

DOCUMENTOS DE
TRABAJO SOBRE
**ECONOMÍA
REGIONAL
Y URBANA**



De la calamidad a la oportunidad:
mejoras en la calidad habitacional
en Colombia durante el
Fenómeno de la Niña 2010-2011

Por:
Andrés Sánchez-Jabba
Solangie Artunduaga-López

Núm.333
Mayo,2025



Centro de Estudios Económicos
Regionales (CEER) - Cartagena

De la calamidad a la oportunidad: mejoras en la calidad habitacional en Colombia durante el Fenómeno de la Niña 2010-2011

Andrés Sánchez-Jabba*

Solangie Artunduaga-López**

La serie Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana es una publicación del Banco de la República en Cartagena. Las opiniones contenidas en este documento son de exclusiva responsabilidad de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva.

Resumen

Este estudio evalúa el impacto de la provisión de vivienda en una zona rural de un país en desarrollo. Para ello se analiza un programa gubernamental que entregó casas prefabricadas a hogares cuya vivienda fue destruida por una inundación provocada por la ruptura del Canal del Dique en Santa Lucía, Colombia, a finales de 2010. La evaluación empleó metodologías complementarias de Diferencias en Diferencias y *Propensity Score Matching* para la inferencia causal, reduciendo la endogeneidad asociada con la asignación no aleatoria del tratamiento. Las condiciones habitacionales se midieron mediante un índice que abarca los principales componentes afectados por la intervención, entre los cuales se incluyen los materiales de construcción, el acceso a saneamiento básico y la fuente de energía utilizada para cocinar. Los resultados indican que la intervención redujo déficits habitacionales preexistentes en una magnitud de entre 0,21 y 0,37 desviaciones estándar. Al realizar un análisis descriptivo del efecto del programa sobre variables indicativas de la salud de los hogares, encontramos que el grupo de tratamiento reportó un 43,6% menos de visitas médicas y una incidencia de enfermedades gastrointestinales 38,5% menor en comparación con el grupo de control, lo que resalta el potencial de las intervenciones post-desastre para mejorar aspectos clave relacionados con el bienestar de los hogares.

Palabras clave: respuestas gubernamentales a desastres naturales, déficit habitacional en zonas rurales, evaluación de impacto.

Clasificación JEL: H84, O18, Q54.

* Economista, Banco de la República. E-mail: asanchja@banrep.gov.co

** Estudiante admitida de postgrado, Universidad de los Andes, Colombia.

Los autores agradecen los comentarios y sugerencias de Juan Esteban Carranza, Jaime Bonet, Javier Pérez y Jhorland Ayala, así como la asistencia de investigación de Carlos Bermúdez.

From Catastrophe to Opportunity: Housing Quality Improvements in Rural Colombia During the 2010-2011 Floods

Andrés Sánchez-Jabba*

Solangie Artunduaga-López**

The series Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana is a publication of Banco de la República in Cartagena. The opinions contained in this document are the sole responsibility of the authors and do not commit Banco de la República or its Board of Directors.

Abstract

This study assesses the impact of housing provision in a rural area of a developing country. It examines a government program that delivered prefabricated houses to households whose dwellings were destroyed by flooding caused by the breach of the Canal del Dique in Santa Lucía, Colombia, at the end of 2010. The evaluation combined Difference-in-Differences and Propensity Score Matching methodologies to draw causal inference and mitigate the endogeneity arising from the program's non-random assignment. Housing conditions were measured with an index that captures the main components affected by the intervention, including construction materials, access to basic sanitation, and energy sources used for cooking. The results indicate that the program reduced pre-existing housing deficits by between 0.21 and 0.37 standard deviations. A descriptive analysis of health-related variables shows that the treatment group reported 43.6 percent fewer medical visits and a 38.5 percent lower incidence of gastrointestinal diseases than the control group, underscoring the potential of post-disaster interventions to improve key aspects of household well-being.

Keywords: governmental responses to natural disasters, housing deficit in rural areas, impact evaluation.

JEL Classification: H84, O18, Q54.

* Economist, Banco de la República (Central Bank of Colombia). E-mail: asanchja@banrep.gov.co

** Graduate Student, Universidad de los Andes, Colombia.

The authors are grateful for comments and suggestions made by Juan Esteban Carranza, Jaime Bonet, Javier Pérez and Jhorland Ayala, as well as the research assistance of Carlos Bermudez.

1. Introducción

El estudio de los efectos de los desastres naturales ha mostrado consistentemente que estos generan impactos negativos significativos sobre múltiples dimensiones del bienestar de los hogares. La evidencia empírica indica que eventos de este tipo reducen el consumo y el ahorro (Sawada, 2007; Sawada & Shimizutani, 2008; Rigolet, 2015; Takasaki, 2017), incrementan el desempleo y el endeudamiento (Del Ninno et al., 2003; Lynham et al., 2017; Barattieri et al., 2023), disminuyen la acumulación de capital humano y la riqueza (Jacoby y Skoufias, 1997; Brando & Santos, 2015; Rosales-Rueda, 2018; Caruso, 2017; Zhang & Zhang, 2023), y aumentan la incidencia de enfermedades crónicas (Nashwan et al., 2023).

Entre los múltiples componentes afectados por los desastres naturales, la vivienda es uno de los más vulnerables (ADPC, 2011; UNISDR, 2015). Entre 1990 y 2013, más de 7,5 millones de viviendas fueron destruidas o severamente afectadas por eventos climáticos en Asia y América Latina, alcanzando pérdidas que representaron hasta el 52% del total de los daños estimados en estas regiones. En Colombia, específicamente, el Fenómeno de La Niña 2010-2011 destruyó 109.361 viviendas, y en Santa Lucía, Atlántico—donde se centra este estudio—una inundación causada por la ruptura del Canal del Dique destruyó el 22% de las viviendas del municipio (BID-CEPAL, 2012).

Las afectaciones sobre la vivienda no se limitan a la pérdida inmediata del refugio, sino que también impactan negativamente en la salud física, bienestar emocional e incluso en el rendimiento académico de los niños en los hogares afectados (Bratt, 2002; Harker, 2007; Rolfe et al., 2020). En contextos rurales, la vivienda además representa un insumo productivo clave para los hogares que realizan actividades económicas dentro del mismo predio, de modo que su destrucción conlleva pérdidas adicionales de ingresos y oportunidades económicas, amplificando los efectos negativos de estos eventos (Bazrafshan & Tabasi, 2015).

A pesar de estas pérdidas, una creciente literatura indica que una adecuada gestión gubernamental post-desastre puede generar efectos positivos sobre el desarrollo económico local. Por ejemplo, la reconstrucción de infraestructura en combinación con transferencias monetarias a hogares afectados impulsó la tasa de crecimiento económico en 7,3%, aumentó los ingresos en 18% y mejoró significativamente la cobertura de energía eléctrica en regiones impactadas por terremotos (Heger & Neumayer, 2019; Park & Wang, 2017; Gignoux & Menéndez, 2016).

Este estudio contribuye a la literatura existente al mostrar cómo una intervención implementada después de un desastre natural puede no solo mitigar daños inmediatos, sino corregir vulnerabilidades socioeconómicas preexistentes. Para ello se estudia un programa gubernamental que entregó casas prefabricadas a hogares cuya vivienda fue destruida por una inundación provocada por la ruptura del Canal del Dique en Santa Lucía, Colombia, a finales de 2010. Sin embargo, nuestro análisis va más allá de lo anterior al estimar los efectos asociados con la provisión de vivienda en una zona rural de un país en desarrollo, donde las condiciones habitacionales suelen ser precarias y la evidencia empírica permanece limitada.

Para favorecer la identificación del efecto causal del programa se utilizaron dos métodos estimación complementarios: Diferencias en Diferencias (Diff-Diff) y *Propensity Score Matching* (PSM, por sus siglas en inglés), lo que permitió abordar la endogeneidad causada por la asignación no aleatoria del tratamiento. Con el objetivo de limitar sesgos asociados con los efectos de la inundación sobre las condiciones habitacionales, las estimaciones incluyeron una variable indicativa de la destrucción de vivienda entre el grupo de control. El déficit habitacional se midió a través de un índice que abarca los principales componentes afectados por la intervención, entre los cuales se encuentran los materiales de construcción, el acceso a saneamiento básico y la fuente de energía utilizada para cocinar.

Los resultados indican que la intervención redujo significativamente déficits habitacionales preexistentes en una magnitud que oscila entre 6,6 y 12,2 puntos porcentuales (p.p.), equivalente a una disminución entre 0,21 y 0,37 desviaciones estándar. Por otro lado, al realizar un análisis descriptivo del efecto del programa sobre variables indicativas de la salud de los hogares en Santa Lucía encontramos que el grupo de tratamiento reportó menos visitas médicas (43,6%) y una menor incidencia de enfermedades gastrointestinales (38,5%) en comparación con el grupo de control, resaltando el potencial de las intervenciones post-desastre para mejorar aspectos clave relacionados con el bienestar de los hogares.

El resto del estudio está organizado de la siguiente manera: la sección dos detalla el contexto específico de la inundación en Santa Lucía y describe el programa gubernamental implementado para contrarrestar los efectos de la calamidad. La sección tres expone el marco muestral asociado con los datos del estudio. La sección cuatro aborda la endogeneidad en el acceso al programa de vivienda debido a la asignación no aleatoria del tratamiento. La sección cinco explica la estrategia

empírica empleada para identificar el efecto causal del programa sobre las condiciones habitacionales. La sección seis presenta los resultados y analiza los posibles efectos del programa sobre la salud de los hogares beneficiarios. Finalmente, la sección siete concluye con implicaciones de política derivadas de nuestro análisis.

2. Contexto: la inundación de Santa Lucía, Atlántico

Entre 2010 y 2011, Colombia fue severamente afectada por el Fenómeno de La Niña, el cual causó pérdidas equivalentes al 2% del PIB (BID-CEPAL, 2012). Uno de los eventos más críticos relacionados con este fenómeno fue la ruptura del Canal del Dique en diciembre de 2010, lo que provocó inundaciones masivas en Santa Lucía, Atlántico (Figura 1). Antes del desastre, este municipio ya enfrentaba condiciones socioeconómicas difíciles, con una alta proporción de su población viviendo en situación de pobreza, aspecto reflejado en las precarias condiciones de vivienda. De acuerdo con información recopilada para este estudio, el 48,8% de los hogares residía en unidades habitacionales deficientes¹, con pisos de tierra (17,3%), paredes de barro o madera burda (7,3%), falta de sanitario (29%) y el uso de leña o carbón para cocinar (35,3%).

Figura 1. Ruptura del Canal del Dique en el sur del Atlántico (2010)



Fuente: Gobernación del Atlántico.

Con la ruptura del Canal del Dique la situación empeoró. Según datos recopilados para este estudio, el 98,5% de los hogares reportó la pérdida de electrodomésticos, muebles y enseres; el 29,1% perdió cultivos; el 35,8% perdió negocios familiares; el 32% informó que al menos un

¹ De acuerdo con el DANE (2020), una vivienda presenta déficit habitacional si está construida con materiales de construcción precarios e inseguros en pisos y paredes, si tiene condiciones de hacinamiento o cohabitación, o no cuenta con acceso a servicios públicos básicos.

miembro del hogar quedó sin empleo debido a la calamidad; y el 89% presentó pérdidas de animales. Las afectaciones en el componente de vivienda fueron catastróficas, pues la inundación destruyó el 21,8% del total, resultando en un deterioro significativo en las condiciones socioeconómicas de la población (ver Figura 2).

Figura 2. Inundación en Santa Lucía, Atlántico (2010)



Nota: inundación de viviendas en el sur del Atlántico. Fuente: Revista Semana.



Nota: viviendas destruidas por la inundación (Santa Lucía).

El desastre ocurrido en Santa Lucía ofrece una oportunidad especialmente valiosa para evaluar los efectos de intervenciones post-desastre sobre el bienestar de los hogares. A diferencia de las inundaciones más comunes provocadas por lluvias intensas o desbordamientos naturales de cuerpos de agua, la inundación en este municipio resultó del colapso inesperado del Canal del Dique, generando daños catastróficos sobre las condiciones habitacionales (Sánchez-Jabba, 2011; Sánchez-Jabba, 2014).

2.1. Intervención: programa gubernamental para mitigar la pérdida de vivienda

En respuesta a esta situación crítica, entre 2014 y 2017 el Gobierno Nacional implementó un programa liderado por el Fondo de Adaptación para el Cambio Climático (FACC) el cual buscaba mitigar las pérdidas de vivienda causadas por la inundación. Específicamente, el programa construyó viviendas prefabricadas con materiales más resistentes, equipadas con instalaciones sanitarias conectadas al sistema de alcantarillado y fuentes de energía para cocinar seguras (electricidad o gas natural) a hogares cuya vivienda fue destruida por la inundación, abordando integralmente aspectos estructurales y no estructurales de la vivienda, fundamentales para el bienestar de los hogares (Figura 3).

Figura 3. Programa de vivienda del Gobierno Nacional en Santa Lucía, Atlántico (2014-2017)



Nota: casa de bahareque antes de la inundación.



Nota: viviendas prefabricadas entregadas por el Gobierno Nacional.

El efecto del programa es evidente al analizar los cambios en las condiciones habitacionales intervenidas en los 157 hogares beneficiarios entrevistados para este estudio. Como se muestra en la Tabla 1, el porcentaje de viviendas con pisos de tierra o arena se redujo en 24,8 p.p., mientras que la proporción con paredes de bahareque, tapia, adobe, madera burda, plástico o tela disminuyó en 16,6 p.p. Asimismo, el acceso a saneamiento básico mejoró considerablemente, con una caída de 22,3 p.p. en el número de hogares sin sanitario o con letrina. Finalmente, el porcentaje de hogares que utilizaban fuentes inseguras de energía para cocinar, como leña o carbón, presentó la mayor disminución al reducirse en 33,8 p.p. De acuerdo con estos resultados, este estudio evalúa la efectividad de dicha intervención en reducir déficits habitacionales, proporcionando evidencia empírica novedosa sobre cómo las políticas públicas pueden transformar situaciones de desastre en oportunidades para el desarrollo socioeconómico sostenible.

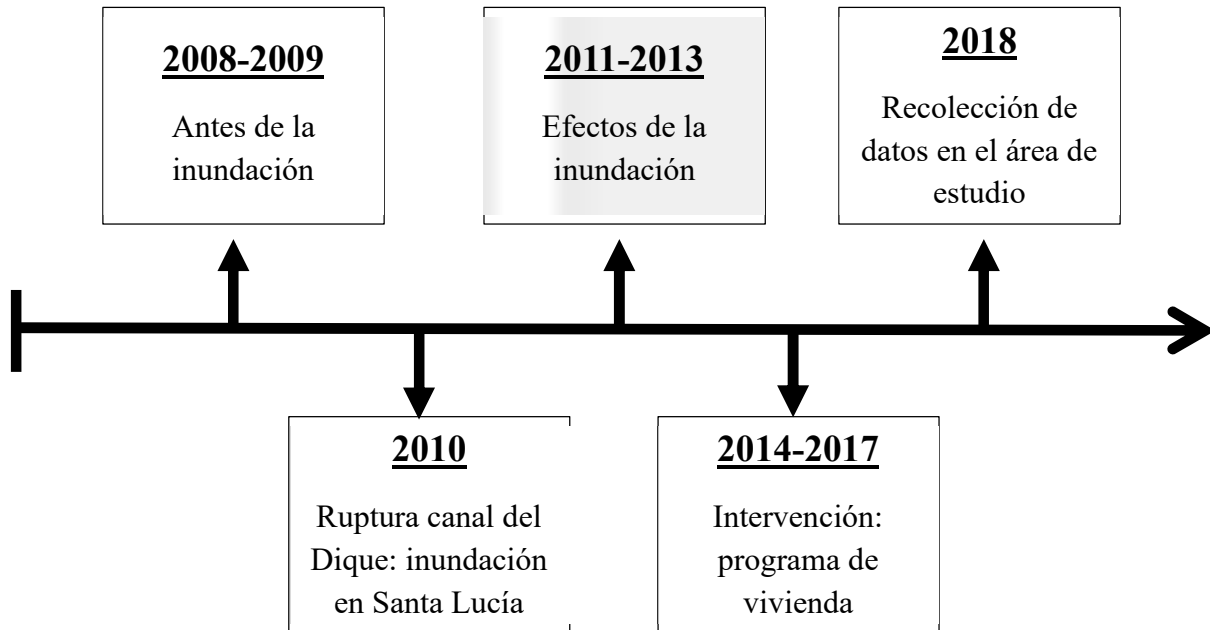
Tabla 1. Evolución del déficit habitacional entre los beneficiarios del programa de vivienda (2008-2018)

Atributo de la vivienda	2008	2018	Diff.
Déficit en material de los pisos	27,4%	2,6%	-0,248 ***
Déficit en material de las paredes	19,8%	3,2%	-0,166 ***
Déficit en instalaciones sanitarias	33,1%	10,8%	-0,223 ***
Déficit en la fuente de energía para cocinar	47,1%	13,4%	-0,338 ***

Nota: la identificación de las condiciones que determinan déficit habitacional en los atributos de la vivienda se realiza con base en los criterios definidos por el DANE (2020). Se observan reducciones significativas en los déficits habitacionales analizados en el periodo de estudio. Significancia: * p <0,1; ** p <0,05; *** p <0,01.
Fuente: cálculos de los autores.

La Figura 4 presenta una secuencia cronológica que enmarca los eventos clave de este estudio: la inundación ocasionada por la ruptura del Canal del Dique, la implementación del programa de vivienda como respuesta al desastre y la recolección de datos en el área de estudio, etapa que se describe en la siguiente sección. Esta secuencia temporal facilita la comprensión de la estrategia empírica y la interpretación del efecto causal del programa sobre las condiciones habitacionales.

Figura 4. Línea de tiempo del estudio



3. Marco muestral

El análisis empírico requirió la aplicación de una encuesta diseñada específicamente para este estudio, la cual recopiló información detallada sobre las características socioeconómicas y demográficas de la población. Específicamente, se recolectó información relacionada con los activos del hogar, transferencias monetarias, nivel de ahorro, condiciones de salud y atributos de la vivienda, incluyendo las pérdidas generadas por la inundación.

La estrategia muestral utilizada se diseñó cuidadosamente para asegurar la representatividad y robustez en la identificación del efecto causal del programa de vivienda. La encuesta, realizada entre abril y mayo de 2018, abarcó 987 hogares que representan 4.992 personas. Según el censo del DANE (2018), Santa Lucía contaba con 3.701 hogares y 16.023 personas, lo que significa que la encuesta cubrió el 26,7% de los hogares y el 39,5% de la población total del municipio.

Para determinar el tamaño de la muestra, se realizaron cálculos de poder estadístico utilizando datos del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales (SISBEN)

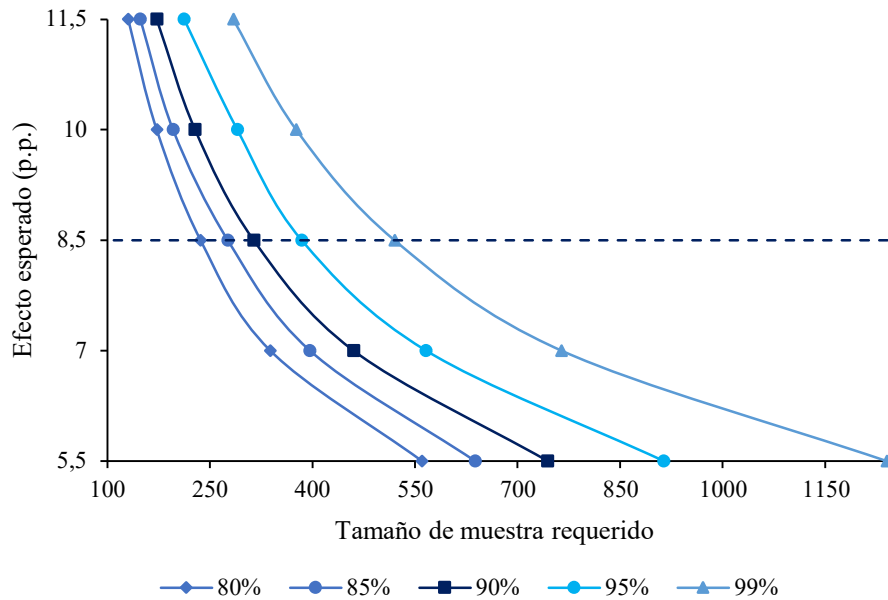
de 2009². La variable considerada corresponde a un índice de déficit habitacional expuesto en DANE (2020), compuesto por aspectos como materiales de construcción, hacinamiento y acceso a servicios públicos básicos (agua potable, recolección de basuras y conexión a alcantarillado). Mediante la comparación de dos grupos sintéticos, se estimó un efecto esperado del programa correspondiente a una reducción de 8,5 p.p. en el índice de déficit habitacional, con un rango de ± 3 p.p. para asegurar representatividad de la muestra ante diferentes magnitudes del efecto esperado.

Como se evidencia en la Figura 5, los cálculos determinaron que el tamaño de la muestra debía oscilar entre 130 y 1.240 hogares, dependiendo del poder estadístico fijado y del efecto esperado. Finalmente, la encuesta aplicada en 2018 incluyó un total de 987 hogares, superando el tamaño mínimo requerido. Esta muestra garantizó una capacidad estadística del 99%, permitiendo detectar con alta precisión y confianza los efectos del programa gubernamental sobre la calidad habitacional de los hogares beneficiarios, fortaleciendo así la validez y confiabilidad de nuestros hallazgos.

La selección de los hogares a encuestar se realizó mediante un muestreo estratificado basado en criterios geográficos y en la magnitud de las pérdidas habitacionales generadas por la inundación. Para este propósito, el municipio de Santa Lucía fue dividido en grillas espaciales conformadas por bloques de viviendas, a los cuales se asignaron identificadores únicos. Posteriormente, se seleccionaron hogares aleatoriamente dentro de cada bloque, ajustando el número de hogares entrevistados según la densidad poblacional en cada grilla y la magnitud de las pérdidas habitacionales reportadas, proceso que aseguró una representación adecuada de las áreas afectadas.

² El SISBEN (Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales) es una herramienta desarrollada en Colombia para identificar hogares en condiciones de vulnerabilidad socioeconómica, lo que facilita la focalización de programas sociales del Gobierno.

Figura 5. Cálculos de poder estadístico (Santa Lucía, Atlántico)



Nota: la figura indica el tamaño de muestra requerido para evaluar el efecto del programa de vivienda sobre las condiciones habitacionales. La línea punteada representa el efecto calculado como la diferencia de medias del índice de déficit habitacional entre dos grupos sintéticos del municipio.

Fuente: cálculos propios con base en la información del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales del Gobierno Nacional (SISBEN, 2009).

Además, para compensar posibles pérdidas por no respuesta o rechazo de la encuesta, se añadió aleatoriamente un 10% adicional de hogares al tamaño de muestra inicialmente estimado. Un desafío importante del estudio fue el uso de preguntas retrospectivas para capturar las condiciones previas al desastre y así facilitar la aplicación de métodos de identificación que incorporan diferencias preexistentes entre grupos. Aunque reconocemos explícitamente que esto introduce potencialmente sesgo de memoria, asumimos que dicho sesgo es aleatorio o al menos no sistemático, lo que implica que no afectaría significativamente los resultados obtenidos.

Figura 6. Recolección de datos en el área de estudio (2018)



Nota: arriba a la izquierda: equipo encuestador en Santa Lucía; arriba a la derecha: desarrollo de una encuesta; abajo a la izquierda: socialización del proyecto de recolección de datos con la comunidad; abajo a la derecha: capacitación del equipo encuestador.

4. Endogeneidad en la asignación del tratamiento

La selección de los hogares beneficiarios del programa gubernamental no se realizó de forma aleatoria, ya que la elegibilidad de los participantes estuvo determinada por criterios institucionales diseñados para identificar a los hogares con mayor necesidad de la intervención. Según los datos de la encuesta aplicada en 2018, 247 hogares aplicaron al programa de vivienda, de los cuales 157 fueron admitidos como beneficiarios y 90 no fueron beneficiados por no cumplir con los requisitos de elegibilidad.

Entre las principales razones de rechazo se encuentran: la posesión de otra propiedad o inmueble, detectada mediante cruces con información institucional (41,1%); dificultades para demostrar la propiedad de la vivienda mediante documentos oficiales (12,5%)³; falta de daño estructural en la

³ Las dificultades para demostrar la propiedad de la vivienda afectada pueden atribuirse a la prevalencia de la tenencia informal de tierras en la región. Muchas familias habitaban viviendas construidas en terrenos sin títulos de propiedad formalizados, lo que es común en zonas rurales. La falta de documentación oficial, como escrituras públicas o registros

vivienda, según la verificación en campo realizada por el FACC (7,1%); y no haber habitado la vivienda afectada durante los tres años previos al desastre (7,1%).

El cumplimiento de los requisitos fijados por el FACC para acceder al programa generó diferencias sistemáticas entre los hogares seleccionados como beneficiarios y aquellos que no recibieron la intervención, aspecto que introdujo endogeneidad en la asignación del tratamiento. Para corroborar lo anterior se estimó un modelo explicativo de los determinantes del acceso al programa de vivienda con base en los requisitos institucionales establecidos por el FACC (Tabla 2).

Las columnas 1 y 2 de la tabla comparan a los hogares beneficiarios y rechazados en características como la posesión de otra propiedad o inmueble, la titulación de la vivienda destruida, la magnitud del daño estructural y la posesión de activos en el hogar⁴. Los resultados del modelo, presentados en la columna 3, muestran que la posesión de activos durables como nevera, lavadora, televisión o moto, redujo la probabilidad de acceso en 21,9 p.p.⁵ Contar con título de propiedad sobre la vivienda a reconstruir incrementó esta probabilidad en 14,6 p.p., mientras que la posesión de otra propiedad o inmueble la redujo en 20,5 p.p. Finalmente, si la vivienda fue declarada como pérdida total por el FACC, la probabilidad de acceso aumentó en 44,0 p.p., siendo el factor más influyente sobre el acceso al programa.

Los efectos de cada uno de los determinantes son los esperados en la medida que los hogares con mejores condiciones socioeconómicas tienen una menor probabilidad de acceso, ya que estos presumiblemente tendrían más recursos para invertir en materiales de construcción más resistentes. Asimismo, tendrían una mayor probabilidad de contar con otra propiedad y, en ese orden de ideas ser excluidos del programa. Por otro lado, los hogares que reportaron una afectación estructural de su vivienda y que pudieron acreditar su propiedad mediante documentos oficiales tenían una mayor probabilidad de ser seleccionados como beneficiarios porque cumplían con los principales

notariales, complicaba la verificación de la propiedad por parte del FACC, lo que llevó al rechazo de numerosos hogares que, a pesar de haber sido afectados por la inundación, no podían acreditar legalmente la posesión de sus viviendas.

⁴ Aunque la posesión de activos no es un requisito de acceso al programa establecido por el FACC, es un indicador de la capacidad económica del hogar que pudo influir en el proceso de selección de beneficiarios. De esta manera, los hogares con un mayor nivel de riqueza cuentan con condiciones más favorables para reconstruir su vivienda sin la necesidad de intervención gubernamental.

⁵ Se calcula mediante un índice construido como un promedio simple de las variables indicativas de la tenencia de cada bien. El índice oscila en un rango de 0 a 1, donde valores más altos indican una mayor posesión de bienes durables en el hogar.

requisitos establecidos por el FACC. En este sentido, los resultados sugieren que la asignación del programa estuvo influenciada por características socioeconómicas preexistentes, introduciendo potenciales sesgos en la estimación del efecto causal del programa sobre la reducción de déficits habitacionales.

Tabla 2. Modelo *probit*: determinantes de acceso al programa de vivienda en Santa Lucía

Variable dependiente: participación en el programa	(1)	(2)	(3)
Tenencia de otras propiedades: vivienda, finca o lote	4,5%	20,0%	-0,205 ***
Activos del hogar: nevera, lavadora, televisión o moto	48,4%	72,2%	-0,219 **
Propiedad de la vivienda: titulación	82,2%	67,8%	0,146 ***
Daño de la vivienda: estructural	94,3%	32,2%	0,440 ***
Probabilidad de participación en el programa	0,814	0,332	
Observaciones	157	90	

(1): Beneficiarios del programa
(2): No beneficiarios del programa
(3): Efectos marginales del modelo probit

Nota: los resultados presentados indican que la asignación del programa fue endógena y estuvo condicionada por características socioeconómicas preexistentes. El porcentaje correspondiente a la variable de activos representa la cantidad de hogares que poseen al menos uno de los cuatro bienes durables considerados. Significancia: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

5. Estrategia empírica

Para evaluar el impacto del programa gubernamental sobre el déficit habitacional empleamos dos metodologías complementarias que permiten reducir sesgos asociados con la endogeneidad en el acceso al programa: Diferencias en Diferencias (Diff-Diff) y *Propensity Score Matching* (PSM). Aunque las metodologías mencionadas son ampliamente utilizadas para la inferencia causal, ambas presentan limitaciones importantes. El Diff-Diff se fundamenta en el supuesto de tendencias paralelas, el cual implica que, en ausencia de la intervención, los hogares analizados habrían seguido trayectorias similares en sus condiciones habitacionales. Por su parte, el PSM solo considera características observables para estimar la probabilidad de acceder al tratamiento. En ambos casos existe el riesgo de omitir factores no observables que varían en el tiempo y que influyen directamente en la asignación del tratamiento, lo que podría limitar la capacidad para identificar con precisión el efecto causal del programa. No obstante, se espera que el uso de

estrategias complementarias, incluyendo su combinación, permita obtener estimaciones robustas y confiables del efecto del programa.

5.1. Diferencias en Diferencias (Diff-Diff)

El método Diff-Diff compara los cambios en la calidad habitacional entre los hogares beneficiarios (grupo de tratamiento) y aquellos no beneficiarios (grupo de control), aprovechando datos previos y posteriores a la implementación del programa vivienda. La principal ventaja de esta metodología subyace en su capacidad para mitigar sesgos derivados de diferencias preexistentes entre grupos. Por un lado, el supuesto de tendencias paralelas implica que las diferencias no observables constantes en el tiempo se eliminan al evaluar los cambios en las variables que afectan las condiciones habitacionales. Por otro lado, la disponibilidad de información recolectada antes y después del desastre permite controlar directamente por diferencias preexistentes observables entre grupos, de tal manera que los cambios en la variable de resultado son atribuibles al efecto de la intervención.

La especificación del modelo Diff-Diff es la siguiente:

$$Y_{it} = \alpha + \delta(\text{Tratado})_i + \lambda(\text{Post})_t + \theta(\text{Tratado}_i \times \text{Post}_t) + \mu(\text{Inundación}_i \times \text{Tratado}_i) + X_{it}\beta + \gamma_i + \varepsilon_{it}$$

Donde Y_{it} representa el déficit habitacional del hogar i en el periodo t ; Tratado_i es una variable indicadora que toma el valor de 1 para los hogares beneficiarios y 0 en caso contrario; Post_t indica el periodo posterior a la implementación del programa; $\text{Tratado}_i \times \text{Post}_t$ es la interacción cuyo coeficiente θ captura el efecto causal del programa; el vector X_{it} incluye características observables del hogar como la tenencia de bienes durables, transferencias monetarias, propiedad de la vivienda), lo que permite controlar por el efecto de factores adicionales que generalmente inciden sobre la calidad habitacional⁶; γ_i son los efectos fijos del hogar que controlan por factores no observables constantes en el tiempo; ε_{it} es un término de error idiosincrático. Para corregir

⁶ La tenencia de bienes durables se midió a través del índice de activos utilizado previamente para evaluar la endogeneidad del acceso al tratamiento (ver Tabla 2). Las demás variables de control evalúan si el hogar: recibe transferencias monetarias del gobierno; ahorra bien sea de manera convencional o mediante una cuenta bancaria; y reporta ser propietario de la vivienda.

posibles correlaciones entre hogares y heterocedasticidad, en las estimaciones los errores estándar son robustos y se agrupan a nivel del hogar.

De acuerdo con la información recolectada en el área de estudio, el 32,2% de los hogares pertenecientes al grupo de control experimentó un retroceso substancial en las condiciones habitacionales debido a la destrucción de su vivienda a causa de la inundación, introduciendo un sesgo que sobrestimaría el efecto del programa. Para reducir la incidencia de este sesgo, incluimos una variable de control indicativa de la destrucción de la vivienda entre los hogares pertenecientes al grupo de control ($Inundación_i \times Tratado_i$). La estimación del efecto de esta variable (μ) favorece la identificación del efecto causal del programa al descontar la incidencia de la calamidad sobre las condiciones habitacionales de los hogares afectados que no fueron seleccionados como beneficiarios del programa.

5.2. Propensity Score Matching (PSM)

El otro método de identificación empleado es el PSM, el cual asegura que los grupos de tratamiento y de control sean comparables en línea base mediante el emparejamiento de hogares con probabilidades similares de acceso al programa. Esto facilita comparaciones directas sin necesidad de controlar explícitamente por diferencias preexistentes entre grupos. El PSM empareja cada hogar beneficiario con un hogar no beneficiario en términos de características observables preexistentes que inciden sobre el acceso al tratamiento. Para ello se estima la probabilidad condicional (puntaje de propensión) de recibir la intervención, criterio utilizado para emparejar hogares.

El grupo de control del PSM está compuesto por hogares residentes en San Cristóbal, Bolívar, municipio que comparte similitudes geográficas, socioeconómicas y demográficas con Santa Lucía (Aguilera, 2006)⁷. La razón para conformar el grupo de control con hogares residentes en otro municipio radica en las diferencias en la probabilidad de acceso al programa entre hogares beneficiarios y no beneficiarios, expuesta en la Tabla 2, aspecto que imposibilita la comparación de hogares con probabilidades equivalentes de acceder al programa antes del desastre. Con base

⁷ La validez de San Cristóbal como contrafactual se justifica en que su ubicación en la subregión del Canal del Dique—misma región que Santa Lucía—minimiza las diferencias socioeconómicas y geográficas entre ambos municipios. Además, su localización en el lado opuesto del Canal del Dique aseguró que no fuera afectado por la inundación.

en lo anterior, se recolectó información en San Cristóbal siguiendo un marco muestral análogo al implementado en Santa Lucía⁸.

Para definir el grupo control en San Cristóbal se estimó un modelo *probit* basado en los requisitos establecidos por el FACC para seleccionar a los hogares beneficiarios del programa (Tabla 3). Cabe destacar que, dado que los hogares residentes en San Cristóbal no experimentaron pérdida de vivienda por la inundación, esta variable se excluyó para evitar la introducción de diferencias sistemáticas entre grupos, lo que limitaría la validez del emparejamiento. Finalmente, se seleccionaron 157 hogares—de un total de 679 encuestados—que presentaron probabilidades equivalentes de acceso al programa con respecto al grupo tratado en Santa Lucía (Figura 7).

Tabla 3. Modelo *probit*: emparejamiento basado en los determinantes de acceso al programa

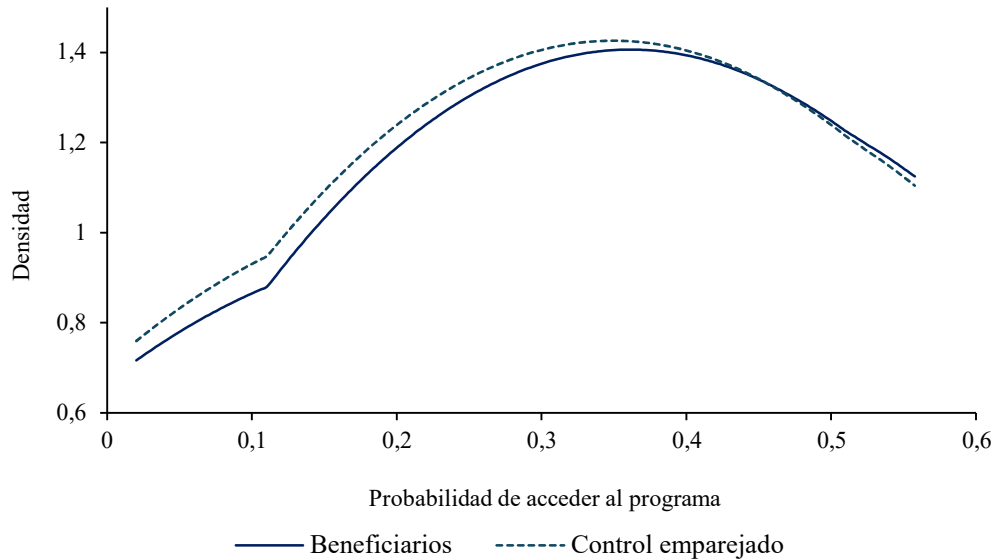
Variable dependiente: participación en el programa	(1)	(2)	(3)
Tenencia de otras propiedades: vivienda, finca o lote	4,5%	4,5%	-0,165 ***
Activos del hogar: nevera, lavadora, televisión o moto	48,4%	54,1%	-0,439 ***
Propiedad de la vivienda: titulación	82,2%	82,2%	0,241 ***
Probabilidad de acceso al programa	0,361	0,349	
Observaciones	157	157	

(1): Beneficiarios del programa
(2): Grupo de control PSM
(3): Efectos marginales del modelo probit

Nota: los resultados indican que el método PSM seleccionó hogares similares en los requisitos de acceso al programa. Las columnas (1) y (2) comparan a los hogares beneficiarios y al grupo de control emparejado en los determinantes de acceso al programa. El porcentaje correspondiente a la variable de activos representa la cantidad de hogares que poseen al menos uno de los cuatro bienes durables considerados. La columna (3) muestra los efectos marginales estimados entre los beneficiarios y la población encuestada en San Cristóbal. Significancia: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

⁸ En San Cristóbal, se encuestaron 1.560 personas en 679 hogares, las cuales representan el 30% de hogares y el 21% de la población total según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda del DANE en 2018. Al igual que en Santa Lucía, se realizaron cálculos de poder para determinar el tamaño de muestra requerido para encontrar un efecto estadísticamente significativo sobre el índice de vivienda construido con base en la metodología del DANE (2018). El Anexo 1 muestra los resultados del marco muestral aplicando en San Cristóbal.

Figura 7. Probabilidad de acceso al programa de vivienda



Nota: la figura muestra la distribución de la probabilidad de acceder al programa entre los hogares beneficiarios y el grupo de control emparejado en San Cristóbal. La similitud de las distribuciones confirma que se cumple el supuesto de soporte común que favorece la validez del PSM.

La estimación mediante PSM permite obtener una medida explícita del efecto causal del programa sin necesidad de controlar por el efecto de la inundación sobre las condiciones habitacionales. Sin embargo, por tratarse de hogares residentes en municipios con gobiernos regionales distintos, se espera que haya factores institucionales no observables como el acceso a programas sociales del Gobierno Nacional, los cuales influyen sobre la variable de resultado. La omisión de estos factores introduciría sesgos en la estimación del efecto del programa.

Para abordar esta limitación, se implementa una estrategia que combina los métodos Diff-Diff y PSM, que permite controlar simultáneamente por características observables y por factores no observables constantes en el tiempo. Primero, el PSM empareja hogares beneficiarios con no beneficiarios en función de características observables que inciden en la probabilidad de acceder al programa. Posteriormente, el método Diff-Diff ajusta la estimación del efecto controlando tanto por factores observables que podrían influir en las condiciones habitacionales⁹, como por factores no observables, fortaleciendo la validez causal de la estimación.

⁹ De esta manera, se tiene en cuenta el efecto asociado con las diferencias preexistentes entre grupos en factores observables no relacionados con el acceso al programa de vivienda, como es el caso de las transferencias monetarias y el ahorro.

5.3. Variable de resultado

El déficit habitacional se mide a través de un índice que abarca los principales componentes afectados por la intervención, entre los cuales se encuentran los materiales de construcción (pisos y paredes), el acceso a saneamiento básico y la fuente de energía utilizada para cocinar. Se considera que el hogar i presenta un déficit en el componente j cuando se observa alguna de las siguientes condiciones: los pisos de la vivienda son de tierra o arena; las paredes de la vivienda están construidas con materiales como bahareque, tapia, adobe, madera burda, plástico o tela; la vivienda no cuenta con sanitario conectado al sistema de alcantarillado o con pozo séptico; o se utilizan fuentes inseguras de energía para cocinar como leña, carbón o madera.

Para cuantificar el déficit en cada componente, se construyó una variable dicótoma que toma el valor de 1 si se observa la condición indicativa de déficit en el componente j ; 0 en caso contrario. El efecto del programa se evalúa sobre un índice que corresponde al promedio simple de las variables indicativas de la existencia de déficit en cada componente, con valores más altos indicando condiciones habitacionales inferiores.

La variable de resultado considera aspectos tanto estructurales como no estructurales: por un lado, los materiales de construcción se relacionan con la seguridad y la resistencia de la vivienda frente a eventos climáticos extremos y desastres naturales, mientras que el acceso a servicios públicos básicos influye directamente sobre la salud de los hogares (DANE, 2020). Como se observa en la Tabla 4, los hogares beneficiarios del programa inicialmente presentaban peores condiciones de vivienda en comparación con los hogares no beneficiarios, aspecto reflejado en una mayor proporción de hogares con déficit en cada componente y en mayores valores del índice habitacional. No obstante, para el año 2018 se evidencia una reducción sustancial en las deficiencias analizadas en el grupo de tratamiento.

Tabla 4. Evolución del déficit habitacional entre beneficiarios y grupos de control (2008-2018)

	2008			2018		
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
Déficit en material de los pisos	27,4%	21,1%	13,4%	2,6%	5,6%	4,5%
Déficit en material de las paredes	19,8%	10,0%	10,8%	3,2%	3,3%	2,6%
Déficit en instalaciones sanitarias	33,1%	30,0%	13,4%	10,8%	16,7%	8,9%
Déficit en la fuente de energía para cocinar	47,1%	40,0%	60,5%	13,4%	16,7%	12,1%
Índice de déficit habitacional	0,319	0,253	0,245	0,075	0,106	0,070
Observaciones	157	90	157	157	90	157
(1) Beneficiarios del programa						
(2) No beneficiarios del programa en Santa Lucía						
(3) No beneficiarios del programa en San Cristóbal						

Nota: la tabla muestra una reducción en la proporción de hogares con déficit en los distintos componentes habitacionales intervenidos. Los valores del índice corresponden al promedio en cada grupo. En el Anexo 2 se presentan las diferencias de medias entre los hogares beneficiarios y los grupos de control para cada componente. Significancia: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

6. Resultados

La Tabla 5 presenta los resultados obtenidos mediante los métodos de estimación explicados en la sección anterior, incluyendo la combinación de estos (PSM-DiD) donde se aplica el método Diff-Diff usando los hogares emparejados mediante PSM. Los resultados indican que la intervención efectivamente disminuyó deficiencias habitacionales preexistentes entre los hogares beneficiarios del programa. Específicamente, se observa una reducción estadísticamente significativa en el índice indicativo de déficit habitacional que oscila entre 6,6 y 12,2 p.p., dependiendo de la metodología empleada. Este efecto equivale a una disminución de entre 0,21 y 0,37 desviaciones estándar, siendo estos resultados robustos entre las diferentes especificaciones.

Tabla 5. Efectos de la intervención sobre el índice de déficit habitacional (puntos porcentuales)

	Diff-Diff						PSM-DiD			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)
Tratado	0,175	0,066	0,058		0,112 ***	0,106 **	0,039 *	0,073 **	0,075 **	
Tratado × Post		-0,096 **	-0,102 **	-0,122 ***	-0,096 **	-0,101 **		-0,069 **	-0,066 **	-0,050
Inundación × Tratado					0,143 ***	0,136 ***				
Controles	No	No	Si	Si	No	Si	No	No	Si	Si
Efectos fijos de hogar	No	No	No	Si	No	No	No	No	No	Si
Observaciones	247	247	247	247	247	247	314	314	314	314

Nota: la tabla reporta los efectos estimados del programa de vivienda sobre el índice de déficit habitacional. El coeficiente de la interacción Tratado × Post captura el efecto causal de la intervención. Las variables incluidas como controles en la estimación (activos del hogar, transferencias, ahorro, propiedad de la vivienda) mantienen resultados consistentes en términos de signo y significancia en todas las especificaciones. Significancia: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.

Nuestros hallazgos son consistentes con la literatura en este ámbito y el efecto esperado del programa calculado mediante análisis previos de poder estadístico. En particular, se alinean con los resultados reportados por Galiani et al. (2017), quienes evaluaron un programa similar de provisión de vivienda en América Latina enfocado en hogares urbanos con alta incidencia de pobreza. En ese contexto, los autores encontraron efectos positivos y significativos equivalentes a 0,5 desviaciones estándar sobre un índice habitacional compuesto por algunos de los componentes analizados en este estudio, como el material de construcción de pisos y paredes.

6.1. Efectos sobre la salud de los hogares

La literatura que estudia los efectos de las condiciones habitacionales sobre la salud muestra que las intervenciones que mejoran los materiales de construcción de la vivienda y el acceso a instalaciones sanitarias adecuadas reducen significativamente la incidencia de enfermedades gastrointestinales e infecciones parasitarias (Cattaneo et al., 2009; Duflo et al., 2012; Galiani et al., 2017). Dado lo anterior, realizamos un análisis descriptivo que explora las correlaciones entre las mejoras habitacionales derivadas de la intervención gubernamental en Santa Lucía y algunos resultados relacionados con la salud de los hogares.

Este análisis es descriptivo porque no se dispone de información retrospectiva acerca del estado de salud de los hogares, impidiendo la aplicación de métodos como el Diff-Diff. Además, los

resultados en salud no son comparables entre Santa Lucía y San Cristóbal debido a diferencias municipales y regionales significativas en la calidad de los servicios de salud, limitando comparaciones mediante el método PSM¹⁰.

A pesar de estas limitaciones, consideramos valioso presentar resultados descriptivos que permitan caracterizar posibles beneficios adicionales derivados de la intervención. Entre las variables analizadas se encuentran el número de visitas médicas y la incidencia de enfermedades gastrointestinales en el hogar durante el trimestre en que se aplicó la encuesta. De acuerdo con nuestros cálculos, los hogares beneficiarios reportaron, en promedio, 43,6% menos visitas médicas en comparación con el grupo de control. Asimismo, la incidencia de enfermedades gastrointestinales fue 38,5% menor en el grupo de tratamiento, lo cual podría estar asociado con mejoras en saneamiento básico. Aunque estos resultados no establecen causalidad directa, son consistentes con la literatura existente y fortalecen la hipótesis de que las intervenciones post-desastre pueden resultar en avances socioeconómicos netos en las comunidades afectadas. En particular, los estudios de Duflo et al. (2012) y Galiani et al. (2017) encuentran que los programas de vivienda reducen la incidencia de diarrea entre los hogares beneficiarios entre un 27% y 50%. Este efecto se explica principalmente por la disminución de los casos entre la población infantil, dado que los niños son especialmente vulnerables a este tipo de enfermedades.

7. Conclusiones

Este estudio evalúa el impacto de un programa gubernamental que entregó casas prefabricadas a hogares cuya vivienda fue destruida por una inundación catastrófica provocada por la ruptura del Canal del Dique a finales de 2010. Consistente con la literatura que destaca efectos positivos en variables asociadas con el bienestar de los hogares a partir de intervenciones gubernamentales post-desastre, nuestros resultados indican que la intervención redujo significativamente la incidencia de déficits habitacionales en una magnitud de entre 6,6 p.p. y 12,2 p.p., equivalente a una disminución entre 0,21 y 0,37 desviaciones estándar. Al realizar un análisis descriptivo del programa sobre algunas variables relacionadas con la salud de los hogares encontramos que el

¹⁰ Estos municipios pertenecen a gobiernos regionales distintos, de manera que la oferta en los servicios de salud puede variar considerablemente en función de las capacidades administrativas municipales y departamentales.

grupo de tratamiento reportó menos visitas médicas (43,6%) y una menor incidencia de enfermedades gastrointestinales (38,5%) en comparación con el grupo de control.

De acuerdo con Aguilera (2006), la subregión del Canal del Dique, incluyendo Santa Lucía, históricamente ha presentado condiciones socioeconómicas desfavorables. Dado que la intervención no solo mitigó las pérdidas habitacionales causadas por la inundación, sino que resultó en avances netos en la calidad de la vivienda entre los hogares beneficiarios, este estudio confirma la importancia de desarrollar y fortalecer políticas públicas orientadas al manejo efectivo de desastres naturales, particularmente en zonas vulnerables a los efectos del cambio climático.

Referencias

Aguilera-Díaz, M. (2006). El Canal del Dique y su subregión: una economía basada en la riqueza hídrica. En J. Vilorio De La Hoz (Ed.), *Subregiones productivas del Caribe colombiano* (pp. 123-194). Banco de la República. <https://babel.banrepcultural.org/digital/collection/p17054coll18/id/9>

Asian Disaster Preparedness Center (ADPC). (2011). *Guidelines for mainstreaming disaster risk reduction in the housing sector*. https://www.adpc.net/igo/category/ID106/doc/2013-iMDp26-ADPC-RCC_Guideline_Housing_Sector.pdf

Barattieri, A., Borda, P., Brugnoli, A., Pelli, M., & Tschopp, J. (2023). The short-run, dynamic employment effects of natural disasters: new insights from Puerto Rico. *Ecological Economics*, 205. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107693>

Bazrafshan, J., & Tabasi, A. (2015). Analyzing the impact of rural housing credits on indices of physical development and housing patterns (Case study: villages in the central part of the city of Kashmar). *American Journal of Engineering Research*, 4(6), 196-202. [https://www.ajer.org/v4\(6\).html](https://www.ajer.org/v4(6).html)

BID-CEPAL. (2012). *Valoración de daños y pérdidas: Ola invernal en Colombia 2010-2011*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/37958-valoracion-danos-perdidas-ola-invernal-colombia-2010-2011>

Brando, J., & Santos, R. (2015). La niña y los niños: effects of an unexpected winter on early life human capital and family responses. Documentos CEDE No. 2015-25, Universidad de los Andes.

Bratt, R. (2002). Housing and family well-being. *Housing Studies*, 17(1), 13–26. <https://doi.org/10.1080/02673030120105857>

Caruso, G. (2017). The legacy of natural disasters: The intergenerational impact of 100 years of disasters in Latin America. *Journal of Development Economics*, 127, 209-233. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2017.03.007>

Cattaneo, M., Galiani, S., Gertler, P., Martinez, S., & Titiunik, R. (2009). Housing, health, and happiness. *American Economic Journal: Economic Policy*, 1(1), 75-105. <https://doi.org/10.1257/pol.1.1.75>

Del Ninno, C., Dorosh, P., & Smith, L. (2003). Public policy, markets and household coping strategies in Bangladesh: avoiding a food security crisis following the 1998 floods. *World Development*, 31(7), 1221-1238. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(03\)00071-8](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(03)00071-8)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2020). *Déficit habitacional*. Nota Metodológica: Actualización 2020. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/deficit-habitacional#2020>

Duflo, E., Greenstone, M., Guiteras, R., & Clasen, T. (2015). Toilets can work: short and medium run health impacts of addressing complementarities and externalities in water and sanitation. *NBER Working Paper No. 21521*

Fondo de Adaptación para el Cambio Climático (FACC). (2015). *Programa nacional de reubicación y reconstrucción de viviendas para la atención de hogares damnificados y/o localizados en zonas de alto riesgo no mitigable afectados por los eventos derivados del Fenómeno de la Niña 2010-2011*. <https://www.fondoadaptacion.gov.co/index.php/normatividad/instructivo-general-programa-nacional-de-vivienda.html?download=188:instructivo-de-reconstruccion-en-sitio-propio>

Galiani, S., Gertler, P., Undurraga, R., Cooper, R., Martinez, S., & Ross, A. (2017). Shelter from the storm: upgrading housing infrastructure in Latin American slums. *Journal of Urban Economics*, 98, 187-213. <https://doi.org/10.1016/j.jue.2016.11.001>

Gignoux, J., & Menéndez, M. (2016). Benefit in the wake of disaster: long-run effects of earthquakes on welfare in rural Indonesia. *Journal of Development Economics*, 118, 26-44. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2015.08.004>

Gobernación del Atlántico. (2010, diciembre 4). *Vía Calamar-Santa Lucía* [Fotografía]. <https://www.youtube.com/watch?v=LRN8h0GH3UE>

Harker, L. (2007). The impact of housing on children's life chances. *Journal of Children's Services*, 2(3), 43-51. <https://doi.org/10.1108/17466660200700025>

Heger, M., & Neumayer, E. (2019). The impact of the Indian Ocean tsunami on Aceh's long-term economic growth. *Journal of Development Economics*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2019.06.008>

Jacoby, H., & Skoufias, E. (1997). Risk, financial markets, and human capital in a developing country. *The Review of Economic Studies*, 64(3), 311-335

Legovini, A., Martinez, S., Krishnan, N., & Coville, A. (2011). *Measuring success in human settlements development: an impact evaluation study of the Upgrading of Informal Settlements Programme in selected projects in South Africa*. World Bank. <https://doi.org/10.48529/1784-wh30>

Lynham, J., Noy, I., & Page, J. (2017). The 1960 tsunami in Hawaii: long-Term consequences of a coastal disaster. *World Development*, 94, 106-118. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.043>

Nashwan, A., Ahmed, S., Shaikh, T., & Waseem, S. (2023). Impact of natural disasters on health disparities in low-to middle-income countries. *Discover Health Systems*. 2(23). 1-7. <https://doi.org/10.1007/s44250-023-00038-6>

Park, A., & Wang, S. (2017). Benefiting From Disaster? Public and Private Responses to the Wenchuan Earthquake. *World Development*, 94, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.038>

Revista Semana. (2010, diciembre 9). *Canal del Dique después de la ola invernal* [Fotografía]. <https://www.semana.com/nacion/articulo/gobierno-estima-perdidas-lluvias-superan-mil-millones-dolares/125721-3/>

Rigolet, A. (2015). The effects of major natural disasters on developing and underdeveloped countries: a look at the savings rate. *Research in Business and Economics*, 2. <https://doi.org/10.26481/marble.2015.v2.103>

Rolfe, S., Garnham, L., Godwin, J., Anderson, I., Seaman, P., & Donaldson, C. (2020). Housing as a social determinant of health and wellbeing: developing an empirically-informed realist theoretical framework. *BMC Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s12889-020-09224-0>

Rosales-Rueda, M. (2018). The impact of early life shocks on human capital formation: evidence from El Niño floods in Ecuador. *Journal of Health Economics*, 62, 13-44. <https://doi.org/10.1016/j.jhealeco.2018.07.003>

Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (UNISDR). (2015). *Impacto de los desastres en América Latina y el Caribe 1990-2013*. <https://www.undrr.org/publication/impacto-de-los-desastres-en-america-latina-y-el-caribe-1990-2013>

Sánchez-Jabba, A. (2014). Análisis de la respuesta del Estado colombiano frente al Fenómeno de la Niña 2010-2011: El Caso de Santa Lucía. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional No. 206, Banco de la República.

Sánchez-Jabba, A. (2011). Después de la inundación. *Coyuntura Económica: Investigación Económica y Social*, 41(2), 213-246. <http://hdl.handle.net/11445/295>

Sawada, Y. (2007). The impact of natural and manmade disasters on household welfare. *Agricultural Economics*, 37(1), 59-73. <https://doi.org/10.1111/j.1574-0862.2007.00235.x>

Sawada, Y., & Shimizutani, S. (2008). How do people cope with natural disasters? Evidence from the Great Hanshin-Awaji (Kobe) earthquake in 1995. *Journal of Money, Credit and Banking*, 40(2-3), 463-488. <https://doi.org/10.1111/j.1538-4616.2008.00122.x>

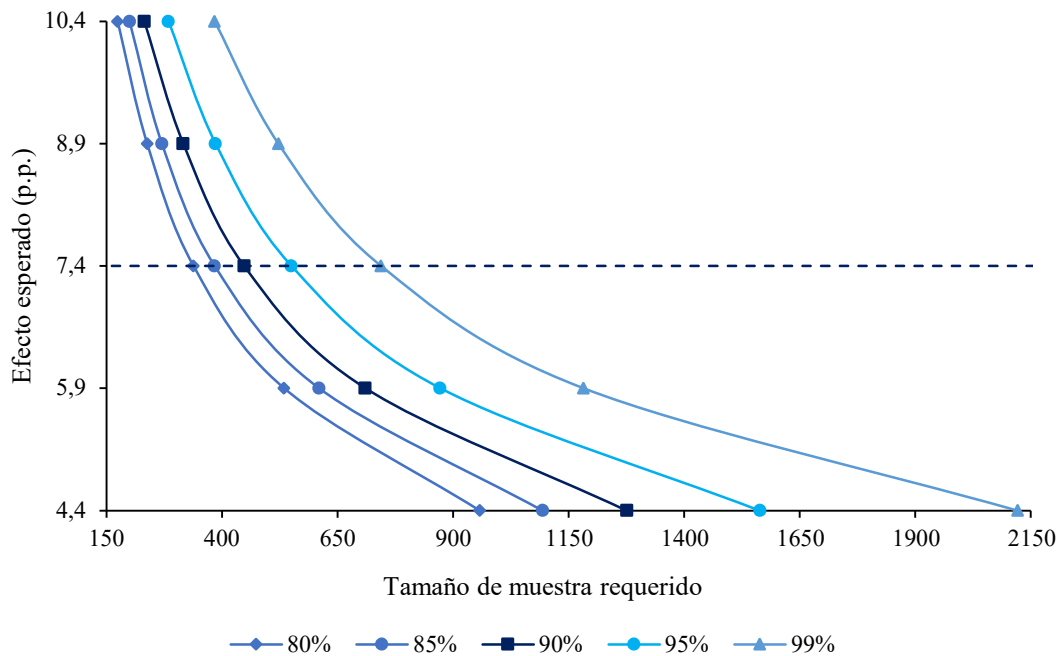
Takasaki, Y. (2017). Post-disaster informal risk sharing against illness. *World Development*, 94, 64-74. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.12.040>

Zhang, Z., & Zhang, P. (2023). The long-term impact of natural disasters on human capital: evidence from the 1975 Zhumadian flood. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2023.103671>

Anexo 1. Marco muestral (San Cristóbal, Bolívar)

Para evaluar la representatividad de la muestra en San Cristóbal se siguió la misma metodología de los cálculos de poder en Santa Lucía. Comparando dos grupos entre ambos municipios, se estimó un efecto esperado del programa correspondiente a una reducción de 7,4 p.p. sobre el índice de déficit habitacional, con un rango de ± 3 p.p. Los cálculos sugieren que el tamaño de la muestra en ambos grupos debía estar entre 200 y 2.122 hogares, de los cuales se requieren entre 60 y 795 hogares en San Cristóbal, dependiendo del poder estadístico y la magnitud del efecto esperado. Por lo tanto, se demuestra que la encuesta realizada alcanzó la muestra requerida para detectar el efecto del programa con un 99% de confianza estadística.

Figura A1. Cálculos de poder (San Cristóbal, Bolívar)



Nota: la figura indica el tamaño de muestra requerido para evaluar el efecto del programa de vivienda sobre las condiciones habitacionales. La línea punteada representa el efecto calculado como la diferencia de medias del índice de déficit habitacional entre ambos municipios.

Fuente: cálculos propios con base en la información del Sistema de Identificación de Potenciales Beneficiarios de Programas Sociales del Gobierno Nacional (SISBEN, 2009).

Anexo 2. Diferencias en el déficit habitacional (2008-2018)

	2008		2018	
	(1)	(2)	(1)	(2)
Déficit en material de los pisos	0,063	0,140 ***	-0,030	-0,019
Déficit en material de las paredes	0,098 **	0,089 **	-0,002	0,006
Déficit en instalaciones sanitarias	0,031	0,198 ***	-0,058	0,019
Déficit en la fuente de energía para cocinar	0,071	-0,134 **	-0,033	0,013
Índice de déficit habitacional	0,066	0,073 **	-0,031	0,005
Observaciones	247	314	247	314

(1) Hogares beneficiarios y no beneficiarios de Santa Lucía.
(2) Hogares beneficiarios y no beneficiarios de San Cristóbal.

Significancia: * $p < 0,1$; ** $p < 0,05$; *** $p < 0,01$.