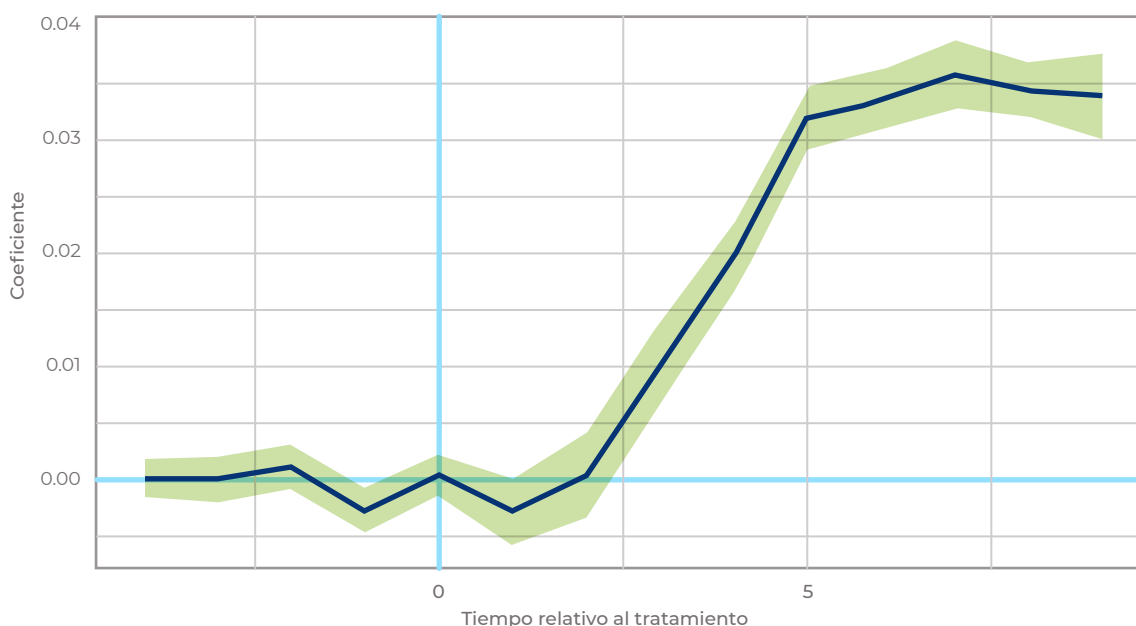


RESULTADOS: El caso de México

4. RESULTADOS: el caso de México

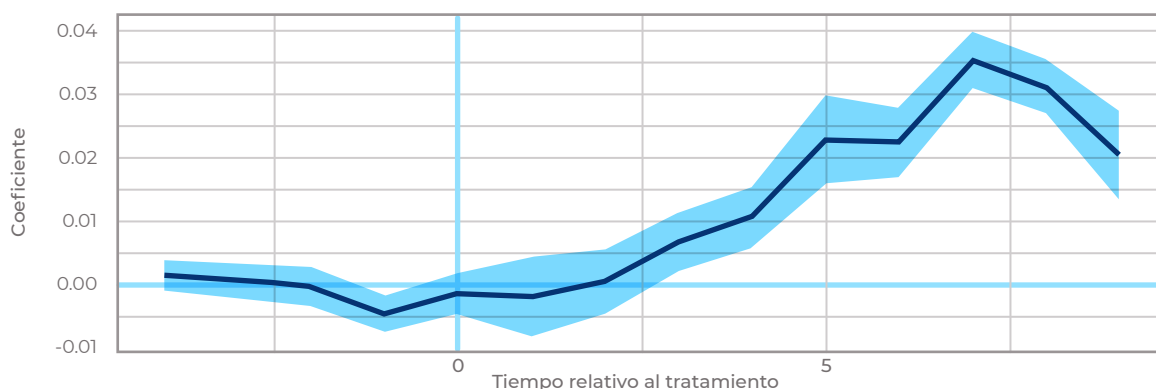
A continuación, presentamos la incidencia de las inversiones del BID sobre diferentes resultados a lo largo del tiempo. Las siguientes figuras ilustran la diferencia en el resultado de interés entre los municipios tratados y los municipios de control sintético correspondientes. En otras palabras, la brecha indica cuánto mayor (o menor) es la variable de resultado en comparación con la situación hipotética sin intervención del BID. El eje de las x de cada uno de ellos representa el tiempo, donde el 0 indica el momento en que se inicia el desembolso de los proyectos, los valores positivos corresponden a los años siguientes a la intervención y los negativos a los años anteriores a ésta. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. Así, la línea negra representa el impacto promedio estimado para cada año, mientras que la zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones). En la Figura 10 se muestran los efectos de la cartera del BID sobre el crecimiento económico. Según el gráfico, los proyectos del BID tienen un impacto considerable y positivo a los tres años del primer desembolso. En promedio, el PIB de los municipios tratados es un 2 % superior al de sus homólogos de control sintético.

FIGURA 10
Impacto de la cartera del BID en el PIB real



Fuente: cálculos de los autores.

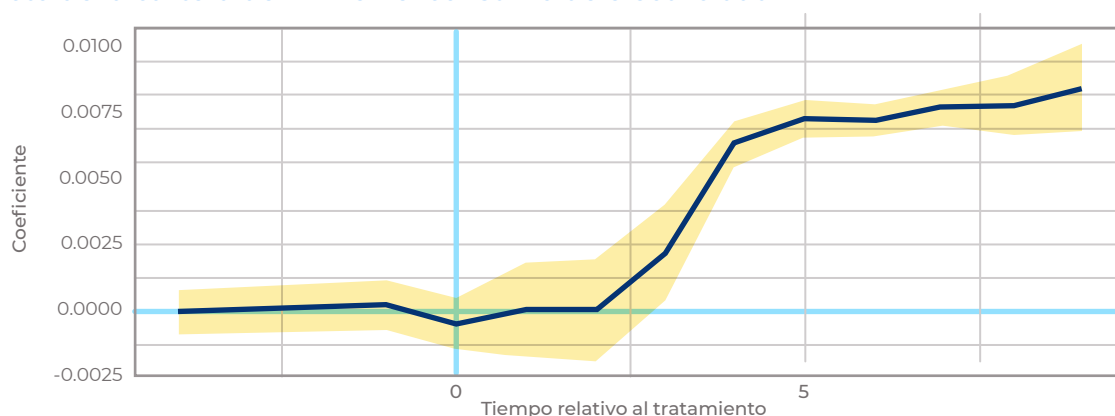
Notas: esta figura representa la diferencia porcentual promedio del PIB real entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

FIGURA 11**Impacto de la cartera del BID en el PIB real per cápita**

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: esta figura representa la diferencia porcentual promedio del PIB real per cápita entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

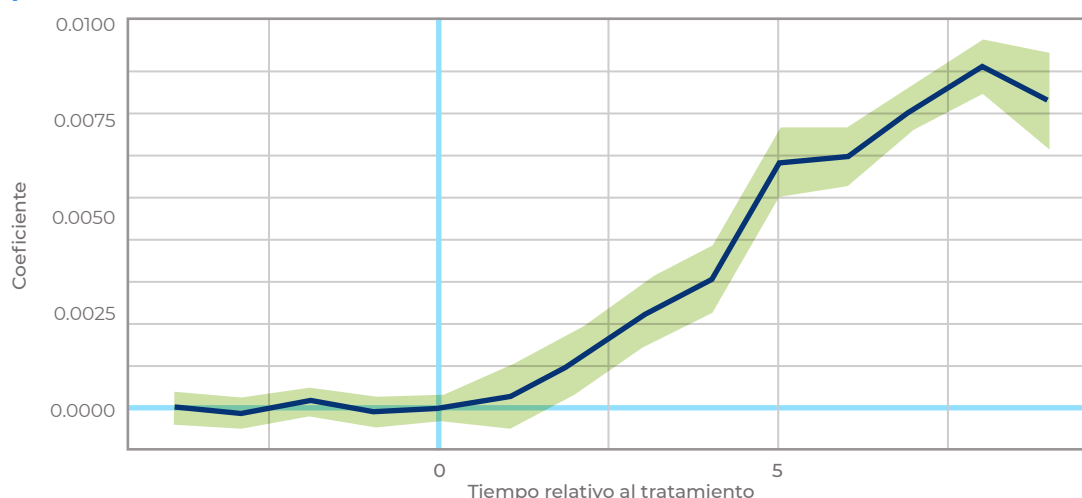
En la Figura 11 se puede observar cómo el PIB per cápita refleja las tendencias del PIB total. Antes de que los proyectos del BID empiecen a desembolsarse no se observan diferencias considerables entre los municipios tratados y sus homólogos sintéticos con respecto al PIB real per cápita. Sin embargo, una vez iniciada la ejecución, en los municipios beneficiarios de los proyectos del BID se registra un PIB real per cápita que es, en promedio, un 1.4 % superior a la producción per cápita de los municipios de control sintético (escenario hipotético sin intervención del BID), a partir del tercer año siguiente al primer desembolso.

FIGURA 12**Impacto de la cartera del BID en el consumo de electricidad**

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se representa la diferencia porcentual del consumo medio de electricidad (KWH) entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

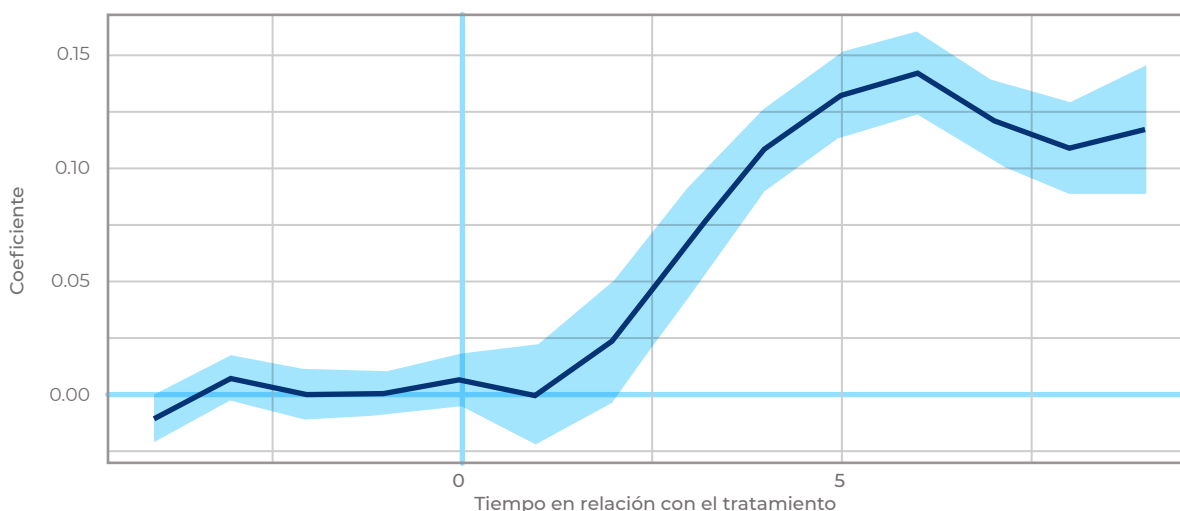
En la Figura 12 se muestran los efectos sobre el consumo de electricidad. La tendencia al alza tras la intervención pone de relieve la manera en la que mejora la actividad económica también cuando se mide por el consumo de electricidad, con efectos que se intensifican a medida que pasa el tiempo.

FIGURA 13**Impacto de la cartera del BID en el crecimiento de los asentamientos**

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se representa la diferencia promedio en puntos porcentuales entre la proporción promedio de superficie urbanizada en los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo tal intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

El crecimiento de los asentamientos aumenta un promedio de 0.5 puntos porcentuales más en los municipios en los que se han realizado intervenciones del BID, a partir del segundo año siguiente al desembolso (Figura 13). El aumento constante y acelerado del crecimiento de los asentamientos pone de relieve que los proyectos podrían favorecer a la expansión urbana, pero la magnitud de los efectos es pequeña en comparación con la actividad económica.

FIGURA 14**Impacto de la cartera del BID en la luminosidad producida por las luces nocturnas**

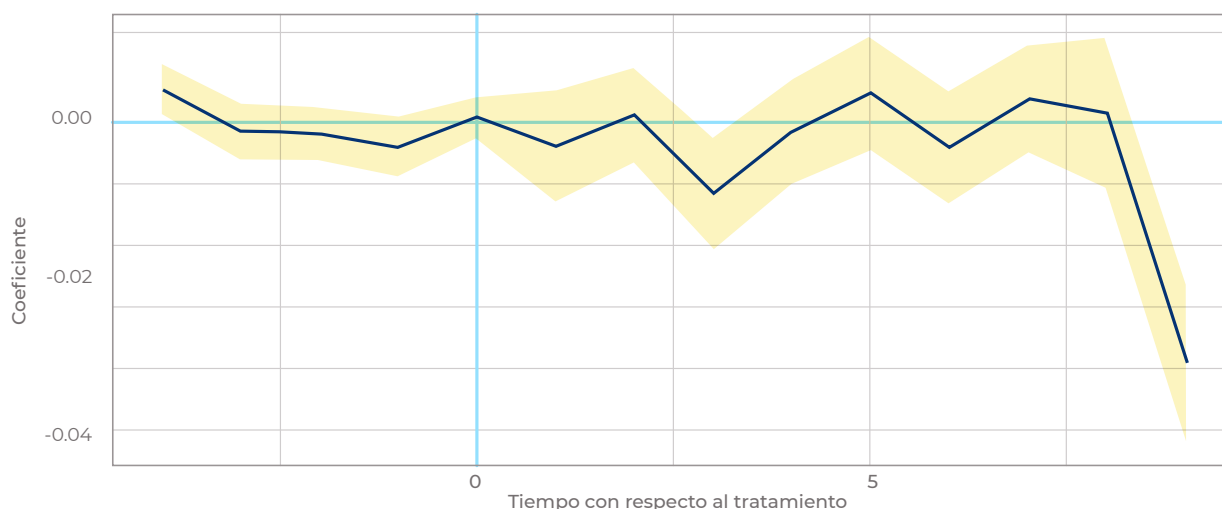
Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se representa la diferencia porcentual en la luminosidad promedio producida por las luces nocturnas entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo tal intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

La luminosidad media producida por las luces nocturnas es un 8 % mayor en los municipios que han recibido intervenciones del BID en comparación con el escenario hipotético en el que no hay intervenciones del BID (Figura 14). Según lo observado, el impacto sobre las luces nocturnas es mayor si se lo compara con el estimado para el PIB. Nuestra interpretación de estos resultados es que las luces nocturnas son un indicador muy sensible de las actividades económicas localizadas, como el desarrollo de infraestructura, la electrificación o la expansión urbana, que pueden no traducirse de forma proporcional al crecimiento del PIB. Al ser una medida agregada, el PIB podría no reflejar plenamente estas mejoras a nivel microeconómico. Sin embargo, el argumento es menos sólido si se comparan las luces nocturnas con el consumo de electricidad, ya que éste sigue de cerca al PIB. Atribuimos la diferencia del impacto entre el consumo de electricidad y las luces nocturnas a problemas de medición.

En general, los efectos positivos observados en los distintos indicadores obtenidos a través de satélites, que van desde mejoras de la infraestructura y el crecimiento urbano (reflejados en el crecimiento de los asentamientos y las luces nocturnas) hasta una actividad económica más amplia (medida a través de aproximaciones del PIB) y la utilización de los recursos (indicada por el consumo de electricidad), son pruebas fehacientes del impacto transformador de las operaciones del BID a nivel subnacional.

FIGURA 15
Impacto de la cartera del BID en la contaminación



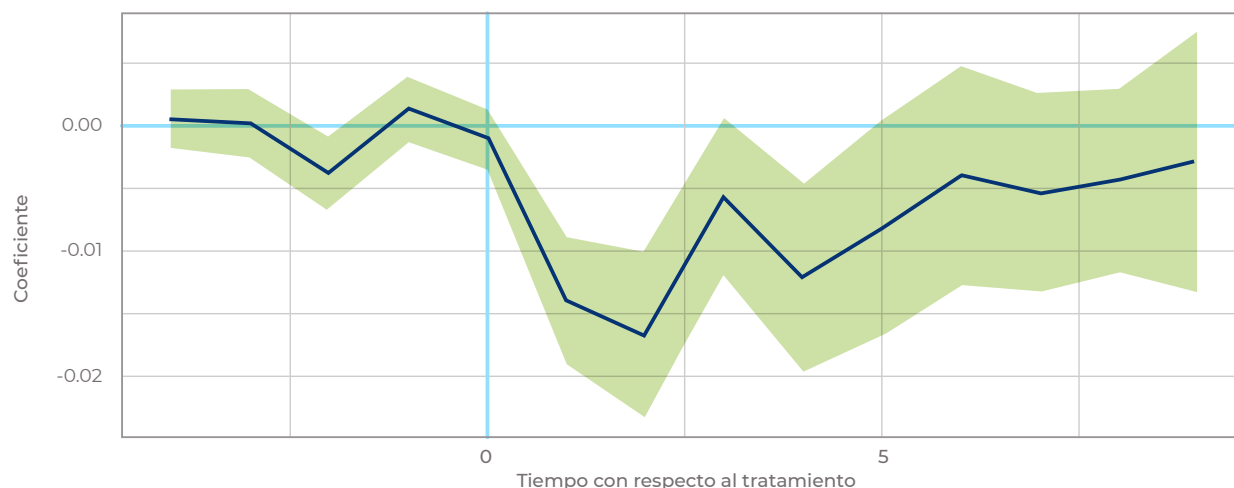
Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se presenta el promedio de la diferencia porcentual de contaminación (mediciones de la profundidad óptica de los aerosoles) entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo tal intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).



Los mayores niveles de actividad económica suelen estar asociados a un deterioro de los indicadores medioambientales. No obstante, al analizar el impacto de los proyectos sobre los niveles de contaminación, se observa que no hubo incremento en los niveles de contaminación tras el inicio de los desembolsos (Figura 16). El hecho de que los niveles de contaminación no aumentaran tras el inicio de los desembolsos de los proyectos permite concluir que las operaciones del BID pueden estimular la actividad económica sin afectar a la sostenibilidad medioambiental. Este resultado pone de manifiesto el potencial de los proyectos de desarrollo para lograr un equilibrio entre el progreso económico y la conservación del medio ambiente.

FIGURA 16
Impacto de la cartera del BID en la vegetación de diferencia normalizada



Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se presenta la diferencia porcentual del índice de vegetación de diferencia normalizada entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los municipios en los que el BID aplicó una intervención y los municipios donde no hubo tal intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

Sin embargo, el NDVI es, en promedio, un 1 % menor en los municipios donde se ejecutan proyectos del BID (Figura 17). El descenso gradual del NDVI, con una caída pronunciada en los períodos iniciales, muestra una degradación de la salud o de la cobertura de la vegetación, que podría reflejar la conversión de espacios verdes en zonas edificadas, como viviendas, fábricas e infraestructuras, en consonancia con la expansión urbana típicamente asociada al aumento de la actividad económica. Aunque los efectos sobre el crecimiento económico son positivos, parecen producirse a costa de una reducción de la cubierta vegetal, aunque pequeña, que podría afectar a los ecosistemas locales y a la biodiversidad. Se anima a las autoridades a equilibrar el crecimiento económico con la sostenibilidad medioambiental, posiblemente mediante esfuerzos de reforestación, infraestructuras verdes, proyectos de ecologización urbana o estrictas leyes de zonificación para proteger los hábitats naturales.

En general, la cartera del BID parece haber contribuido a mejorar el crecimiento económico para todos los indicadores y ha posicionado a los municipios beneficiados como zonas más prósperas y dinámicas. Este crecimiento podría resultar atractivo para empresas, trabajadores e inversiones, creando un círculo virtuoso de desarrollo. Estos beneficios no se produjeron a costa de mayores niveles de contaminación. Sin embargo, pueden conllevar otros desafíos, como se refleja en la disminución de la vegetación. Al abordar estos desafíos mediante una planificación estratégica y prácticas sostenibles, los municipios pueden maximizar el impacto positivo a largo plazo de los proyectos del BID, a la vez que se reducen al mínimo los posibles inconvenientes.



RESULTADOS: el caso de Costa Rica

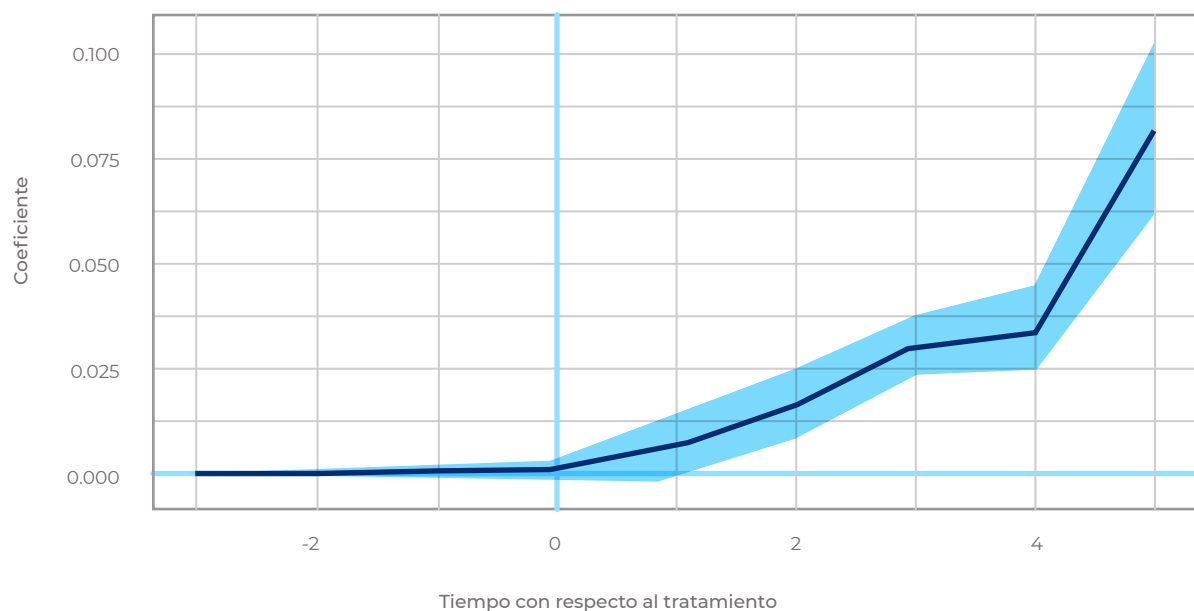
5. RESULTADOS: el caso de Costa Rica

En Costa Rica evaluamos las carteras del BID en los sectores de Transporte y Seguridad.

5.1 Impacto de la cartera de transporte en el crecimiento económico

Los cantones beneficiarios de los proyectos de infraestructura de transporte del BID experimentaron un crecimiento económico superior al promedio en comparación con los cantones que no recibieron apoyo. En la Figura 17 se muestran los resultados del efecto anual de la cartera de transporte sobre el crecimiento económico.

FIGURA 17
Impacto de la cartera del BID en el PIB real



Fuente: cálculos de los autores.

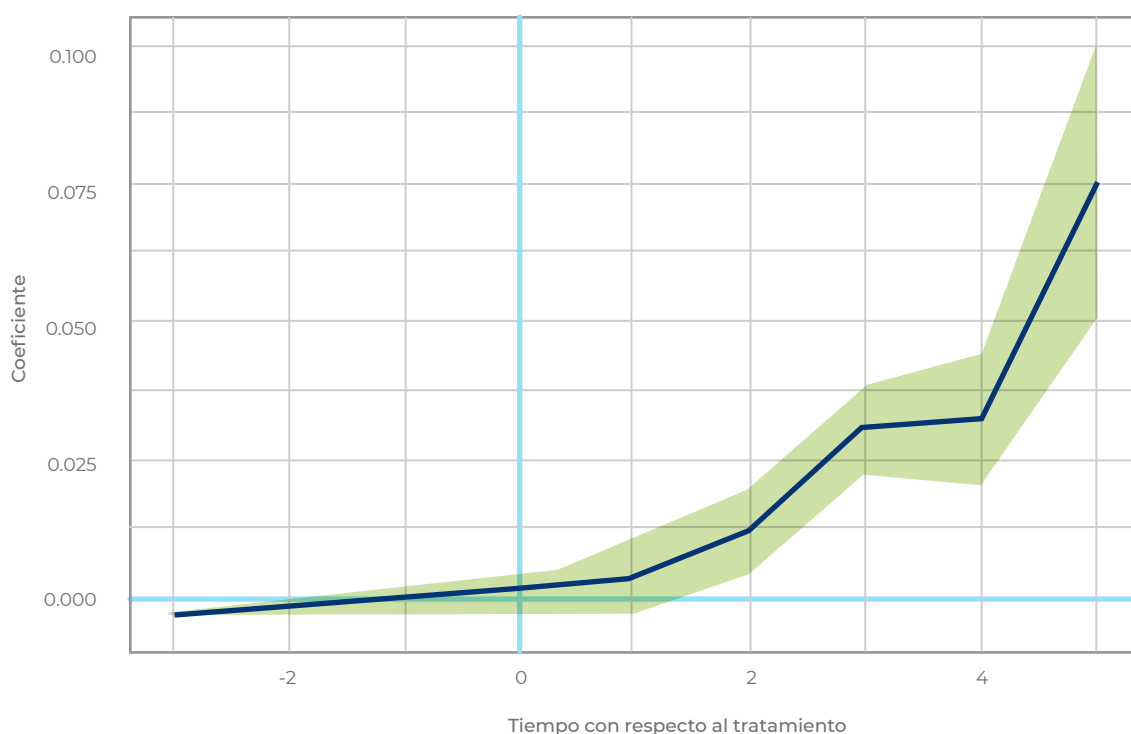
Notas: En esta figura se representa la diferencia porcentual promedio del PIB real entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los cantones en los que el BID aplicó una intervención y los cantones donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

Los cantones que se benefician de los proyectos de transporte registran un PIB real anual medio superior en un 1.7 % al de sus homólogos. Este efecto positivo refleja la eficiencia de los proyectos de infraestructura del BID para fomentar un entorno económico más dinámico. Al igual que en el caso de México, el impacto positivo sobre el PIB real aumenta con el tiempo y resalta los beneficios económicos sostenidos que generan estos proyectos de transporte.

Además, los cantones beneficiarios de los proyectos de transporte del BID experimentaron mayores incrementos promedio en diversos indicadores en comparación con aquellos que no recibieron dichos beneficios. Entre ellos figuran el PIB real per cápita (1.4 % más), el consumo de electricidad (2 % más), el consumo de electricidad per cápita (1.6 % más) y las luces nocturnas (7.9 % más). Estos efectos positivos también tienden a aumentar con el tiempo (Figuras 17 a 21). En conjunto, los efectos positivos de todos los indicadores refuerzan la coherencia de los resultados de la evaluación.

FIGURA 18

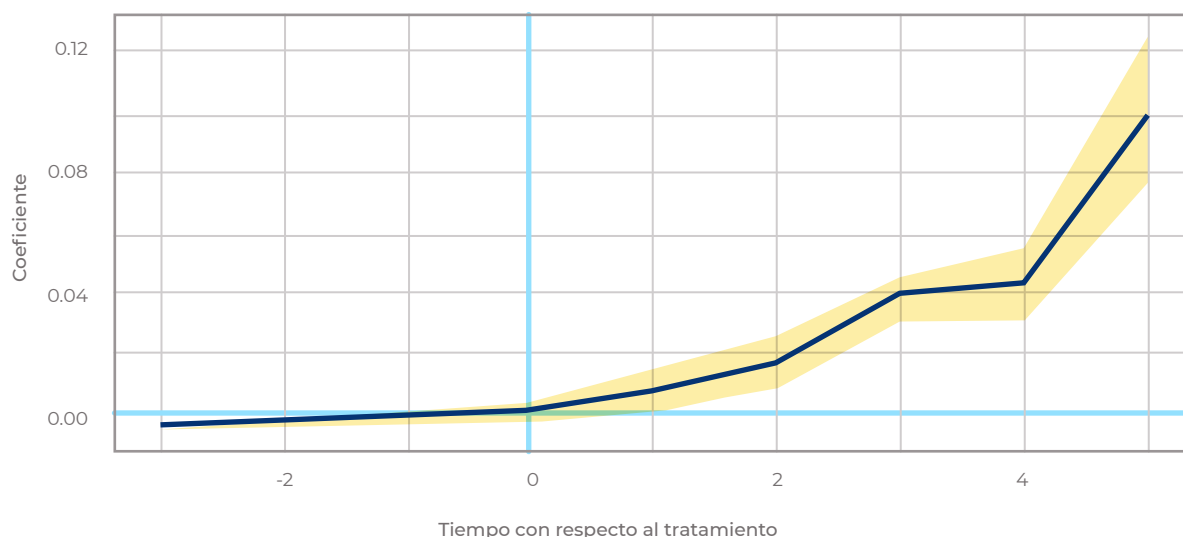
Impacto de la cartera del BID en el PIB real per cápita



Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se representa la diferencia porcentual promedio per cápita del PIB real entre los municipios tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los cantones en los que el BID aplicó una intervención y los cantones donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

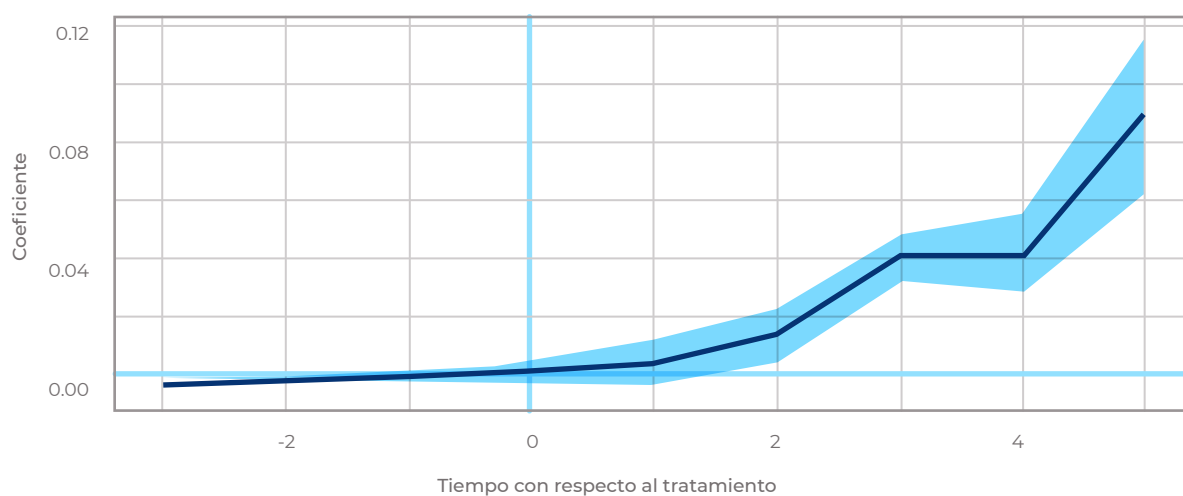
FIGURA 19
Impacto de la cartera del BID en el consumo de electricidad



Fuente: cálculos de los autores.

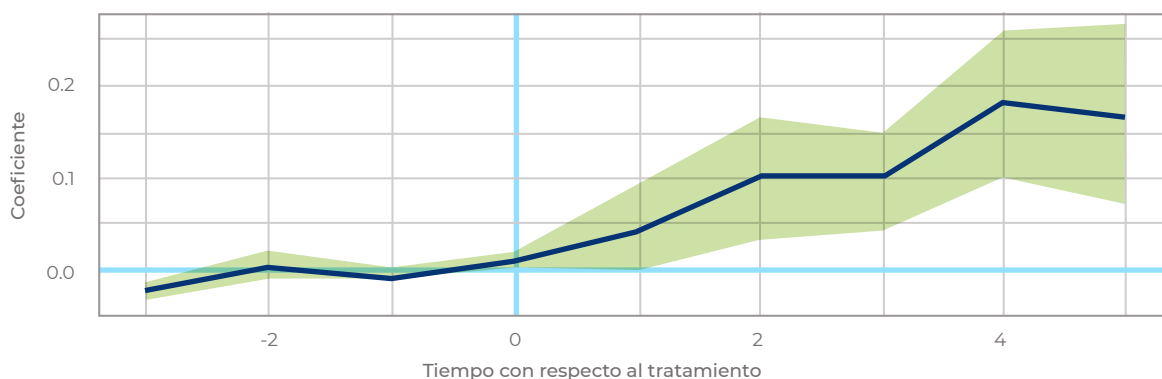
Notas: En esta figura se representa la diferencia porcentual del consumo medio de electricidad (KWH) entre los cantones tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los cantones en los que el BID aplicó una intervención y los cantones donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

FIGURA 20
Impacto de la cartera del BID en el consumo de electricidad per cápita



Fuente: cálculos de los autores.

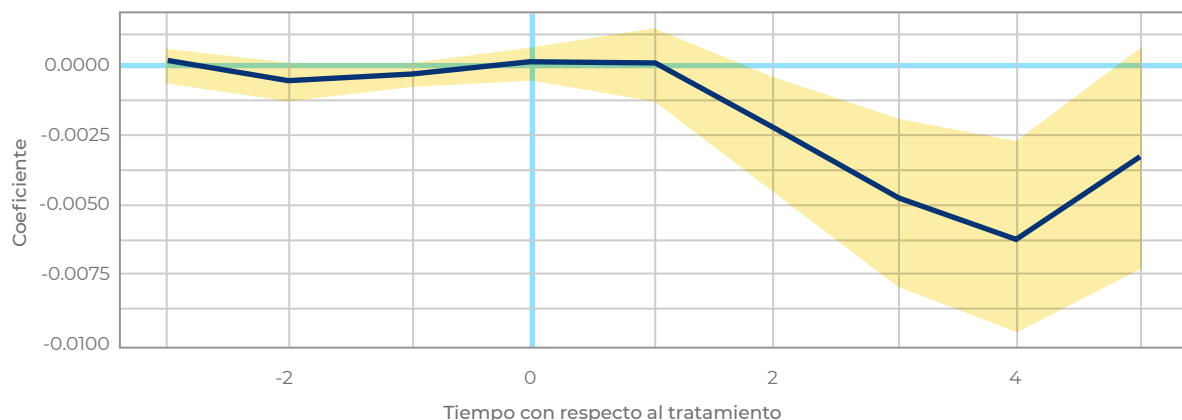
Notas: En esta figura se muestra la diferencia porcentual del consumo promedio de electricidad (KWH) entre los cantones tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los cantones en los que el BID aplicó una intervención y los cantones donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

FIGURA 21**Impacto de la cartera del BID en la luminosidad producida por las luces nocturnas**

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se representa la diferencia porcentual de luminosidad promedio producida por las luces nocturnas entre los cantones tratados (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los cantones en los que el BID aplicó una intervención y los cantones donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

En cuanto a los asentamientos de población, cabría esperar un crecimiento debido al aumento de la actividad económica en los cantones que se beneficiaron de las inversiones en transporte, en comparación con el grupo de control. Sin embargo, el crecimiento de los asentamientos es 0.18 puntos porcentuales menor en los cantones que se beneficiaron de los proyectos de transporte en comparación con los cantones de control sintético (Figura 22). Esto indica que, en los cantones tratados, se redujo la presencia de asentamientos de población en comparación con el escenario hipotético en el que no hubo intervención del BID. De hecho, al analizar la tendencia de los grupos de tratamiento y de control en el período siguiente al tratamiento, se observó que la proporción de asentamientos de población disminuyó en ambos grupos, aunque la reducción fue más pronunciada en el grupo de tratamiento.

FIGURA 22**Impacto de la cartera del BID en el crecimiento de los asentamientos**

Fuente: cálculos de los autores.

Notas: En esta figura se representa la diferencia promedio en puntos porcentuales entre la proporción media de superficie urbanizada en los cantones de tratamiento (con intervención del BID) y los de control sintético (sin intervención del BID). El eje de las x representa el calendario, donde el 0 indica el momento en que comienza el desembolso de los proyectos. El eje de las y indica el coeficiente de impacto estimado. La línea negra representa la diferencia de impacto entre los cantones en los que el BID aplicó una intervención y los cantones donde no hubo intervención. La zona sombreada representa los intervalos de confianza (incertidumbre en torno a las estimaciones).

No identificamos un impacto importante en los niveles de contaminación atmosférica, lo que indica que, en promedio, los proyectos no perjudicaron la calidad del aire. Sin embargo, los cantones en los que se realizaron inversiones en transporte superiores a la mediana cantonal en relación con el PIB experimentaron niveles de contaminación atmosférica un 1.8 % inferiores en comparación con el grupo de control sintético.

Por el contrario, el índice de vegetación es, en promedio, un 1 % menor en los cantones tratados. De un análisis más detallado se desprende que esta reducción solo se produjo en cantones con inversiones en transporte en relación con el PIB iguales o inferiores a la mediana cantonal, donde el NDVI es un 1.8 % menor que en los cantones de control sintético. Esta disminución de la vegetación era previsible, dada la concentración de los proyectos de transporte en el desarrollo de infraestructuras viales. Aunque estos efectos negativos sobre la vegetación son evidentes, deben verse como parte de los costos sociales asociados a este tipo de infraestructuras.

5.2 Inversiones en seguridad y su impacto

Las inversiones en seguridad que reciben apoyo del BID han tenido efectos considerables en los índices de violencia doméstica, delitos sexuales, robo de vehículos e incumplimiento de las leyes de psicotrópicos. Los impactos se correlacionan con los niveles de inversión, lo que demuestra que la intensidad de la intervención desempeña un papel clave en la eficiencia de las inversiones del BID en materia de seguridad ciudadana. Sin embargo, no se observaron efectos de importancia en otros indicadores de seguridad.

En los cantones que recibieron inversiones en seguridad superiores a la mediana¹⁵ se observaron importantes reducciones en los índices de violencia doméstica y delitos sexuales (violación o intento de violación). En términos anuales, la violencia doméstica disminuyó en un promedio de 129 delitos por cada 100,000 habitantes, mientras que las tasas de delitos sexuales descendieron en un promedio de ocho por cada 100,000 habitantes en comparación con los cantones de control. De estos resultados se desprende que una mayor inversión del BID en seguridad está asociada a la reducción de la violencia interpersonal.

En aquellos cantones donde la inversión en seguridad es inferior a la mediana en relación con su economía,¹⁶ los robos de vehículos disminuyeron en un promedio de 37 por cada 100,000 habitantes en comparación con los cantones de control. De este resultado surge que una menor inversión relativa podría haber actuado como elemento disuasorio para los robos de vehículos, a diferencia de una mayor inversión relativa. Sin embargo, en el análisis no se confirmó esta relación contraintuitiva, por lo que se requiere un análisis más profundo tendiente a descubrir los factores que subyacen a esta relación inversa.

En los cantones con inversiones superiores a la media (en términos absolutos), se produjo un aumento medio anual de 480 incumplimientos de la ley de psicotrópicos por cada 100,000 habitantes en comparación con los cantones de control. Este aumento puede atribuirse a la mejora de las capacidades de vigilancia y patrullaje policial que han permitido las inversiones del BID. Es probable que el reforzamiento de las operaciones policiales haya dado lugar a una mayor detección de delitos que, de otro modo, podrían haber pasado inadvertidos. No obstante, esta hipótesis requiere mayor validación.

A partir de los hallazgos se observa el doble impacto de las inversiones en seguridad, que:

- pueden contribuir a reducir la violencia y determinados delitos.
- además de mejorar la capacidad de las fuerzas de seguridad. Esto se traduce en una mayor detección e información acerca de determinadas infracciones, como las relacionadas con sustancias psicotrópicas.

¹⁵ La inversión mediana absoluta en seguridad para los cantones incluidos en las estimaciones es de 2.757,9 millones de colones costarricenses.

¹⁶ La mediana de la inversión relativa en seguridad en los cantones incluidos en las estimaciones es del 0,88 %.

Estos resultados subrayan la importancia de enfoques matizados y específicos al contexto al diseñar y evaluar intervenciones de seguridad, garantizando tanto la reducción del crimen como la aplicación efectiva de la ley.

En general, los proyectos del BID han tenido un efecto positivo en el bienestar de la población de Costa Rica a través del crecimiento económico y la reducción de la actividad delictiva. Si bien los efectos inmediatos en el crecimiento económico pueden ser modestos, su impacto aumenta con el tiempo, sobre todo en los cantones que recibieron mayores inversiones, tanto en términos absolutos como en relación con el tamaño de sus economías. De esta constatación surge la importancia de planificar las inversiones con una perspectiva a largo plazo para ampliar el crecimiento económico conforme pasa el tiempo. Por otra parte, los efectos sobre el crecimiento son coherentes en varios indicadores de la actividad económica, lo que respalda la solidez de los resultados.

Además, la reducción de los asentamientos de población como resultado de las inversiones en infraestructura de transporte es marginal. Con respecto al medio ambiente, no se observaron efectos negativos sobre la contaminación atmosférica. No obstante, se observaron efectos negativos sobre la vegetación que comprueban la importancia de los esfuerzos de reforestación. En cuanto a la seguridad, las inversiones del BID contribuyeron a reducir la actividad delictiva, en particular con respecto a los índices de violencia doméstica, violación (o intento de violación) y robo de vehículos. Hallamos que cuanto mayores son las inversiones en seguridad más disminuyen algunos delitos de violencia interpersonal (violencia doméstica y delitos sexuales). Sin embargo, el impacto de estas inversiones no siempre muestra una relación directa entre el aumento de recursos y la reducción de la violencia. En algunos casos, niveles de inversión relativamente menores han dado lugar a una importante disminución de la incidencia de determinados delitos (tasas de robo de vehículos), mientras que inversiones mayores pueden llevar al aumento del número de denuncias debido a la mejora de la capacidad policial para detectar y registrar actividades delictivas (tasas de infracción de la ley de psicotrópicos). Esto indica que la eficiencia de las inversiones en seguridad depende del tipo de delito y de las características socioeconómicas de cada cantón, lo que pone de relieve la necesidad de contar con enfoques diferenciados y planes de inversión detallados.





Limitaciones Y PRÓXIMOS PASOS

6. LIMITACIONES Y PRÓXIMOS PASOS

En esta sección se exponen las principales limitaciones halladas durante el análisis, con especial énfasis en los desafíos que plantean la disponibilidad de datos y las limitaciones metodológicas.

En los países más pequeños la disponibilidad de datos suele plantear un desafío importante para la realización de análisis sólidos. En concreto, la falta de datos exhaustivos dificulta la creación de grupos de control adecuados que permitan realizar comparaciones más precisas. Asimismo, en los países más pequeños, el número de municipios puede ser limitado, lo que hace más difícil contar con un número suficiente de municipios para conformar el grupo de control adecuado. Esta limitación puede afectar a la validez de los resultados dado que reduce la capacidad de aislar las relaciones causales. Estamos explorando una forma de avanzar que consiste en realizar el análisis a través del enfoque de diferencias en diferencias, desglosado a nivel de kilómetro cuadrado. Este método nos permite no depender de un número limitado de municipios disponibles para formar el grupo de control y no requiere tantas variables de control para construir el grupo de control adecuado.

Las encuestas de hogares, que son una fuente de datos primaria para muchos análisis, no siempre proporcionan datos representativos a nivel municipal. Esta falta de granularidad requiere la toma de ciertas decisiones metodológicas para garantizar que los datos se puedan seguir utilizando de forma eficiente. Estos ajustes, aunque necesarios, pueden introducir sesgos o limitar el alcance del análisis. Sin embargo, este problema se puede solucionar a través del uso de fuentes de datos alternativas, como las imágenes satelitales, ya que proporcionan datos coherentes y granulares que pueden complementar o sustituir la información de las encuestas de hogares.

En Costa Rica, casi todos los municipios fueron tratados después de 2015 (para obras de transporte), lo que supuso un desafío único para el análisis. Este tratamiento universal hizo imposible evaluar los efectos de las intervenciones a partir de ese año; puesto que todos los municipios recibieron tratamiento, se eliminó la posibilidad de contar con un grupo de control. Por consiguiente, los hallazgos correspondientes a períodos posteriores solo pueden extrapolarse en función de los efectos positivos hallados en períodos anteriores, pero no pudieron evaluarse.

Además, la cartera del BID en Costa Rica comprendía inversiones en energía, educación, turismo, agua y saneamiento y desarrollo de las PYME, cuyos efectos no pudieron evaluarse por limitaciones de datos. La cartera de energía, dedicada a la ampliación o la reconstrucción de subestaciones y centrales hidroeléctricas, no se pudo evaluar porque las mejoras en la disponibilidad de electricidad beneficiaron a toda la red nacional y no solo a los cantones donde se ejecutaron los proyectos, lo

que eliminó la posibilidad de crear un grupo de control. La cartera de educación, centrada en la construcción de escuelas secundarias, no se evaluó porque los indicadores educativos disponibles eran estimaciones basadas en regresiones elaboradas a partir de los datos del censo de 2011, lo que limitaba su capacidad para captar el impacto directo de los proyectos del BID. Las carteras de turismo y agua y saneamiento no se evaluaron debido a la falta de indicadores cantonales específicos para medir su impacto. Por último, las dificultades para identificar la ubicación de las empresas beneficiarias de la cartera de desarrollo de PYME, compuesta de préstamos sin garantía soberana, no permitieron determinar su impacto exacto. Así pues, se estableció que las únicas evaluaciones viables eran las correspondientes a las carteras de transporte y seguridad. Sería fundamental disponer de datos adicionales para evaluar la cartera de inversiones en los demás sectores.

Hubo también dificultades para realizar el ejercicio de geolocalización, como la migración incompleta de documentos entre los sistemas del Banco y la falta de información geográfica completa registrada en los documentos del proyecto. De cara al futuro, para replicar el ejercicio en otros países se pueden evaluar alternativas como el uso de algoritmos de aprendizaje automático capaces de hacer una inmersión profunda en los sistemas del Banco actuales y pasados. Esta información se podría complementar y validar a través de entrevistas a los equipos o miembros del proyecto, aunque esto podría no ser factible a mayor escala. Se podría aprovechar otras iniciativas o fuentes de información del Banco, como los datos de los documentos de adquisiciones y de la plataforma CAPTUDATA.

En general, los resultados de esta evaluación reflejan el impacto positivo de las inversiones del BID y las posibilidades que ofrecen los datos geográficos para analizar los efectos de estas inversiones. Sin embargo, existe la posibilidad de explorar nuevas oportunidades al ampliar la disponibilidad de indicadores a más sectores, analizar series temporales más extensas y acceder a datos geográficos más detallados. Estos avances permitirían una comprensión más profunda del impacto de la cartera del BID y de otras inversiones públicas y privadas en el desarrollo del país.





7. CONSIDERACIONES FINALES

En este informe se presenta HUELLA, una nueva forma de medir el impacto a través de conjuntos de datos innovadores y de vanguardia. HUELLA se centra en el impacto que tienen los proyectos del BID en los lugares donde se ejecutan y mide los cambios a un nivel geográfico muy granular.

HUELLA responde a la necesidad de poner en primer plano el concepto de impacto, sin perder de vista que constituye el núcleo de la misión del Grupo BID, como se refleja en la aprobación de la Estrategia Impact+ en 2024, cuyo objetivo es aumentar tanto el impacto como la escala de los resultados de nuestras intervenciones. Diseñada para complementar las herramientas de evaluación existentes, HUELLA refuerza la capacidad del Banco para medir el impacto al tiempo que promueve la transparencia y la rendición de cuentas. Amplía la comprensión del legado del trabajo del BID en la región, al permitir la evaluación del impacto a largo plazo de toda la cartera a nivel subnacional.

A través de las aplicaciones piloto en México y Costa Rica se han obtenido resultados alentadores que revelan repercusiones positivas en el crecimiento económico, la expansión urbana, el desarrollo de infraestructuras y la reducción de la delincuencia. Estos resultados ponen de relieve el valor de HUELLA para captar diversas dimensiones del desarrollo.

La eficiencia de HUELLA en cuanto a costos y tiempo en comparación con los métodos de evaluación tradicionales, además de su adaptabilidad a entornos con datos limitados, la sitúan como una herramienta transformadora para los países de la región. Tiene un enorme potencial de cara al futuro y ofrece oportunidades para integrar nuevas metodologías, tecnologías y fuentes de datos, que mejorarán aún más su alcance y precisión.

Esperamos que este informe inspire a equipos operativos, gobiernos, socios y otras partes interesadas, tanto dentro como fuera del BID, a colaborar, compartir datos y contribuir al perfeccionamiento de la metodología HUELLA. El trabajo conjunto será fundamental para liberar todo el potencial de HUELLA y mejorar la evaluación de las carteras de desarrollo. En conclusión, esto es solo el comienzo y aún queda mucho margen para mejorar el proceso de evaluación del impacto.

Referencias bibliográficas

- Abadie, A., & Gardeazabal, J. (2003). The economic costs of conflict: A case study of the Basque Country. *American economic review*, 93(1), 113-132.
- Abadie, A. (2021). Using synthetic controls: Feasibility, data requirements, and methodological aspects. *Journal of economic literature*, 59(2), 391-425.
- Callaway, B., & Sant'Anna, P. H. (2021). Difference-in-differences with multiple time periods. *Journal of econometrics*, 225(2), 200-230.
- Chen, J., Gao, M., Cheng, S., Hou, W., Song, M., Liu, X., & Liu, Y. (2022). Global 1 km× 1 km gridded revised real gross domestic product and electricity consumption during 1992–2019 based on calibrated nighttime light data. *Scientific Data*, 9(1), 202.
- Doll, C. N. H., Muller, J.-P., & Morley, J. G. (2006). Mapping regional economic activity from night-time light satellite imagery. *Ecological Economics*, 57(1), 75–92. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.007>
- Ebener, S., Murray, C., Tandon, A., & Elvidge, C. C. (2005). From wealth to health: modelling the distribution of income per capita at the sub-national level using night-time light imagery. *international Journal of health geographics*, 4, 1-17.
- Elvidge, C. D., Baugh, K. E., Kihn, E. A., Kroehl, H. W., & Davis, E. R. (1997). Mapping city lights with nighttime data from the DMSP Operational Linescan System. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 63(6), 727-734.
- Henderson, J. V., Storeygard, A., & Weil, D. N. (2012). Measuring economic growth from outer space. *American economic review*, 102(2), 994-1028.
- Li, X., Zhou, Y., Zhao, M., & Zhao, X. (2020). A harmonized global nighttime light dataset 1992–2018. *Scientific data*, 7(1), 168.
- Li, X., Zhou, Y., Zhao, M., & Zhao, X. (2020). Harmonization of DMSP and VIIRS nighttime light data from 1992–2020 at the global scale [Dataset]. *Figshare*. <https://doi.org/10.6084/m9.figshare.9828827.v5>
- Luo, S., Wang, C., Xi, X., Pan, F., Qian, M., Peng, D., ... & Lin, Y. (2017). Retrieving aboveground biomass of wetland *Phragmites australis* (common reed) using a combination of airborne discrete-return LiDAR and hyperspectral data. *International journal of applied earth observation and geoinformation*, 58, 107-117.
- Nieves, J. J., Sorichetta, A., Linard, C., Bondarenko, M., Steele, J. E., Stevens, F. R., Gaughan A.E., Carioli A., Clarke D.J., Esch T., Tatem A.J. & Tatem, A. J. (2020). Annually modelling built-settlements between remotely-sensed observations using relative changes in subnational populations and lights at night. *Computers, Environment and Urban Systems*, 80, 101444.
- Sant'Anna, P. H., & Zhao, J. (2020). Doubly robust difference-in-differences estimators. *Journal of econometrics*, 219(1), 101-122.
- WorldPop (www.worldpop.org - School of Geography and Environmental Science, University of Southampton; Department of Geography and Geosciences, University of Louisville; Departement de Géographie, Université de Namur) and Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University (2018). Global High Resolution Population Denominators Project - Funded by The Bill and Melinda Gates Foundation (OPP1134076). <https://dx.doi.org/10.5258/SOTON/WP00649>
- Xu, Y. (2017). Generalized synthetic control method: Causal inference with interactive fixed effects models. *Political Analysis*, 25(1), 57-76.

ANEXO I. METODOLOGÍA

Para abordar los problemas de atribución y desarrollar la metodología HUELLA, adoptamos dos diseños cuasiexperimentales, el de diferencias en diferencias y el de los métodos de control sintético. Estos métodos conllevan sus propias limitaciones e hipótesis, que deben manejarse con cuidado para garantizar la validez y la fiabilidad de los resultados.

El método de diferencias en diferencias tradicional se apoya en la hipótesis de que el grupo unidades de tratamiento y el grupo de control habrían seguido tendencias paralelas, lo que puede no ser cierto si no existe dicho grupo de control. En la medida de lo posible optamos por la técnica de control sintético por considerarla la más adecuada para nuestros objetivos; Abadie y Gardeazabal (2003) se basan en la construcción de una unidad de control sintético para realizar la inferencia causal. El control sintético se formula a través de la asignación de pesos w a las unidades de control que más se parecen a la unidad de tratamiento. En concreto, se determinan las ponderaciones para construir un control sintético que refleja con exactitud las características de la unidad de tratamiento antes de la intervención, lo que permite realizar una comparación fiable para evaluar el efecto del tratamiento. Luego, el resultado de interés en el grupo de control sintético ofrece una estimación del de control, que representa aquello que se hubiera observado en la unidad afectada sin tratamiento, es decir, lo que hubiera sucedido en municipio si no hubiera recibido apoyo financiero de un proyecto del BID. Formalmente y según lo propuesto por Abadie (2021), para la unidad $j = 1$ tratada en el momento t el período siguiente a la intervención se define como $t > T_0$ y luego el efecto del tratamiento en la unidad j after T_0 se define como:

$$\tau_{1t} = Y_{1t}^I - Y_{1t}^N \quad (1)$$

donde Y_{1t}^N es el resultado de la unidad de tratamiento que se hubiera observado en ausencia de tratamiento.

Formalmente, los estimadores de control sintético de Y_{1t}^N y τ_{1t} se pueden expresar como:

$$\hat{Y}_{1t}^N = \sum_{j=2}^{J+1} w_j Y_{jt} \quad (2)$$

$$\hat{\tau}_{1t} = Y_{1t} - \hat{Y}_{1t}^N \quad (3)$$

El método de control sintético solo se aplica en el caso de una unidad de tratamiento. Xu (2017) reconoce este desafío y propone el Método de Control Sintético Generalizado (GSCM). Este método permite ampliar la aplicación del método de control sintético a la evaluación de múltiples unidades de tratamiento y períodos de tratamiento variables, como es el caso de nuestro entorno, en el que múltiples municipios se han beneficiado de proyectos del BID. Al igual que el método de control sintético, está diseñado específicamente para situaciones en las que es poco probable que se cumpla la hipótesis de tendencias paralelas. Sin embargo, como no se descartan observaciones del grupo de control, se utiliza más información y, por tanto, resulta más eficaz que el método de emparejamiento sintético cuando el modelo está correctamente especificado. Con hipótesis razonables, un procedimiento bootstrap paramétrico basado en datos simulados proporciona una inferencia válida.

Para la evaluación de la cartera de México y para la cartera de transporte en Costa Rica empleamos.

$$Y_{it} = \delta_{it} D_{it} + X'_{it} \beta + \lambda' f_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Donde:

Y_{it} : Variable independiente o indicador socioeconómico

D_{it} : Indicador de tratamiento (indica si el cantón fue tratado o no en un año determinado)

δ_{it} : Efectos heterogéneos del tratamiento

X'_{it} : Vector de covariables observables

β : Vector de parámetros desconocidos

λ'_i : Vector de factores de ponderación desconocidos

f_t : Vector de factores comunes no observables

ε_{it} : Choques idiosincrásicos no observables

Una vez obtenidas las estimaciones de la forma funcional, se utiliza el método de control sintético generalizado para calcular el efecto anual correspondiente a cada período posterior al tratamiento. Para ello, se mide la diferencia entre el grupo de control y el grupo de tratamiento en cada período. A partir de los efectos anuales de cada período, el método calcula entonces el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados (ATT) para todo el período posterior a la intervención. En otras palabras, el efecto promedio de todos los proyectos.

El efecto promedio del tratamiento sobre los tratados en el método de control sintético generalizado se expresa del siguiente modo

$$ATT_{t,t>T_0} = \frac{1}{J} \sum_{i \in \mathcal{T}} [Y_{jt}^I - Y_{jt}^N] = \frac{1}{J} \sum_{i \in \mathcal{T}} \delta_{it} \quad (5)$$

Donde:

$ATT_{t,t>T_0}$: es el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados en el momento t durante el período posterior al tratamiento

J : representa el número total de municipios tratados

$\mathcal{T}$: representa el conjunto de municipios que forman el grupo de tratamiento

En el caso de México, el período previo al tratamiento abarca de 2006 a 2010, mientras que el período posterior al tratamiento se extiende de 2011 a 2019. En todos los modelos de evaluación de la cartera de transporte en Costa Rica, el período previo al tratamiento abarcó de 2006 a 2009, mientras que el período posterior al tratamiento abarcó de 2010 a 2014.

En el cuadro A1.1 se encuentra un resumen de las variables dependientes y las covariables utilizadas para realizar las evaluaciones cuasiexperimentales correspondientes a México. En comparación con Costa Rica, la disponibilidad de la ENOE en México nos permitió incluir una gama más amplia de variables de control, con el objetivo de reflejar varias características socioeconómicas para cada municipio. En un contexto ideal, este conjunto de covariables permitiría aplicar el método de control sintético generalizado para elaborar ponderaciones más agudas con el objetivo de mejorar la construcción de los municipios de control sintético

CUADRO A1.1.

México: Variables dependientes y covariables en los modelos de evaluación de las carteras

Variables dependientes	Covariables
Logaritmo del PIB real	▪ Promedio de años de escolarización en el municipio ▪ Densidad de población del municipio ▪ Porcentaje de hogares con cabeza de familia mujer en el municipio ▪ Edad media del jefe de hogar en el municipio ▪ Cuota de población entre 16 y 59 años en el municipio ▪ Porcentaje de población con más de nueve años de escolarización en el municipio ▪ Tamaño promedio de los hogares en el municipio
Logaritmo del PIB real per cápita	
Logaritmo de consumo de electricidad	▪ Promedio de años de escolarización en el municipio ▪ Densidad de población del municipio ▪ Porcentaje de hogares con cabeza de familia mujer en el municipio ▪ Edad media del jefe de hogar en el municipio ▪ Cuota de población entre 16 y 59 años en el municipio ▪ Porcentaje de población con más de nueve años de escolarización en el municipio ▪ Tamaño promedio de los hogares en el municipio
Logaritmo de las luces nocturnas	▪ Promedio de años de escolarización en el municipio ▪ Porcentaje de hogares con cabeza de familia mujer en el municipio ▪ Edad media del jefe de hogar en el municipio ▪ Cuota de población entre 16 y 59 años en el municipio ▪ Porcentaje de población con más de nueve años de escolarización en el municipio ▪ Tamaño promedio de los hogares en el municipio

Variables dependientes	Covariables
Crecimiento de los asentamientos	▪ Promedio de años de escolarización en el municipio ▪ Densidad de población del municipio ▪ Porcentaje de hogares con cabeza de familia mujer en el municipio ▪ Edad media del jefe de hogar en el municipio ▪ Cuota de población entre 16 y 59 años en el municipio ▪ Porcentaje de población con más de nueve años de escolarización en el municipio ▪ Tamaño promedio de los hogares en el municipio
Logaritmo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada	▪ Promedio de años de escolarización en el municipio ▪ Porcentaje de hogares con cabeza de familia mujer en el municipio ▪ Edad media del jefe de hogar en el municipio ▪ Cuota de población entre 16 y 59 años en el municipio ▪ Porcentaje de población con más de nueve años de escolarización en el municipio ▪ Tamaño promedio de los hogares en el municipio
Logaritmo de contaminación	▪ Promedio de años de escolarización en el municipio ▪ Porcentaje de hogares con cabeza de familia mujer en el municipio ▪ Edad media del jefe de hogar en el municipio ▪ Cuota de población entre 16 y 59 años en el municipio ▪ Porcentaje de población con más de nueve años de escolarización en el municipio ▪ Tamaño promedio de los hogares en el municipio

Fuente: elaboración de los autores.

En el cuadro A1.2 se proporciona un resumen de las variables dependientes y covariables para cada uno de los modelos de evaluación de la cartera de transporte en Costa Rica. En general, el proceso de toma de decisiones tendiente a incluir covariables se guió por el grado de equilibrio en los períodos anteriores al tratamiento. El primer paso consistió en incluir todas las covariables disponibles y evaluar el equilibrio durante los períodos previos al tratamiento. Si se identificaba un desequilibrio, se seguía un proceso gradual tendiente a determinar la combinación de covariables que permitiría lograr el equilibrio en los períodos previos al tratamiento.

CUADRO A1.2.**Variables dependientes y covariables en los modelos de evaluación de la cartera de infraestructura del transporte.**

Variables dependientes	Covariables
Logaritmo del PIB real	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida
Logaritmo del PIB real per cápita	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos
Logaritmo del consumo de electricidad	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos
Logaritmo del consumo de electricidad per cápita	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos
Logaritmo de las luces nocturnas	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos ▪ Índice promedio de años de escolarización
Asentamientos de población	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos ▪ Índice promedio de años de escolarización
Logaritmo del índice de contaminación	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos ▪ Índice promedio de años de escolarización
Logaritmo del Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada	▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos ▪ Índice promedio de años de escolarización

Fuente: elaboración de los autores.

Para las evaluaciones de seguridad en Costa Rica, optamos por el método de diferencia en diferencias “doubly robust” con adopción simultánea para múltiples grupos y múltiples períodos de tiempo (DID DR), desarrollado por Callaway y Sant’Anna (2021). Todos los proyectos de seguridad comenzaron en 2013. De este modo se eliminó la necesidad de escalonar los efectos en el tiempo y nos fue posible estimar el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados para todo el grupo de cantones beneficiarios de los proyectos de seguridad. En este caso, las evaluaciones se centraron en la comparación directa de los resultados del grupo de tratamiento con los del grupo de control en los períodos anterior y posterior a la intervención, para luego estimar el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados del grupo intervenido.

El método aplicado, según plantean Callaway y Sant’Anna (2021), es una ampliación del método de dos períodos y dos grupos de Sant’Anna y Zhao (2020), adaptado a múltiples grupos (cantones, en este caso) y múltiples períodos. En esencia, el método combina dos enfoques principales: un modelo de regresión de resultados y un modelo de puntuación de propensión. En otras palabras, el método utiliza la información de ambas fuentes para estimar el efecto del tratamiento. La principal ventaja de este enfoque es que, al ser doble-robusto, garantiza estimaciones válidas siempre que al menos uno de los dos modelos esté correctamente especificado. Se trata de una ventaja considerable en comparación con los métodos de diferencias en diferencias tradicionales sin variables de control, diferencias en diferencias condicional solo a covariables o diferencias en diferencias tradicional combinado con puntuaciones de propensión.

El método utiliza puntuaciones de propensión para asignar ponderaciones a las unidades del análisis. Estas ponderaciones crean un grupo de control que se asemeja mucho al grupo de tratamiento en términos de las características observables antes de la intervención. Las ponderaciones permiten ajustar los covariables promedios entre los grupos, de modo de corregir posibles sesgos iniciales. Así se garantiza que las unidades del grupo de control con características similares a las del grupo de tratamiento reciban más peso.

Además, el método aprovecha la información de las covariables observadas para ajustar las diferencias iniciales entre los grupos de tratamiento y los no tratados. Esto significa que las tendencias entre cantones tratados y no tratados dependen de las covariables. Este enfoque refuerza la validez causal al controlar las diferencias iniciales que podrían sesgar las estimaciones y mejora así la comparabilidad entre grupos.

Otra ventaja de este método es la manera en que se adapta a la heterogeneidad de los efectos del tratamiento. No se toma por supuesto que el impacto del tratamiento sea uniforme para todas las unidades o períodos. Esto es de particular importancia porque es realista esperar que, en las evaluaciones de los proyectos del BID, los efectos puedan variar de un cantón a otro y a lo largo del tiempo.

En los modelos de evaluación de la cartera de seguridad, el período anterior al tratamiento abarcó de 2010 a 2012, mientras que el período posterior al tratamiento abarcó de 2013 a 2019.

En el cuadro A1.3 se presenta un resumen de las variables dependientes y las covariables para cada uno de los modelos de evaluación de la cartera de seguridad. El criterio de decisión para incluir o excluir covariables se basó en la hipótesis de tendencias paralelas. En concreto, para cada modelo, el primer paso consistió en incluir todas las covariables disponibles y comprobar la hipótesis de tendencias paralelas. En los casos en que no se cumplió la hipótesis, se llevó a cabo un proceso gradual de inclusión y exclusión de covariables tendiente a identificar la combinación de covariables que permitiera mantener la hipótesis de tendencias paralelas.

CUADRO A1.3.**Variables dependientes y covariables en los modelos de evaluación de carteras de seguridad**

Variables dependientes	Covariables
Tasa de robos en viviendas por 100,000 Habitantes	▪ PIB real per cápita ▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos ▪ Índice promedio de años de escolarización ▪ Tasa de mortalidad materna ▪ Tasa de fecundidad adolescente ▪ Tasa de participación en el mercado laboral masculina ▪ Tasa de participación en el mercado laboral femenina
Tasa de robos en viviendas por 100,000 habitantes	
Tasa de robos a personas por 100,000 habitantes	
Tasa de robos a personas por 100,000 habitantes	
Tasa de violaciones de la ley contra la criminalización de la violencia contra las mujeres por cada 100,000 habitantes	
Tasa de violaciones o intentos de violación por 100,000 habitantes	
Tasa de infracciones de la ley de armas y explosivos por cada 100,000 habitantes	
Tasa de infracciones de la ley de psicotrópicos por 100,000 habitantes	
Tasa de robo de vehículos por cada 100,000 habitantes	▪ PIB real per cápita ▪ Esperanza de vida ▪ Índice de años de escolarización previstos ▪ Índice promedio de años de escolarización ▪ Tasa de mortalidad materna ▪ Tasa de fecundidad adolescente ▪ Tasa de participación en el mercado laboral masculina ▪ Tasa de participación en el mercado laboral femenina
Tasa de violencia doméstica por 100,000 habitantes	▪ PIB real per cápita ▪ Densidad de población ▪ Esperanza de vida ▪ Tasa de mortalidad materna ▪ Tasa de fecundidad adolescente ▪ Tasa de participación en el mercado laboral masculina ▪ Tasa de participación en el mercado laboral femenina

Fuente: elaboración de los autores.

ANEXO II. GEORREFERENCIACIÓN

Cuadro de resumen: La cartera en cifras

Cartera total del BID: Luego de aplicar los criterios expuestos en el apartado 3.1.2 para la selección de la cartera a evaluar, el número de operaciones se reduce a 290 en 10 países, evaluadas inicialmente con un único punto por operación, de un total de 750. En la fase ampliada, este esfuerzo se centró únicamente en México y Costa Rica, donde todos los productos de los programas de préstamos, incluidos los de los programas que terminaron hasta 2024, fueron georreferenciados de forma exhaustiva.

Cartera de México: En el caso de México se georreferenciaron correctamente 51 operaciones con fechas de cierre entre 2010 y 2024. Dado que cada operación comprende múltiples productos, se asignaron 231 componentes en 425 municipios. Estas 51 operaciones abarcan aproximadamente 10 sectores y 31 subsectores de operaciones del BID. Estas operaciones son posibles candidatas a la evaluación, pero para poder evaluar una operación es fundamental que los municipios donde se ejecutaron las operaciones dispongan de los datos socioeconómicos necesarios para realizar la evaluación. Esto impone algunas limitaciones que merece la pena mencionar. En primer lugar, la operación se debería haber ejecutado en municipios para los cuales dispongamos de los datos socioeconómicos necesarios para realizar las evaluaciones correspondientes. En segundo lugar, para aplicar nuestra evaluación cuasiexperimental, es necesario tener al menos cinco años antes de la intervención (es decir, años anteriores al primer desembolso), esto, combinado con el hecho de que una cantidad importante de nuestras variables socioeconómicas comienzan entre 2005 y 2006, significa que solo podemos evaluar operaciones cuyo primer desembolso haya sido después de 2010. En virtud de estas limitaciones, las operaciones evaluadas pasan de 51 operaciones a 27 (53 % de las operaciones candidatas que cubren 10 sectores y 31 de las operaciones del BID).

Cartera de Costa Rica: En el caso de Costa Rica, a través de la Iniciativa Atlas se georreferenciaron 19 operaciones con fechas de inicio entre 2010 y 2024, que abarcan los 81 cantones de Costa Rica. Las operaciones que cumplen los requisitos comprenden un total de 504 obras de proyectos en 8 sectores y 13 subsectores de operaciones del BID. Tras examinar los filtros de selección, los datos socioeconómicos disponibles y las consideraciones metodológicas, nos vimos obligados a reducir el número de operaciones de 19 a 3, centrándonos únicamente en los sectores del Transporte y la Seguridad. En conjunto, la evaluación de la cartera de Costa Rica solo incluye el 16 % del total de las obras de los proyectos candidatos.

La evaluación del sector del transporte incluye dos operaciones y 61 proyectos de obras en 42 cantones, con fechas de inicio entre 2010 y 2014. Una razón importante para limitar la fecha de inicio de las obras de los proyectos en el sector del transporte hasta 2014 fue la rápida expansión de las operaciones con posibles efectos directos sobre el crecimiento económico a casi todos los cantones en 2015. Mientras que en 2014 había 33 cantones disponibles para el grupo de control del sector transporte, en 2015 el posible grupo de control se redujo a solo un cantón. Esto supuso una restricción importante para el período de evaluación, ya que un grupo de control fiable requiere un número relativamente grande de cantones.

El sector de seguridad comprende una operación y 18 obras de proyectos en 16 cantones iniciadas en 2013. En este sector hay 21 obras que no se incluyen en las evaluaciones. Seis de ellas no se incluyeron por falta de indicadores para medir su efecto.

Además, se excluyeron de la evaluación 15 obras de proyectos que comenzaron en 2022 debido a que los datos socioeconómicos necesarios para realizar las evaluaciones solo estaban disponibles hasta 2019.

Las operaciones de los sectores de agua y saneamiento, educación, integración regional y turismo no se incluyen en las evaluaciones porque no tuvimos acceso a indicadores socioeconómicos georreferenciados asociados a los posibles efectos directos causados por estos sectores o por obras específicas del proyecto. Las operaciones de energía no fueron incluidas debido a su cobertura nacional, lo que impide la identificación de los cantones de control. Todas las operaciones de desarrollo de pequeñas y medianas empresas (PYME) son préstamos sin garantía soberana y no ha sido posible identificar la ubicación de todas las PYME beneficiarias.

La fuente primaria han sido los registros obtenidos de los repositorios del Banco, incluidas las carpetas de Ezshare, el sistema de convergencia y la extranet del BID, donde está disponible la información y la documentación sobre los programas de préstamo. Esta documentación incluye: Informes de terminación de proyecto (PCR) y anexos, informes de evaluación intermedia y final, informes de evaluación ex post, documentos de licitación de proyectos de infraestructura o equipamiento, informes de avance semestrales, planes de contratación pública, matrices de resultados, justificaciones de desembolsos o propuestas de préstamo.

En el sistema de convergencia se revisaron en particular las secciones de la matriz de resultados y las cláusulas contractuales, ya que podrían validar la ejecución física y financiera de los productos y facilitar el acceso a los informes de cumplimiento contractual, como los informes semestrales de situación en los que se detalla la ejecución de los proyectos durante el período correspondiente.

Como fuente secundaria, se revisó la información disponible en los sitios virtuales de las instituciones nacionales para obtener descripciones geográficas de los proyectos, utilizando los datos proporcionados por Google Maps. El archivo se completó de la siguiente manera (véase el cuadro A2.1): columna AC (geolocalización), columna AD (referencias del documento donde se identificó la ubicación), y columnas AH y AI, que corresponden a polígonos y carreteras, respectivamente, donde corresponde.

Recogida y validación de datos

Se creó y se exportó una base de datos a partir de los sistemas del Banco que fue organizada y completada de acuerdo con la siguiente estructura.

CUADRO A2.1.

Estructura de la base de datos creada a partir del sistema del Banco

Columna	Nombre	Descripción
A	número_operación	Número de préstamo
B	opernbosp	Nombre del préstamo en español
C	sectorsubsector	Nombre del sector y subsector
D	fechapr	Fecha de aprobación

Columna	Nombre	Descripción
E	Curntdisbexprdt	Fecha contractual del último desembolso del préstamo
F	disbextensioncalcmmonths	Meses prorrogados desde el último período de desembolso original
G	cntrybenefit	Código del país
H	añoaprob	Año de aprobación
I	fehcier	Fecha de cierre
J	cntrybenefitcopy	País beneficiario
K	envmntlclssfctncd	Categoría Social y Ambiental A es la de mayor impacto posible (reasentamientos, etc.) y C, sin impacto
L	frstdisbdt	Fecha del primer desembolso
M	modalidadopering	Modalidad de la operación en inglés
N	opertypenglNm	Tipo de financiamiento en inglés
O	disbamnthuseq	Monto desembolsado
P	totlapprvdamnthuseq	Monto total aprobado
Q	Latitud	Latitud de la ubicación geográfica de la Unidad Ejecutora
R	Longitud	Longitud de la ubicación geográfica de la Unidad Ejecutora
S	componente_id	ID del Componente
T	producto_id	ID del producto
U	costo_a	Costo del producto
V	Porcentaje_costo_delproducto	Costo del producto como porcentaje del costo total
W	nombre_componente	Nombre del componente en inglés
X	Nombre_del producto	Nombre del producto en inglés
Y	categoría_del_producto	Categoría del producto
Z	id_producto_visual	ID del producto visual
AA	vo_name	Nombre específico del producto
AB	vo_descripción	Detalles descriptivos del producto

Columna	Nombre	Descripción
AC	geolocalización	Coordenadas (latitud y longitud) del municipio, comunidad y ubicación geográfica de los resultados del proyecto
AD	referencia_documento	Referencia documental que valida la localización geográfica de los productos del proyecto
AE	unidades_de_producto_representadas_por_vo	Número de productos del préstamo
AF	año_cierre	Año de cierre de la operación
AG	producto_principal	El producto más importante medido por el costo de producción
AH	polígono/municipio	Municipios beneficiarios
AI	Carreteras	Operaciones que tienen intervenciones en calles o carreteras

Fuente: elaboración de los autores.

La información a completar mediante la búsqueda descrita en el apartado anterior comprende:

i) descripción del producto (columna AB), geolocalización (columna AC), referencia al documento que valida la ubicación del resultado (columna AD), marcar si corresponde al producto principal (columna AG), indicar si los beneficiarios son los habitantes de los municipios (columna AH), y especificar si las intervenciones son en carreteras (columna AI).

Cuando se identifica el nombre o la descripción de una intervención se registra en la columna AB, que indica el punto que debe buscarse en Google Maps, por ejemplo: « Construcción del puerto de San Marino »

La descripción de las coordenadas georreferenciadas en la columna AC puede representarse en tres categorías:

- **PUNTO (longitud latitud):** Hace referencia a un punto concreto del mapa.
- **MULTIPUNTO ((longitud latitud), (longitud latitud), (longitud latitud), (longitud latitud)):** Este formato puede representar una multiplicidad de puntos para las intervenciones, con diferentes sitios en la misma línea, por ejemplo, “10 escuelas construidas”.
- **LINESTRING (longitud latitud, longitud latitud, longitud latitud, longitud latitud):** representa las intervenciones en carreteras, con una distancia máxima de cinco kilómetros entre puntos, para marcar segmentos de las carreteras intervenidas. Este tipo de geolocalización se utiliza para los programas de préstamos al sector del transporte (ENE/TSP).

La columna AD indica la referencia al registro de documentos, por ejemplo, el número de EZSHARE del Informe de Terminación de Proyecto (PCR) donde se encontró la información.

En un principio se dio prioridad a la georreferenciación de los principales productos, identificados en la columna AG con la variable “1”, ya que recibieron la mayor asignación de recursos financieros. Sin embargo, el alcance se amplió para georreferenciar a todos los productos del proyecto, excepto los que cumplían los criterios establecidos en la sección 2.6, marcados como “2”.

Se añadió la variable de la columna AH, denominada “Polígono”, para identificar productos que benefician a un municipio debido a la naturaleza de las intervenciones. Este tipo de variable suele ser pertinente para proyectos de asistencia sanitaria, ferias locales de empleo, sistemas de agua potable y saneamiento, becas para estudiantes y otros no vinculados a un punto concreto, como es el caso de los proyectos de infraestructura.

Además, se incluyó la columna AI, titulada “carreteras”, para identificar intervenciones relacionadas con la construcción o mejora de carreteras.

La coherencia de la ubicación se verifica según el país, el departamento y el municipio asociados al programa de préstamo. Esto puede validarse mediante Google Earth, donde es posible cargar varios puntos a la vez para una mejor visualización del mapa.

Con solo introducir el nombre del lugar en Google Maps se puede confirmar la existencia y exactitud del lugar de la intervención y obtener las coordenadas geográficas en formato decimal (longitud y latitud). Si no es posible ubicar el sitio se puede realizar una validación cruzada con sitios cercanos, que a menudo pueden encontrarse en documentos del BID, sitios virtuales homólogos con direcciones geográficas (que remiten a lugares cercanos) u otras publicaciones en línea.

En los casos en que los beneficiarios son los municipios, se seleccionan los lugares de interés común, como parques centrales o ayuntamientos con el fin de resaltar la ubicación central de la comunidad.

Si no es posible identificar el sitio en Google Maps, no tiene referencias en sitios virtuales homólogos y no existe información en los archivos del Banco, no está georreferenciado.

En el caso de algunos proyectos, surgieron dificultades durante la búsqueda de información, como la falta de expedientes de proyectos anteriores, en particular de aquellos cuya última fecha de desembolso era más antigua. Estos registros se almacenaban en el sistema de archivos BIDDOS y, al migrar al sistema EZSHARE, la memoria institucional se perdía parcialmente o los documentos se veían, pero no estaban disponibles al intentar abrirlos.

Si bien se pudo realizar la revisión a partir de los documentos, recomendamos que los equipos registren la información de georreferenciación de sus operaciones. Recomendamos asimismo que quien realice la georreferenciación valide los datos a través de una entrevista con un miembro del equipo del proyecto para captar la memoria institucional y el conocimiento local del lugar de intervención, que pueden no figurar en los documentos registrados o archivados.

Es aconsejable estudiar las opciones conjuntamente con el sector fiduciario (FMP) para crear o generar fuentes de información precisas sobre los lugares de intervención para proyectos de infraestructura o adquisición de equipos, ya que estos detalles se especifican en los documentos de licitación. Además, en proyectos de infraestructura se suelen gestionar servicios de consultoría para la supervisión de determinadas áreas de intervención.

En la actualidad el Banco dispone de la plataforma CAPTUDATA, que se utiliza en algunos países, como Costa Rica y Nicaragua, para medir el avance de los proyectos de infraestructura. Esta plataforma no solo recoge informes de visitas, sino también visualizaciones y ubicaciones geográficas, siempre que sea actualizada por los supervisores de los proyectos.

En el caso de unos pocos proyectos, se encontraron en los archivos del Banco listas de obras que incluían la localización geográfica. Esta información podría ser valiosa si el PCR se incluyera como anexo para construir datos históricos a medida que se cierran los proyectos, utilizando esta experiencia para solaparla con los nuevos proyectos en la fase de cierre.

