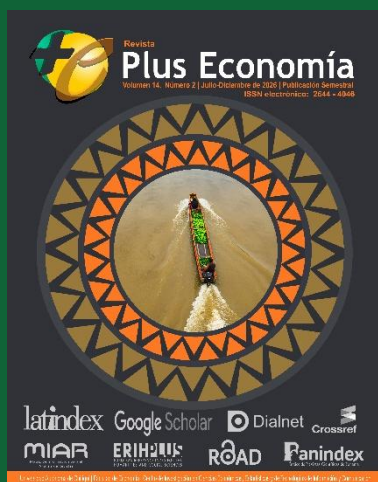




Revista **PLUS ECONOMÍA**

República de Panamá
Universidad Autónoma de Chiriquí (UNACHI)
Facultad de Economía
Centro de Investigación en Ciencias Económicas, Estadísticas y de Tecnologías de
Información y Comunicación (CICEETIC)
pluseconomia@unachi.ac.pa



ISSN electrónico: 2644-4046

INNOVACIONES EN INGENIERÍA CIVIL PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE EN REGIONES RURALES DE PANAMÁ

*Innovations in civil engineering for sustainable
economic development in rural regions of
Panama*

Vol. 14, Núm. 2 | Julio-Diciembre de 2026 |

pp. 74-87

Gabriel Jesús Montúfar Chiriboga

Universidad de Panamá (UP)



INNOVACIONES EN INGENIERÍA CIVIL PARA EL DESARROLLO ECONÓMICO SOSTENIBLE EN REGIONES RURALES DE PANAMÁ

DOI: <https://doi.org/10.59722/pluseconomia.v14i2.1291>

Fecha de recepción: 20/08/2025

Fecha de aprobación: 02/03/2026

Autor

**GABRIEL JESÚS
MONTÚFAR
CHIRIBOGA**

 <https://orcid.org/0000-0003-3392-3728>
gabriel.montufar@up.ac.pa

Afiliación

Facultad de Ingeniería,
Departamento de
Ingeniería Civil,
Universidad de Panamá
(UP), Panamá.

Resumen

Las regiones rurales de Panamá enfrentan desafíos en infraestructura, acceso a servicios básicos y vulnerabilidad climática, limitando su desarrollo económico sostenible. Este artículo explora innovaciones en ingeniería civil para mejorar el abastecimiento de agua, saneamiento, vías de comunicación, energía renovable y gestión de riesgos en estas áreas. Se destacan avances como sistemas anaerobios de tratamiento de aguas residuales, humedales artificiales flotantes, evaluaciones multicriterio de caminos rurales y dotación de energía solar en comarcas indígenas. Estas soluciones optimizan recursos, fomentan participación comunitaria y resiliencia ambiental, alineadas con objetivos de desarrollo sostenible. En comunidades como El Calabacito y Platanilla, se observan mejoras en calidad del agua y gobernanza hídrica, reduciendo riesgos sanitarios y promoviendo actividades productivas. La mitigación de impactos geológicos en acueductos y priorización de vías rurales impulsan conectividad y comercio local. El estudio concluye que estas intervenciones, integradas con políticas nacionales, reducen pobreza y mejoran calidad de vida mediante enfoques participativos adaptados a realidades locales.



Palabras clave

Ingeniería civil, desarrollo sostenible, zonas rurales, desarrollo económico, innovación tecnológica

Innovations in civil engineering for sustainable economic development in rural regions of Panama

Abstract: Rural regions of Panama face significant challenges in infrastructure, access to basic services, and climate vulnerability, limiting sustainable economic development. This article explores innovations in civil engineering aimed at improving water supply, sanitation, communication routes, renewable energy, and disaster risk management in these areas. Advances such as anaerobic wastewater treatment systems, floating artificial wetlands, multi-criteria assessments of rural roads, and solar energy provision in indigenous comarcas are highlighted. These solutions optimize resources, promote community participation, and environmental resilience, aligned with sustainable development goals. In communities like El Calabacito and Platanilla, improvements in water quality and governance reduce health risks and promote productive activities. Mitigation of geological impacts in aqueducts and prioritization of rural roads boost connectivity and local trade. The study concludes that these interventions, integrated with national policies, reduce poverty and improve quality of life through participatory approaches adapted to local realities.

Keywords: civil engineering, sustainable development, rural areas, economic development, technological innovation

1. INTRODUCCIÓN

Las regiones rurales de Panamá representan una porción significativa del territorio nacional, caracterizadas por su diversidad geográfica, cultural y

económica. Sin embargo, estas áreas enfrentan obstáculos persistentes que obstaculizan su progreso, tales como la limitada infraestructura básica, la exposición a riesgos ambientales y la



desigualdad en el acceso a servicios esenciales. Según indicadores recientes, una gran parte de la población rural vive en condiciones de pobreza, con deficiencias en el abastecimiento de agua potable, saneamiento adecuado y conectividad vial, lo que afecta directamente la productividad agrícola, el turismo y el comercio local (Sánchez-Galán, 2021). En este contexto, la ingeniería civil emerge como una disciplina clave para impulsar el desarrollo económico sostenible, mediante la implementación de soluciones innovadoras que integren aspectos técnicos, sociales y ambientales.

El desarrollo económico sostenible en las zonas rurales implica no solo el crecimiento productivo, sino también la preservación de recursos naturales y la mejora en la calidad de vida de las comunidades. Panamá, con su posición geográfica estratégica y riqueza en biodiversidad, ha experimentado avances en políticas públicas orientadas a estos objetivos, como el Plan Estratégico Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres (Sistema Nacional de Protección Civil, 2022) y la Cuarta

Comunicación Nacional sobre Cambio Climático (Ministerio de Ambiente de Panamá, 2023). No obstante, las regiones rurales, especialmente en provincias como Herrera, Darién y las comarcas indígenas Ngäbe-Buglé, continúan rezagadas debido a factores como la topografía accidentada, el cambio climático y la limitada inversión en infraestructura.

Innovaciones en ingeniería civil, tales como el diseño de acueductos resilientes, sistemas de tratamiento de aguas residuales de bajo costo y la rehabilitación de caminos rurales, han demostrado potencial para revertir esta situación. Por instancia, estudios en comunidades como El Calabacito revelan que el diagnóstico y mejora de sistemas hídricos subterráneos pueden garantizar agua potable segura, reduciendo enfermedades y permitiendo una mayor dedicación a actividades económicas (Melgar et al., 2021). De manera similar, la percepción social de impactos ambientales en proyectos viales, como en Los Santos, subraya la necesidad de enfoques integrados que minimicen daños al suelo y agua, fomentando una economía más verde (Arrocha & Camarena, 2025). Asimismo,



estudios recientes desarrollados en Panamá destacan que la integración de sistemas inteligentes en edificaciones y el uso de concretos sostenibles pueden complementar las intervenciones rurales al mejorar la eficiencia energética, la durabilidad y la resiliencia de la infraestructura frente al cambio climático (Montúfar Chiriboga, 2024; Castillo-Martínez et al., 2025).

Históricamente, la evolución de la red vial en Panamá, desde el inicio de la República, ofrece lecciones valiosas para la planificación actual de infraestructuras rurales, enfatizando la importancia de mantenimiento preventivo y adaptación a condiciones locales (Ricord-Bernal, 2023). Además, la vulnerabilidad al cambio climático en comarcas como Ngäbe-Buglé, donde el acceso a agua y servicios básicos es precario, requiere innovaciones que incorporen energías renovables y gestión de riesgos (Torres Méndez, 2024; Ruíz & Mack-Vergara, 2024).

Este artículo busca analizar estas innovaciones, destacando su contribución al desarrollo económico sostenible. Se basa en una revisión exhaustiva de literatura reciente,

incluyendo diagnósticos locales y planes nacionales, para proponer un marco integral que alinee la ingeniería civil con los objetivos de equidad y resiliencia. Al hacerlo, se pretende no solo identificar avances técnicos, sino también discutir barreras socioeconómicas y recomendaciones para su implementación efectiva, contribuyendo al debate sobre el rol de la infraestructura en la reducción de la pobreza rural (Him Camaño et al., 2025; Sánchez-Galán, 2021). En las secciones siguientes, se detalla la metodología empleada, el desarrollo de los temas clave y una discusión sobre sus implicaciones.

2. METODOLOGÍA

La elaboración de este artículo se basa en una revisión sistemática de literatura especializada, enfocada en publicaciones académicas, informes institucionales y estudios de caso relacionados con innovaciones en ingeniería civil en Panamá. Se seleccionaron referencias publicadas entre 2020 y 2025, priorizando aquellas que abordan temas como agua, saneamiento, vías rurales y energía en



contextos rurales. El proceso incluyó la identificación de fuentes a través de bases de datos académicas y sitios institucionales, seguido de un análisis cualitativo y cuantitativo de los contenidos.

Se empleó un enfoque mixto: cualitativo para interpretar percepciones sociales y recomendaciones políticas (por ejemplo, encuestas en comunidades como Platanilla y Los Santos), y cuantitativo para evaluar datos técnicos como eficiencia de sistemas de tratamiento y costos de infraestructura (Isaza Santos et al., 2022; Sierra-Varela et al., 2024). Las variables clave analizadas incluyen calidad del agua, remoción de contaminantes, costos de implementación e impactos económicos, categorizadas según criterios de sostenibilidad (Melgar & Deago, 2021).

Además, se integraron herramientas de análisis multicriterio, inspiradas en métodos como el de evaluación de caminos rurales, para priorizar innovaciones con mayor potencial (Sierra-Varela et al., 2024). La síntesis de información se realizó mediante triangulación de datos,

asegurando validez al contrastar hallazgos de múltiples fuentes. Limitaciones incluyen la accesibilidad a datos recientes en áreas remotas, mitigadas mediante referencias oficiales como el Inventario de Desastres (Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá, 2023).

3. DESARROLLO

El desarrollo de innovaciones en ingeniería civil en regiones rurales de Panamá se organiza en subsecciones temáticas, abarcando agua y saneamiento, vías de comunicación, energía renovable y gestión de riesgos ambientales. Cada área integra avances técnicos con impactos socioeconómicos, considerando la diversidad de contextos locales como provincias costeras o comarcas indígenas.

3.1. Abastecimiento de agua y saneamiento

En las zonas rurales panameñas, el acceso a agua potable es crítico para la salud y la economía. Diagnósticos en comunidades como El Calabacito



revelan que acueductos abastecidos de fuentes subterráneas presentan calidad fisicoquímica aceptable, pero con altos niveles de coliformes, requiriendo desinfección con cloro para cumplir normativas (Melgar et al., 2021).

La gobernanza del agua en Platanilla, Darién, destaca la necesidad de participación comunitaria y planificación territorial para superar inestabilidades políticas (Sánchez-Galán et al., 2024). Humedales artificiales flotantes ofrecen una solución ecológica para tratar ríos, removiendo contaminantes y agregando valor paisajístico, ideal para áreas rurales con recursos limitados (Delvalle-Borrero et al., 2022).

Riesgos geológicos en acueductos de Coclé, como exceso de hierro y plomo, vinculados a rocas volcánicas, exigen sistemas de filtración avanzada para mitigar enfermedades renales (Domínguez et al., 2025). Laboratorios móviles facilitan evaluaciones rápidas de calidad del agua en zonas remotas, optimizando recursos (Guevara et al., 2025).

Antes de presentar la Tabla 1, es relevante destacar que la categorización

de variables en acueductos rurales permite identificar factores clave que influyen en la calidad del agua, operación y mantenimiento. Esta tabla, basada en análisis de comunidades como El Calabacito, resume parámetros críticos y sus impactos, facilitando la planificación de mejoras sostenibles (Melgar & Deago, 2021).

Tabla 1:
Categorización de variables en acueductos rurales de Panamá

Variable	Descripción	Impacto en calidad
Turbidez	Medida de claridad del agua	Excede límites, afecta potabilidad
Alcalinidad	Capacidad de neutralizar ácidos	Alta, influye en corrosión
Dureza	Concentración de minerales	Elevada, causa incrustaciones
Coliformes	Indicador de contaminación	Altos niveles, riesgo sanitario
Cloro residual	Desinfectante remanente	Bajo, requiere monitoreo

Fuente: Melgar & Deago, 2021

La Tabla 1 ilustra cómo variables como la turbidez y los coliformes comprometen la potabilidad del agua en acueductos rurales, mientras que la alcalinidad y dureza afectan la infraestructura a largo plazo.



En saneamiento, la transición de letrinas simples a tecnologías de recuperación de recursos en comunidades indígenas muestra interés en compostaje, aunque barreras culturales persisten (Libby et al., 2020).

Antes de la Tabla 2, se describe que la comparación de sistemas anaerobios para tratamiento de aguas residuales en escuelas rurales resalta diferencias en costos y eficiencia, promoviendo opciones accesibles para desarrollo sostenible (Isaza Santos et al., 2022).

Tabla 2
Comparación de sistemas de tratamientos anaerobios

Sistema	Costo por m²	Remoción de sólidos (%)	Costo total relativo
Tanque Imhoff	Alto	74.7	100%
Reactor anaerobio de flujo ascendente	Bajo (48% menos)	76.7	98%

Fuente: Isaza Santos et al., 2022

La Tabla 2 evidencia que el reactor anaerobio de flujo ascendente ofrece ventajas en costo y eficiencia de remoción de sólidos comparado con el tanque Imhoff, lo que lo hace ideal para escuelas rurales con presupuestos limitados.

3.2. Vías de comunicación

Los caminos rurales son esenciales para la conectividad económica en Panamá, donde la topografía variada y las precipitaciones intensas generan desafíos constantes en mantenimiento y accesibilidad. Métodos multicriterio evalúan vías basadas en indicadores sociales, ambientales y económicos, priorizando intervenciones sostenibles que integren pavimentos resistentes y drenajes eficientes (Sierra-Varela et al., 2024).

Lecciones de programas del Banco Interamericano de Desarrollo enfatizan pavimentos económicos, como mezclas asfálticas recicladas, y mantenimiento comunitario para extender la vida útil de las vías (Peñaloza & Caldo, 2024). En distritos como Los Santos, la percepción social de impactos ambientales en obras viales revela preocupaciones por erosión del suelo y contaminación de fuentes de agua, lo que impulsa diseños que incorporen medidas de mitigación como barreras vegetales y sistemas de retención de sedimentos (Arrocha & Camarena, 2025). Históricamente, el estudio de caminos al inicio de la



República destaca errores pasados en planificación, como ignorar condiciones climáticas, ofreciendo guías para redes rurales actuales que prioricen resiliencia y equidad (Ricord-Bernal, 2023).

Además, en cuencas como la del Canal de Panamá, planes de ordenamiento territorial ambiental integran vías rurales con conservación de ecosistemas, evitando fragmentación hábitat y promoviendo turismo ecológico (Autoridad del Canal de Panamá & Banco Interamericano de Desarrollo, 2022).

3.3. Energía renovable y gestión de riesgos

La dotación de energía solar en Ngäbe-Buglé potencia actividades locales, integrando mini-redes aisladas que suministran electricidad a comunidades sin acceso a la red nacional, facilitando iluminación, refrigeración de alimentos y operación de pequeñas empresas (Ministerio de Gobierno – Panamá & aliados, 2025; Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo, 2020).

Para riesgos de desastres, planes nacionales abordan

inundaciones y deslizamientos que afectan infraestructuras rurales, incorporando diseños resilientes como puentes elevados y muros de contención (Quesada-Román et al., 2024; Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá, 2023). El inventario de desastres registra eventos que interrumpen accesos viales y servicios, destacando la necesidad de mapeo geológico preventivo y sistemas de alerta temprana integrados con comunidades (Sistema Nacional de Protección Civil, 2022). En contextos climáticos, vulnerabilidades en Ngäbe-Buglé requieren infraestructuras adaptadas, como acueductos elevados resistentes a sequías e inundaciones, combinadas con energías renovables para bombeo autónomo (Torres Méndez, 2024; Ministerio de Ambiente de Panamá, 2023; Ministerio de Ambiente de Panamá, 2024). De igual forma, la interdependencia entre energía y agua obliga a considerar sistemas de respaldo eléctrico y diversificación energética para proteger la continuidad operativa de acueductos y sistemas de bombeo en contextos vulnerables (Montúfar Chiriboga, 2025).



4. DISCUSIÓN

Las innovaciones analizadas demuestran que la ingeniería civil puede catalizar el desarrollo económico rural en Panamá, al mejorar la eficiencia de recursos y reducir vulnerabilidades. Por ejemplo, sistemas de tratamiento de aguas como humedales flotantes y reactores anaerobios no solo resuelven déficits sanitarios, sino que generan subproductos útiles como fertilizantes, impulsando la agricultura familiar y reduciendo costos operativos (Delvalle-Borrero et al., 2022; Isaza Santos et al., 2022). Sin embargo, desafíos como la baja participación comunitaria y costos iniciales requieren enfoques integrados que incluyan financiamiento accesible y educación local para superar barreras culturales (Libby et al., 2020; Sánchez-Galán et al., 2024).

En vías de comunicación, métodos multicriterio y lecciones históricas permiten priorizar inversiones que maximicen impactos sociales, como en Los Santos, donde mitigación ambiental evita degradación y promueve ecoturismo (Sierra-Varela et al., 2024; Ricord-Bernal, 2023). Comparado con regiones urbanas, las rurales enfrentan

mayores riesgos climáticos, lo que justifica diseños resilientes alineados con memorias climáticas nacionales (Ruíz & Mack-Vergara, 2024; Ministerio de Ambiente de Panamá, 2024). La energía solar en comarcas indígenas ilustra cómo renovables pueden empoderar economías locales, pero su escalabilidad depende de políticas que aborden mantenimiento y equidad de género en beneficiarios (Him Camaño et al., 2025; Torres Méndez, 2024).

Gestión de riesgos, mediante planes estratégicos, mitiga desastres que erosionan avances económicos, como inundaciones que aíslan comunidades (Quesada-Román et al., 2024). Futuras investigaciones deben enfocarse en escalabilidad, integrando datos geoquímicos para acueductos y laboratorios móviles para monitoreo continuo (Domínguez et al., 2025; Guevara et al., 2025). Propuestas incluyen alianzas público-privadas para financiamiento y evaluaciones integrales que midan impactos en pobreza rural, asegurando que innovaciones contribuyan a equidad y sostenibilidad a largo plazo (Sánchez-Galán, 2021; Peñaloza & Caldo, 2024).



5. CONCLUSIÓN

En síntesis, las innovaciones en ingeniería civil representan una vía promisorio para el desarrollo económico sostenible en regiones rurales de Panamá, integrando avances técnicos con contextos locales para superar desafíos estructurales. Recomendaciones incluyen mayor inversión en capacitación comunitaria para operación y mantenimiento de infraestructuras, como acueductos y caminos, asegurando su durabilidad y beneficios continuos. Políticas nacionales deben priorizar fondos para energías renovables en comarcas vulnerables, fomentando modelos híbridos que combinen solar con gestión de riesgos para resiliencia climática. Además, evaluaciones participativas pueden identificar brechas socioeconómicas, promoviendo inclusión de grupos marginados como mujeres y indígenas en la planificación. Al implementar estas medidas, Panamá puede reducir desigualdades rurales, impulsando un crecimiento inclusivo que preserve recursos naturales y eleve la calidad de vida, contribuyendo a metas globales de desarrollo sostenible.

REFERENCIAS

- Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo. (2020). Acceso universal a la energía en Panamá: mini-redes y sistemas aislados en comunidades indígenas (línea de acción técnica). AECID (documento técnico).
<https://www.aecid.es/documents/d/oce-panama/anexo-i-descripcion-de-la-accion-1>
- Arrocha, D. A., & Camarena Q., F. H. (2025). Percepción de impactos ambientales en proyecto de infraestructura vial en Los Santos, Panamá. *Revista Semilla del Este*, 5(2), 80-99.
<https://doi.org/10.48204/semillaest.e.v5n2.6501>
- Autoridad del Canal de Panamá & Banco Interamericano de Desarrollo. (2022). Plan Indicativo de Ordenamiento Territorial Ambiental (PIOTA) de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.
https://pancanal.com/wp-content/uploads/2022/08/01_Documento-PIOTA.pdf



- Castillo-Martínez, K. J., Guerra-Chanis, G., & Mack-Vergara, Y. L. (2025). Developing Coastal Resilience to Climate Change in Panama Through Sustainable Concrete Applications. *Journal of Composites Science*, 9(11), 575. <https://doi.org/10.3390/jcs9110575>
- Delvalle-Borrero, D. M., Medina, J. R., & Fuentes, K. (2022). Humedales artificiales flotantes y su valor paisajístico en ríos (aplicabilidad como SBN). *Prisma Tecnológico*, 13(1), 3–9. <https://doi.org/10.33412/pri.v13.1.2871>
- Domínguez, A., Segundo, F., Arrocha, J., Miranda, L., Chong, T., Sandoval, H., Martínez, E., Gutiérrez, E., Rodríguez, R., Nieto, C., Franco, C., Aponte-González, L., Vergara Chen, C., Olmos, J., Vargas Lombardo, M., Moreno-Chavez, J. Jiménez-Oyola, S., & González-Valoys, A. C. (2025). Geochemical Insights into Health Risks from Potentially Toxic Elements in Rural Aqueducts of Cocle, Panama: Unveiling Links to Local Geology. *Water*, 17(1), 110. <https://doi.org/10.3390/w17010110>
- Guevara, J. E. O., Broce, K., Gómez Zanetti, N. A., Henríquez, D., Ellis, C., & Mack-Vergara, Y. L. (2025). The Impact of a Mobile Laboratory on Water Quality Assessment in Remote Areas of Panama. *Sustainability*, 17(15), 7096. <https://doi.org/10.3390/su17157096>
- Him Camaño, M. I., Camarena González, H. R., Pimentel Montilla, D., & Lozano Vásquez, B. A. (2025). Caracterización socio económica de las familias beneficiarias del Programa Red de Oportunidades en el Programa Anexo Sitio Prado de la Universidad de Panamá. *Revista Colegiada de Ciencia*, 6(2), 62–78. <https://doi.org/10.48204/j.colegiada.v6n2.a7204>
- Isaza Santos, I. I., Vallejo Bocanegra, J., & De La Cruz, J. (2022). Comparación de dos sistemas de tratamientos anaerobios de aguas residuales de características homogéneas para escuelas ubicadas en áreas rurales con



- sistema de tratamiento preliminar. Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios, 9(1), 68–80.
https://revistas.up.ac.pa/index.php/revista_colon_ctn/article/view/2619
- Libby, J. A., Wells, E. C., & Mihelcic, J. R. (2020). Moving up the sanitation ladder while considering function: An assessment of indigenous communities, pit latrine users, and their perceptions of resource recovery sanitation technology in Panama. Environmental Science & Technology, 54(23), 15065-15073.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.0c04120>
- Melgar, Y., & Deago, E. (2021). Categorización de variables que inciden en la calidad de agua, operación y mantenimiento de los acueductos rurales de la comunidad de El Calabacito en Herrera, Panamá. Actas del XVIII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología (APANAC 2021), 278–283.
<https://doi.org/10.33412/apanac.2021.3196>
- Melgar, Y., Deago, E., & Tejedor, N. (2021). Diagnóstico de acueductos rurales abastecidos de fuentes subterráneas: Caso de estudio El Calabacito, Provincia de Herrera, Panamá. I+D Tecnológico, 17(2), 66-76.
<https://doi.org/10.33412/idt.v17.2.3256>
- Ministerio de Ambiente de Panamá. (2023). Cuarta Comunicación Nacional sobre Cambio Climático de Panamá. https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2023/08/4CNCC_2023_L.pdf
- Ministerio de Ambiente de Panamá. (2024). Memoria 2023 de la Dirección de Cambio Climático. <https://transparencia-climatica.miambiente.gob.pa/wp-content/uploads/2024/05/Memoria-DC-2023.pdf>
- Ministerio de Economía y Finanzas de Panamá. (2023). Inventario de Desastres 2023 (evidencias de deslizamientos e inundaciones que afectan accesos y servicios en distritos rurales). <https://www.mef.gob.pa/wp->



- content/uploads/2023/06/Inventario-de-los-Desastres-2023.pdf
- Ministerio de Gobierno – Panamá & aliados. (2025). Energía solar para potenciar áreas de la Comarca Ngäbe-Buglé (nota institucional con antecedentes de implementación). Sitio MINGOB. <https://www.mingob.gob.pa/mediante-la-dotacion-de-energia-solar-buscan-potenciar-diversas-areas-de-la-comarca-ngabe-bugle/>
- Montúfar Chiriboga, G. J. (2024). El estado del arte de la integración de sistemas inteligentes en la edificación y su impacto en la eficiencia energética. REICIT, 4(2), 169-182. <https://doi.org/10.48204/reict.v4n2.6759>
- Montúfar Chiriboga, G. J. (2025). Fallas eléctricas y desabastecimiento de agua en Panamá: análisis y propuestas de solución, 2025. REICIT, 5(1), 40-51. <https://doi.org/10.48204/reicit.v5n1.7678>
- Peñaloza, C., & Caldo, A. (2024). Lecciones aprendidas de los programas de caminos rurales financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo en América Latina y el Caribe (Nota Técnica N° IDB-TN-02879). Banco Interamericano de Desarrollo. <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Lecciones-aprendidas-de-los-programas-de-caminos-rurales-financiados-por-el-Banco-Interamericano-de-Desarrollo-en-America-Latina-y-el-Caribe.pdf>
- Quesada-Román, A., Rivera-Solís, J., & Picado-Monge, A. (2024). Occurrence, impacts, and future challenges of disaster risk in Panama. Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards, 19(1), 45–61. <https://doi.org/10.1080/17499518.2024.2337389>
- Ricord-Bernal, I. (2023). Estudio sobre la situación de los caminos y carreteras en Panamá al inicio de la República (lecciones históricas para la red rural actual). Orbis Cognita, 7(2). <https://doi.org/10.48204/j.orbis.v7n2.a4149>



- Ruíz, M. A., & Mack-Vergara, Y. L. (2024). Analysis of Climate Risk in Panama's Urban Areas. *Climate*, 12(7), 104. <https://doi.org/10.3390/cli12070104>
- Sánchez-Galán, E. A. (2021). Pobreza rural y agricultura familiar (indicadores de servicios e infraestructura básica en comarcas). *Semilla Este*, 3(2), 45–62. https://revistas.up.ac.pa/index.php/semilla_este/article/download/2021/1728
- Sánchez-Galán, E. A., Murillo, M., & Conte, A. A. (2024). Diagnóstico de la gobernanza del agua para el desarrollo de la comunidad rural de Platanilla, Darién, Panamá. *Perspectivas Rurales Nueva Época*, 22(43), 1–25. <https://doi.org/10.15359/prne.22-43.2>
- Sierra-Varela, L., Filun-Santana, Á., Araya, F., Villegas-Flores, N., & Martínez-Soto, A. (2024). Rural Road Assessment Method for Sustainable Territorial Development. *Applied Sciences*, 14(23), 11021. <https://doi.org/10.3390/app142311021>
- Sistema Nacional de Protección Civil. (2022). Plan Estratégico Nacional de Gestión Integral del Riesgo de Desastres 2022–2030. Gobierno de Panamá (marco técnico). <https://www.sinaproc.gob.pa/wp-content/uploads/2022/12/Gird-PLAN.pdf>
- Torres Méndez, L. C. (2024). Vulnerabilidad al cambio climático en la Comarca Ngäbe-Buglé (agua y servicios básicos). *Acción y Reflexión Educativa*, 8(3), 1–20. https://revistas.up.ac.pa/index.php/accion_reflexion_educativa/article/download/6559/5073