Instituto Internacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico Educativo INDTEC, C.A.
DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

Sequía del Canal de Panamá y Comercio Exterior del Pacífico Sudamericano: Una Revisión Sistemática

Luis Adrián Sandoval Albuja[1]
[1]*Universidad Central del Ecuador (UCE), Quito, Ecuador*
lasandovala@uce.edu.ec | https://orcid.org/0009-0005-6805-2397
Correspondencia: lasandovala@uce.edu.ec

Resumen: El objetivo de este estudio fue sintetizar la evidencia publicada entre 2022 y 2025 sobre los efectos de la sequía de 2023 y 2024, asociada al fenómeno de El Niño, en la operación del Canal de Panamá y en el comercio exterior de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. La revisión sistemática, de método analítico, enfoque cualitativo y diseño documental no experimental, siguió la guía PRISMA 2020. Se consultaron *Crossref*, DOAJ y los sitios web de organismos oficiales, y de 7,560 registros identificados se incluyeron 44 documentos, 29 artículos de revista y 15 informes institucionales y documentos de literatura gris, que se sintetizaron de forma narrativa y temática con cinco criterios de calidad, sin una herramienta formal de riesgo de sesgo. Los hallazgos indican que el año fiscal 2024 cerró con 11,240 tránsitos, 20.2% menos que el anterior, y que entre los años fiscales 2023 y 2024 la carga con origen o destino en Chile y en Colombia bajó cerca de 37% y 38%, la de Perú 20% y la de Ecuador 6%. En 2023, el valor exportado de banano y plátano de Ecuador creció 15.4%, por lo que la evidencia no respalda un perjuicio general en ese rubro. Se concluye que la sequía redujo la capacidad del Canal y la carga de estos países, pero que sus efectos sobre las exportaciones no pueden atribuirse a ella con la evidencia disponible, y que persisten vacíos sobre Chile y sobre los costos de transporte medidos con fuentes primarias.

Palabras clave: Canal de Panamá; sequía; El Niño; comercio exterior; logística marítima.
Código de clasificación internacional UNESCO: 5310.04 - Operaciones comerciales internacionales.
Clasificación OCDE-FOS: 5.2 - Economía y comercio.

Panama Canal Drought and South American Pacific Foreign Trade: A Systematic Review

Abstract: The objective of this study was to synthesize the evidence published between 2022 and 2025 on the effects of the 2023 and 2024 drought, associated with the El Niño phenomenon, on the operation of the Panama Canal and on the foreign trade of Colombia, Ecuador, Peru, and Chile. The systematic review, with an analytical method, a qualitative approach, and a non-experimental documentary design, followed the PRISMA 2020 guideline. We consulted Crossref, DOAJ, and the websites of official agencies, and from 7,560 records identified, we included 44 documents, 29 journal articles and 15 institutional reports and gray literature documents, which we synthesized narratively and thematically using five quality criteria, without a formal risk-of-bias tool. The findings indicate that fiscal year 2024 closed with 11,240 transits, 20.2% fewer than the previous year, and that between fiscal years 2023 and 2024 cargo originating in or destined for Chile and Colombia fell by close to 37% and 38%, Peru's by 20%, and Ecuador's by 6%. In 2023, the export value of Ecuadorian bananas and plantains grew by 15.4%, so the evidence does not support a general loss in that category. It is concluded that the drought reduced the Canal's capacity and the cargo of these countries, but that its effects on exports cannot be attributed to it with the available evidence, and that gaps remain regarding Chile and regarding transport costs measured with primary sources.

Keywords: Panama Canal; drought; El Niño; foreign trade; maritime logistics.
UNESCO International Classification Code: 5310.04 - International trade operations.
OECD-FOS Classification: 5.2 - Economics and trade.

Seca do Canal do Panamá e Comércio Exterior do Pacífico Sul-Americano: Uma Revisão Sistemática

Resumo: O objetivo deste estudo foi sintetizar a evidência publicada entre 2022 e 2025 sobre os efeitos da seca de 2023 e 2024, associada ao fenômeno de El Niño, na operação do Canal do Panamá e no comércio exterior da Colômbia, do Equador, do Peru e do Chile. A revisão sistemática, de método analítico, abordagem qualitativa e delineamento documental não experimental, seguiu o guia PRISMA 2020. Consultaram-se a Crossref, a DOAJ e os sites de organismos oficiais e, de 7.560 registros identificados, foram incluídos 44 documentos, 29 artigos de periódico e 15 relatórios institucionais e documentos de literatura cinzenta, que foram sintetizados de forma narrativa e temática com cinco critérios de qualidade, sem uma ferramenta formal de risco de viés. Os achados indicam que o ano fiscal de 2024 fechou com 11.240 trânsitos, 20,2% a menos que o ano anterior, e que, entre os anos fiscais de 2023 e 2024, a carga com origem ou destino no Chile e na Colômbia caiu cerca de 37% e 38%, a do Peru 20% e a do Equador 6%. Em 2023, o valor exportado de banana e plátano do Equador cresceu 15,4%, motivo pelo qual a evidência não respalda um prejuízo geral nesse item. Conclui-se que a seca reduziu a capacidade do Canal e a carga desses países, mas que seus efeitos sobre as exportações não podem ser atribuídos a ela com a evidência disponível, e que persistem lacunas sobre o Chile e sobre os custos de transporte medidos com fontes primárias.

Palavras-chave: Canal do Panamá; seca; El Niño; comércio exterior; logística marítima.
Código de Classificação Internacional da UNESCO: 5310.04 - Operações de comércio internacional.
Classificação OCDE-FOS: 5.2 - Economia e comércio.

Cómo citar este artículo:
Sandoval, L. A. (2026). Sequía del Canal de Panamá y Comercio Exterior del Pacífico Sudamericano: Una Revisión Sistemática. *Revista Scientific, 11*(40), 190–207. https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207

Fecha de Recepción:	Fecha de Aceptación:	Fecha de Publicación:
06-10-2025	17-12-2025	05-05-2026

Revista Scientific - Artículo de Revisión Sistemática - Arbitrado - Volumen 11, Número 40 - Mayo-Julio 2026 - pp. 190-207
pp. BA2016000002 - e-ISSN: 2542-2987 - ISNI: 0000 0004 6045 0361

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

1. Introducción

Los pasos marítimos estratégicos concentran una parte decisiva del comercio mundial. De acuerdo con Haralambides (2024), el Canal de Panamá es la segunda arteria de ese comercio y su sequía, sumada a la crisis del Mar Rojo, configuró una «tormenta perfecta» para la costa este de Norteamérica. Esa sequía, asociada a El Niño, obligó a restringir la capacidad del Canal en 2023 y 2024 y puso a prueba la dependencia de los países del Pacífico sudamericano, que lo emplean para llegar a la costa este de Estados Unidos, el Caribe y Europa.

1.1. Contexto y marco conceptual

El Canal de Panamá comunica los océanos Atlántico y Pacífico mediante un sistema de esclusas que funciona con agua dulce del lago Gatún y de la cuenca hidrográfica que lo abastece. Esa dependencia convierte a la lluvia en una variable operativa: cuando los aportes de la cuenca disminuyen, el operador del Canal debe limitar el número de buques que transita y el calado autorizado, es decir, la profundidad que alcanza el casco de un buque cargado. En el año fiscal 2023, el Canal registró 14,080 tránsitos y 511.1 millones de toneladas PC/UMS, el sistema universal de arqueo del Canal, y cerca de 72.5% de su carga tuvo como origen o destino a Estados Unidos (Autoridad del Canal de Panamá [ACP], 2023).

Para los países del Pacífico sudamericano, el Canal es una vía hacia la costa este de Estados Unidos, el Caribe y Europa. Según los cuadros de carga por país de la ACP (2023), en el año fiscal 2023 se movilizaron por el Canal, entre origen y destino, 27.5 millones de toneladas largas de Chile, 19.7 de Perú, 16.9 de Colombia y 14.0 de Ecuador. Conforme a la *United Nations Conference on Trade and Development* (UNCTAD, 2024a), cerca de 22% del volumen del comercio exterior de Chile, casi 22% del de Perú y 26% del de Ecuador, calculado sobre los volúmenes comerciados en 2021, cruzaba el Canal. Por ello, una restricción prolongada del tránsito puede alterar los costos, los plazos y la competitividad de las exportaciones de esos países.

La sequía de 2023 y 2024 fue el episodio que puso a prueba esa dependencia. En el año fiscal 2023, las lluvias sobre la cuenca sumaron 1,998 mm, 25% por debajo del promedio histórico de 2,659 mm y el registro más seco desde 1951, y la *National Oceanic and Atmospheric Administration* declaró el inicio de El Niño el 8 de junio de 2023 (ACP, 2023). Como informa la *World Meteorological Organization* (WMO, 2024b), las temperaturas superficiales del Pacífico tropical oriental superaron los umbrales típicos de El Niño en junio de 2023 y las condiciones quedaron bien establecidas en la atmósfera y el océano a inicios de septiembre. Un estudio de atribución rápida de *World Weather Attribution*, aún no publicado en revistas arbitradas, concluyó que una sequía de esa severidad habría sido improbable sin El Niño (Tandon, 2024).

La respuesta operativa fue gradual. La ACP redujo la capacidad de tránsito de 36 a cerca de 32 buques diarios desde el 30 de julio de 2023 y anunció después una reducción escalonada de los cupos de reserva: 25 desde el 3 de noviembre, 24 desde el 8 de noviembre, 22 en diciembre y 20 en enero de 2024 (Jung *et al.*, 2025), con 18 previstos hacia febrero (UNCTAD, 2024a). Esas cifras corresponden a cupos programados y no a tránsitos efectivamente realizados (UNCTAD, 2024b). El año fiscal 2024 cerró con menos tránsitos y menos tonelaje que el anterior, aunque sin una caída de los ingresos totales (ACP, 2024).

El fenómeno afecta al comercio exterior por dos vías diferentes. La primera es la logística marítima: las restricciones de tránsito y de calado alargan las esperas, encarecen la reserva de cupos y desvían rutas. La segunda es climática y productiva: El Niño altera las lluvias y las temperaturas en otras regiones, de modo que el mismo evento que redujo las lluvias en la cuenca del Canal se asoció con precipitaciones intensas en las costas de Ecuador y Perú (WMO, 2024a). Esta revisión distingue ambas vías porque sus efectos sobre las exportaciones no tienen el mismo origen y, por tanto, no pueden atribuirse a la misma causa.

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

1.2. Revisiones previas y justificación

Las revisiones y síntesis previas se concentran en ámbitos distintos del que aborda este trabajo. Un primer grupo analiza los cuellos de botella marítimos de forma general: dos editoriales sobre la crisis del Mar Rojo examinan cómo las restricciones en pasos estratégicos reconfiguran las redes y las cadenas de suministro, y mencionan la sequía del Canal como un factor concurrente (Haralambides, 2024; Notteboom *et al.*, 2024). Un segundo grupo modeliza riesgos sistémicos. Por una parte, Verschuur *et al.* (2025) estiman el valor esperado del comercio interrumpido en los pasos marítimos del mundo y, por otra, Key *et al.* (2024) simulan pérdidas de producto interno bruto por retrasos climáticos en el comercio agrícola; ninguno de los dos desglosa los efectos por país del Pacífico sudamericano.

Un tercer grupo, de alcance regional, lo conforman los informes de organismos internacionales. Entre ellos, la UNCTAD (2024a) examinó la dependencia de Chile, Perú y Ecuador respecto del Canal, y otro incorporó la sequía en su análisis del comercio de la región (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2025). Ambos son documentos descriptivos, apoyados en datos secundarios, y no constituyen revisiones sistemáticas. Los estudios por país, por último, son escasos y proceden sobre todo de trabajos de grado y de informes gremiales, como los referidos a Colombia (Atehortúa-Quinchía, 2024), Ecuador (Pineda, 2024) y Perú (Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales [CIEN-ADEX], 2024).

Entre las revisiones previas identificadas en las búsquedas de este trabajo no se encontró ninguna que relacione de forma conjunta la sequía de 2023 y 2024 con la operación del Canal y con el comercio exterior de Colombia, Ecuador, Perú y Chile. Por tanto, queda pendiente una síntesis que ordene la evidencia disponible, distinga la que procede de fuentes primarias de la que reproduce cifras de segunda mano y señale los vacíos por país. Esa es la contribución que justifica la presente revisión.

1.3. Pregunta de investigación y objetivo

Con base en lo anterior, la revisión se guía por una pregunta formulada con el marco PEO, que organiza la población, la exposición y el resultado: ¿qué evidencia publicada entre 2022 y 2025 permite establecer cómo la sequía de 2023 y 2024, asociada al fenómeno de El Niño, afectó la operación del Canal de Panamá y el comercio exterior de Colombia, Ecuador, Perú y Chile?

El objetivo de esta revisión sistemática es sintetizar la evidencia publicada entre 2022 y 2025 sobre los efectos de la sequía de 2023 y 2024, asociada a El Niño, en la operación del Canal de Panamá y en el comercio exterior de Colombia, Ecuador, Perú y Chile, y caracterizar la solidez de esa evidencia por tipo de documento y por fuente de sus datos.

2. Metodología

Esta sección describe cómo se identificaron, se verificaron y se sintetizaron los documentos de la revisión, para que las cifras reportadas correspondan al corpus analizado y puedan comprobarse con la lista de referencias.

La metodología se declara a partir de tres elementos. El método fue analítico, porque la evidencia se descompuso por documento, país y eje temático antes de integrarse en una síntesis. El enfoque fue cualitativo, ya que la revisión interpreta y compara documentos publicados, aunque incorpora cifras de fuentes oficiales y de estudios cuantitativos. El diseño fue no experimental, porque no se manipularon variables, y de tipo documental, porque se limita a estudios, informes y estadísticas ya publicados. En coherencia con Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), quienes distinguen las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta y describen los diseños no experimentales como aquellos en los que no se manipulan las variables, el enfoque y el diseño se declararon en esos términos.

El procedimiento se apoyó en cinco referencias metodológicas. En primer lugar, Kitchenham y Charters (2007) establecen directrices para planificar, ejecutar y reportar revisiones sistemáticas de la literatura. En

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

segundo lugar, Higgins *et al.* (2024) sustentan en su manual el rigor en la selección, la extracción y la síntesis de la evidencia.

Además, por tratarse de una revisión en ciencias sociales, Paul *et al.* (2021) organizan el proceso en las etapas de reunión, ordenamiento y evaluación de la evidencia. A su vez, Campbell *et al.* (2020) proponen la guía con que se reportó la síntesis sin metaanálisis. En último término, Braun y Clarke (2022), para quienes los temas resultan de decisiones reflexivas de quien investiga y no emergen por sí solos de los datos, orientaron la construcción de los ejes temáticos.

2.1. Protocolo y registro

No se dispone de un protocolo previo registrado en PROSPERO ni en otro registro, por lo que la revisión no cuenta con un plan público contra el cual comparar los cambios introducidos durante el proceso. De PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021) se aplicó lo pertinente a este diseño, en particular el diagrama de flujo, la descripción de las fuentes, los criterios y el proceso de síntesis. Se apartan de la guía la ausencia de registro del protocolo, la selección por un único revisor y la falta de una evaluación formal del riesgo de sesgo, y la lista de verificación PRISMA 2020 no se incluye como material complementario.

2.2. Criterios de elegibilidad

El marco PEO orientó la pregunta de investigación. La población está formada por la operación del Canal de Panamá y por el comercio exterior de Colombia, Ecuador, Perú y Chile; la exposición, por la sequía de 2023 y 2024 asociada a El Niño, con sus restricciones de tránsito y de calado; y el resultado, por los tránsitos, los tiempos de espera, los costos, las rutas, el volumen y el valor de las exportaciones y las emisiones. Al tratarse de efectos observados y no de intervenciones, no se definió un comparador único: se compararon períodos, en particular los años fiscales 2023 y 2024, y países entre sí, y las variables de exposición y de resultado se registraron tal como las define cada documento.

Se incluyeron artículos de revista, informes de organismos oficiales e internacionales, estadísticas oficiales, trabajos de titulación y notas de organizaciones reconocidas, publicados entre el 1 de enero de 2022 y el 31 de diciembre de 2025, en español, inglés o francés. También se admitieron dos artículos en japonés y uno con el cuerpo en georgiano que cuentan con resumen en inglés, y que se leyeron a partir de ese resumen y de sus datos bibliográficos. Se admitieron como estudios de contexto los que caracterizan el evento climático de 2023 y 2024 o sus efectos regionales, que no se utilizaron para valorar efectos comerciales.

Se excluyeron los *preprints* y los manuscritos no publicados, los blogs sin fuentes verificables, los pronósticos de consultoras cuyas cifras no figuran en el documento, las reproducciones secundarias de cifras de la ACP cuando se disponía de la fuente primaria, los documentos posteriores a 2025, los estudios ajenos a la sequía del Canal, a El Niño de 2023 y 2024 o al comercio de los países de interés, y los registros cuya página del editor no pudo leerse de forma normal o cuya editorial no admite la verificación que exigen las políticas de la revista, y los documentos sin DOI cuyas cifras respaldaba otro documento incluido con DOI.

2.3. Fuentes de información

La búsqueda de artículos se realizó en *Crossref*, mediante su interfaz pública, y en el *Directory of Open Access Journals* (DOAJ). Los documentos institucionales se buscaron de forma directa en los sitios web de la ACP, la UNCTAD, la CEPAL, la WMO, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia, el Banco Central del Ecuador, el CIEN-ADEX y *Carbon Brief*, y en el repositorio de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, junto con búsquedas manuales dirigidas de artículos. No se consultaron bases de datos de suscripción como *Scopus* o *Web of Science*. La última búsqueda y verificación se realizó el 6 de octubre de 2026, y cada registro se contrastó con su fuente original, es decir, con la página del editor o del emisor y con el registro de *Crossref* cuando existía un DOI.

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

En esa verificación, los comunicados de la WMO y la nota del Foro Económico Mundial se sustituyeron por documentos con DOI que tratan los mismos hechos, y las dos ediciones de la CEPAL se citaron con el DOI de su edición de Naciones Unidas. También se retiraron del corpus el aviso de la ACP sobre los cupos de tránsito y el boletín técnico de la CEPAL sobre los puertos, porque documentos incluidos con DOI respaldan las mismas cifras.

2.4. Estrategia de búsqueda

Las consultas se formularon como cadenas de texto libre, en inglés y en español, en cuatro rondas sucesivas, con filtro por tipo de documento (artículo de revista) y por año de publicación entre 2021 y 2025, en función de la ronda; el criterio de 2022 a 2025 se aplicó después, en la selección. La ecuación siguiente resume la lógica de esas consultas: ("*Panama Canal*" *OR* "Canal de Panamá" *OR* "*Gatun Lake*" *OR* "*maritime chokepoints*") *AND* (*drought OR* sequía *OR* "El Niño" *OR climate OR* clima *OR* "*water levels*" *OR* "*transit restrictions*") *AND* (*trade OR* comercio *OR exports OR* exportaciones *OR logistics OR* logística *OR shipping OR* "*supply chain*" *OR freight OR emissions OR rerouting*). Se añadieron consultas que combinaban el Canal con Ecuador, Perú, Chile y Colombia, y otras sobre El Niño de 2023 y las exportaciones de América Latina.

2.5. Proceso de selección de estudios

La selección siguió cuatro fases. En la identificación se reunieron los registros de las dos bases y los de otros métodos, y se eliminaron los duplicados por DOI o por título normalizado. En el cribado se aplicó primero una regla léxica automática, que retuvo los registros cuyo título o resumen nombraba el Canal, los pasos marítimos o El Niño de 2023 y 2024 junto con términos de comercio, transporte o producción, y después se leyeron los títulos y los resúmenes de los registros retenidos.

En la elegibilidad se leyó el resumen o el texto y se verificó la página del editor, y en la inclusión se conservaron los documentos que cumplían todos los criterios. La regla léxica se ajustó una vez, al comprobar que su primera versión omitía estudios sobre El Niño de 2023 y 2024 que no nombraban el Canal.

La selección estuvo a cargo de un único revisor, con apoyo de un asistente de inteligencia artificial para aplicar la regla léxica y comprobar los datos bibliográficos, sin cribado independiente por pares. Por ello no hubo discrepancias entre revisores que resolver: las dudas de elegibilidad se resolvieron aplicando literalmente los criterios y, cuando persistían, se excluyó el registro. Los recuentos de cada fase se presentan en la sección de resultados.

2.6. Extracción de datos

De cada documento incluido se extrajeron los autores, el año, el ámbito geográfico, el diseño o tipo de documento, la población o la muestra, la variable de interés y los principales hallazgos, con las cifras y la página o sección de origen. Se empleó un formulario de extracción estandarizado, organizado como matriz con siete columnas comunes a todos los documentos. La extracción fue realizada por un único revisor, sin extracción independiente, lo que se reconoce como limitación. Las cifras se tomaron de la fuente primaria cuando el documento la citaba y se contrastaron con ella; cuando solo reproducía datos de segunda mano, se registró esa condición. En los documentos con texto en japonés o georgiano se extrajo únicamente el contenido del resumen en inglés.

2.7. Evaluación de la calidad y síntesis de los datos

No se aplicó una herramienta validada de evaluación del riesgo de sesgo, porque el corpus reúne artículos empíricos y de modelación, ensayos, estadísticas oficiales e informes que no admiten un único instrumento. En su lugar se utilizó una lista de cinco criterios: que la fuente fuera verificable en la página del editor o del emisor con datos bibliográficos coincidentes, que declarara la fuente de sus datos, que describiera su método o la naturaleza del documento, que sus cifras fueran propias o remitieran a una fuente primaria identificable y que su cobertura temporal incluyera 2023

Revista Scientific - Artículo de Revisión Sistemática - Arbitrado - Volumen 11, Número 40 - Mayo-Julio 2026 - pp. 190-207
pp. BA2016000002 - e-ISSN: 2542-2987 - ISNI: 0000 0004 6045 0361

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

o 2024. La evaluación estuvo a cargo de un único evaluador y orienta la interpretación de los hallazgos, sin excluir documentos.

La síntesis fue narrativa y temática. Los hallazgos de cada documento se agruparon en ejes construidos mediante la comparación entre documentos, y cada eje se contrastó con la literatura en la discusión. No se realizó metaanálisis, por la heterogeneidad de los diseños, de las unidades de medida y de los períodos. Las variaciones porcentuales que no figuran en las fuentes se calcularon a partir de sus cuadros y se identifican como cálculo propio.

3. Resultados

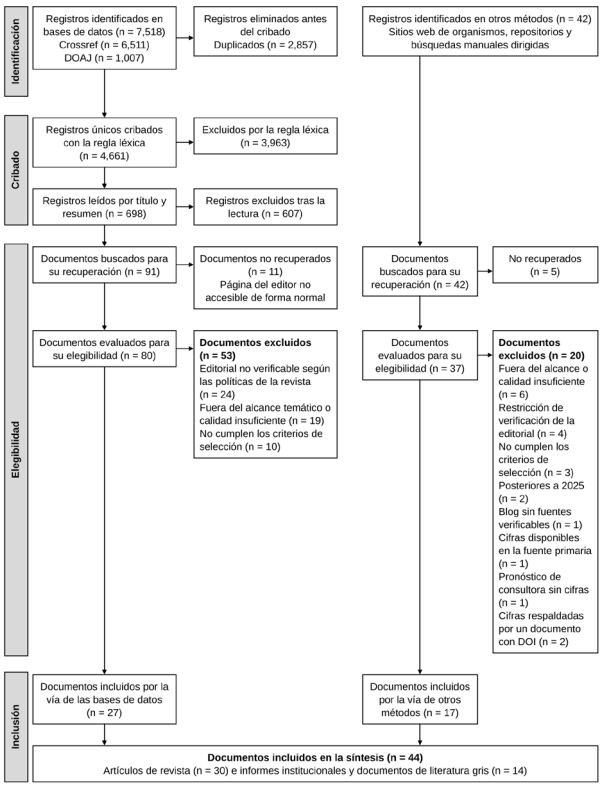
Esta sección presenta el proceso de selección de los documentos, sus características, la valoración de su calidad y la síntesis de los hallazgos, organizada en torno a la pregunta de investigación.

3.1. Selección de estudios (diagrama de flujo PRISMA)

El proceso de selección se resume en un diagrama de flujo adaptado de PRISMA 2020 (Page *et al.*, 2021), con dos vías de identificación. Por la vía de las bases de datos se recuperaron 7,518 registros, 6,511 de *Crossref* y 1,007 de DOAJ, de los cuales se eliminaron 2,857 duplicados, y quedaron 4,661 registros únicos. La regla léxica excluyó 3,963 y los 698 restantes se leyeron por título y resumen: se excluyeron 607 y se buscaron 91 documentos para su recuperación. De estos, 11 no pudieron recuperarse porque la página del editor no era accesible de forma normal, y 80 se evaluaron para su elegibilidad. Se excluyeron 53: 24 por pertenecer a editoriales cuya verificación no admiten las políticas de la revista, 19 por quedar fuera del alcance temático o por calidad insuficiente y 10 por no cumplir los criterios de selección, ya fuera por alcance, diseño o duplicidad. Por esta vía se incluyeron 27 documentos.

Por la vía de otros métodos se identificaron 42 registros en sitios web de organismos, repositorios y búsquedas manuales dirigidas; 5 no pudieron recuperarse y 37 se evaluaron. Se excluyeron 20: 6 por quedar fuera del alcance o por calidad insuficiente, 4 por la restricción de verificación de la editorial, 3 por no cumplir los criterios, 2 por ser posteriores a 2025, 1 por tratarse de un blog sin fuentes verificables, 1 por reproducir cifras de la ACP de las que se disponía en la fuente primaria, 1 por ser un pronóstico de consultora cuyas cifras no figuran en el documento y 2 porque documentos incluidos con DOI respaldaban sus mismas cifras (un aviso de la ACP y un boletín técnico de la CEPAL). Por esta vía se incluyeron 17 documentos, y la síntesis reúne así 44 documentos.

Figura 1. Diagrama de flujo de la selección de documentos.



Nota. Fuente: Sandoval (2025), adaptada de Page *et al.* (2021).

Como muestra la figura 1, el principal descenso del corpus se produjo en el cribado: la regla léxica y la lectura de títulos y resúmenes descartaron 4,570 de los 4,661 registros únicos de las bases, y solo 91, es decir, 1.95%, llegaron a la fase de recuperación. En la elegibilidad, 53 de los 80 documentos evaluados se excluyeron, por lo que esta fase fue más exigente que el cribado, y de los 91 documentos buscados se incluyeron 27 (29.7%).

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

Cerca de dos quintas partes del corpus final (17 de 44 documentos) proceden de la vía de otros métodos, lo que refleja que buena parte de los datos operativos y comerciales sobre el Canal se publica en informes institucionales y no en revistas.

3.2. Características de los estudios incluidos

Los 44 documentos incluidos se publicaron entre 2022 y 2025: 2 en 2022, 5 en 2023, 26 en 2024 y 11 en 2025. Veintinueve son artículos publicados en revistas (Tabla 1), de los cuales 22 son estudios empíricos o de modelación y 7 son ensayos, editoriales o notas divulgativas, y los otros 15 son informes institucionales y documentos de literatura gris (Tabla 2): 4 estadísticas oficiales, 8 informes de organismos internacionales y 3 documentos de literatura gris. Por idioma, 15 están en español, 24 en inglés, 2 en francés, 2 en japonés y 1 tiene el cuerpo en georgiano; los documentos en japonés y en georgiano se leyeron a partir de su resumen en inglés.

Por ámbito, la mayoría de los documentos trata el Canal, el evento climático o los pasos marítimos a escala global o regional, y los demás se centran en uno o dos países. Colombia es el foco de cuatro (Atehortúa-Quinchía, 2024; Díaz y González, 2025; Roa-Ortiz *et al.*, 2024; Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2024) y Ecuador de otros tres (Banco Central del Ecuador [BCE], 2024; Pineda, 2024; Velásquez *et al.*, 2024). Un informe regional abarca nueve países de América Latina, con Ecuador y Perú incluidos (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2023).

Perú es el foco de un informe gremial (CIEN-ADEX, 2024) y de un estudio compartido con Ecuador (Martinez-Villalobos *et al.*, 2024), y Chile solo aparece junto con Colombia en un estudio sobre el carbón (Ho y Bernal, 2022) y en los cuadros de los organismos internacionales.

Tabla 1. Características de los artículos de revista incluidos.

Autor(es) / Año	País	Diseño	Población o muestra	Variable de interés	Principales hallazgos
Akakura y Nishitani (2025)	Global (Canal de Panamá y Mar Rojo)	Evaluación cuantitativa con datos AIS y modelo de equilibrio general espacial	Buques desviados hasta noviembre de 2024	Pérdidas económicas y emisiones de CO2	Pérdidas directas de USD 46.5 a 55.4 mil millones hasta noviembre de 2024 y aumento cercano a 7% del CO2 del transporte marítimo internacional
Atehortúa-Quinchía (2024)	Colombia	Cualitativo exploratorio con datos secundarios	Exportaciones colombianas de 2023	Exportaciones que transitan el Canal	La participación de mercancías colombianas en el Canal bajó levemente en 2023; el efecto de la sequía es difícil de aislar
Bonfanti (2024)	Mar Rojo y Canal de Suez	Revisión bibliográfica exploratoria con datos de *IMF PortWatch*	Tránsitos diarios, noviembre de 2023 a marzo de 2024	Tráfico marítimo y desvío por el Cabo de Buena Esperanza	El tráfico por Suez cayó poco más de 60% entre noviembre de 2023 y marzo de 2024; contexto de la crisis simultánea
Calvo y Ríos (2024)	Panamá	Modelación hidrológica y análisis de precipitación	Caudales de 1960 a 2010 y lluvias de 1960 a 2022	Confiabilidad hídrica y de calado	La confiabilidad de calado pasó de 97% a 68.5% tras la ampliación; la temporada seca de 2023 figura entre las diez más secas
Charlier (2023)	Panamá y América del Norte	Análisis descriptivo de estadísticas del Canal	Tráfico por años fiscales, con énfasis en 2009 a 2022	Tráfico total y por segmentos	El tránsito creció 55% hasta 296 millones de toneladas tras las nuevas esclusas; los hidrocarburos ganaron peso frente a los contenedores
Coloane y Gil-Alana (2023)	Panamá	Series temporales con modelos de integración fraccional	Caudales mensuales de seis estaciones desde 1960	Persistencia de los caudales fluviales	Memoria larga en todas las series y sin tendencias significativas; los choques tardan en disiparse
Díaz y González (2025)	Colombia	Cuantitativo descriptivo con series de tiempo	Series de 2009 a 2024 de fuentes oficiales	Balanza comercial agropecuaria, precios y PIB agropecuario	En 2015 a 2016 y 2023 a 2024 subieron el IPC y las importaciones de alimentos y cayó el PIB agropecuario, sobre todo el pesquero
Fernández-Alvarez *et al.* (2025)	Amazonía y norte de América del Sur	Cómputo lagrangiano con reanálisis	Base de datos de 1994 a 2023	Fuentes de humedad y temperatura	Sequía récord de 2022 a 2024 asociada al paso de La Niña a El Niño, con severidad máxima de septiembre a noviembre de 2023
Haralambides (2024)	Global	Editorial	No aplica	Cuellos de botella del comercio marítimo	El Canal es la segunda arteria del comercio; su sequía y la crisis del Mar Rojo configuran una «tormenta perfecta» para la costa este de Norteamérica
Ho y Bernal (2022)	Colombia y Chile	Modelos *logit* de elección de ruta	Carbón térmico de 2016 a 2020, 432 observaciones	Elección entre el Canal y la ruta alterna	El costo del viaje, la diferencia de distancia, el calado máximo y el peaje influyen en la elección de ruta
Hu *et al.* (2024)	Global	Análisis observacional y simulaciones de pronóstico	Evento de 2023 y 2024	Causas y predicción de El Niño	Segundo evento más fuerte del siglo XXI; la acumulación de calor oceánico fue la causa principal

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

Autor(es) / Año	País	Diseño	Población o muestra	Variable de interés	Principales hallazgos
Key *et al.* (2024)	Global	Modelo logístico acoplado a equilibrio general	Escenarios a 2030 en 32 regiones	PIB y comercio agrícola	Pérdidas combinadas de PIB de hasta USD 34 mil millones en 2030 en tres pasos marítimos, y de hasta USD 2 mil millones en la Unión Europea
Kornei (2025)	Panamá	Artículo divulgativo	No aplica	Tránsitos, lluvia y operaciones	11,240 tránsitos en 2024 frente a 14,080 en 2023; lluvias de 2024 por debajo de 1,750 mm
López y Martínez (2024)	Panamá	Encuestas y entrevistas	20 entrevistas y una encuesta a prácticos y remolcadores	Tiempos de espera y operaciones portuarias	80% de los encuestados percibe que aumentó el tiempo para llegar a los puertos del Pacífico
Martinez-Villalobos *et al.* (2024)	Perú y Ecuador	Modelo inverso no lineal y simulaciones CESM	Observaciones de 1980 a 2020 y series sintéticas	El Niño costero extremo	Los eventos costeros extremos se vinculan con los modos meridionales del Pacífico; ejemplo de las inundaciones de 2017 y 2023
Miossec (2024)	Canales de Panamá y Suez	Análisis geográfico con datos secundarios	Series diarias de 2019 a 2024 y datos de la ACP	Tránsitos, rutas y costos	Tráfico total de 296 a 267 millones de toneladas; Shanghái a Nueva York toma 34 días por Panamá, 40 por Suez y 46 por el Cabo
Minobe *et al.* (2025)	Global	Síntesis cuantitativa con reanálisis y observaciones	Años 2023 y 2024	Extremos climáticos y balance energético	El desbalance energético terrestre y el paso de La Niña a El Niño explican los extremos de 2023 y 2024
Notteboom *et al.* (2024)	Global	Editorial analítico	Datos de la ACP, SCFI y prensa	Efectos en operaciones y cadenas de suministro	La capacidad de 40 tránsitos diarios bajó a 22 a fines de 2023 y a 24 en enero de 2024; el calado limita la carga
Peng *et al.* (2024)	Global (Mar Rojo)	Análisis de frecuencia con datos MRV y AIS	Buques de contenedores que circunvalan el Cabo	Emisiones de gases de efecto invernadero	Los desvíos podrían elevar las emisiones entre 23% y 75%
Peng *et al.* (2025)	Pacífico tropical	Experimentos con modelos atmosféricos y *hindcast* oceánico	Evento de 2023 y 2024	Calentamiento y vientos del Pacífico	El Niño de 2023 y 2024 se originó sobre todo por procesos oceánicos y fue muy predecible
Poladashvili y Makharadze (2024)	América Central y del Sur	Análisis cuantitativo con triangulación de fuentes	Tránsitos y carga de 2023 a mayo de 2024	Rutas comerciales, costos y cadenas	Las restricciones afectaron el comercio de países de Centro y Sudamérica; pesan menos en buques de contenedores, petroleros y gaseros que pagan por reservar
Prado *et al.* (2024)	Panamá	Revisión de literatura y análisis de precipitación	Lluvias de 2008 a 2019	Escasez y exceso de agua en los embalses	El cambio climático tiene implicaciones serias para la operatividad; sus datos terminan en 2019
Roa-Ortiz *et al.* (2024)	Colombia	Análisis económico descriptivo con fuentes secundarias	No aplica	Efectos esperados de El Niño de 2023 y 2024	Análisis previo al cierre del evento, sin método declarado y con cifras de prensa
Sikal *et al.* (2025)	Global	Marco híbrido de trayectorias AIS, conectividad y estudios de eventos	No declarada en el resumen	Fiabilidad, tiempos de tránsito y costos	Los choques en pasos marítimos degradan la fiabilidad, alargan los tiempos e inflan los costos
Tsutsui *et al.* (2022)	Panamá (cuenca del Gatún)	Modelo hidrológico WEB-RRI	Cuenca de 10,608 km2 y sequía de 2015	Descenso del nivel de agua	La diferencia de nivel de 39 cm entre 2015 y 2014 solo se reduce a 30 cm con una presa hipotética
Valdés (2024)	Panamá	No experimental descriptivo con fuentes secundarias	Documentos de la ACP y prensa	Retrasos e impacto comercial	Desde el 30 de julio de 2023 los tránsitos se ajustaron a 32 diarios; aumentaron los fletes y las rutas alternas
Velásquez *et al.* (2024)	Ecuador (Manabí)	Cuantitativo descriptivo correlacional	15 meses y dos estaciones meteorológicas	Precipitación y categoría del Índice Costero El Niño	2023 fue un año muy lluvioso en la microcuenca, con índice de anomalías de precipitación de 2.35
Verschuur *et al.* (2025)	Global	Modelo de riesgo sistémico	Pasos marítimos estratégicos	Comercio expuesto y pérdidas económicas	Comercio interrumpido esperado en el Canal de USD 11.0 mil millones al año, de los cuales USD 4.3 mil millones por sequía
Zhang *et al.* (2025)	Global	Datos observados, reanálisis y modelos atmosféricos	Período de 1979 a 2023	Teleconexiones de El Niño	Cuarto evento más fuerte desde 1979, con un patrón Pacífico-Norteamérica inusualmente débil

Nota. Fuente: Sandoval (2025).

La tabla 1 muestra que los artículos reúnen diseños muy distintos. Seis caracterizan el evento climático (Fernández-Alvarez *et al.*, 2025; Hu *et al.*, 2024; Martinez-Villalobos *et al.*, 2024; Minobe *et al.*, 2025; Peng *et al.*, 2025; Zhang *et al.*, 2025), dos examinan efectos regionales de El Niño en la producción o la lluvia (Díaz y González, 2025; Velásquez *et al.*, 2024) y cinco abordan la hidrología y la operación del Canal (Calvo y Ríos, 2024; Charlier, 2023; Coloane y Gil-Alana, 2023; Prado *et al.*, 2024; Tsutsui *et al.*, 2022). Nueve analizan el comercio, las rutas o los costos (Akakura y Nishitani, 2025; Atehortúa-Quinchía, 2024; Ho y Bernal, 2022; Key *et al.*, 2024; López y Martínez, 2024; Peng *et al.*, 2024; Poladashvili y Makharadze, 2024; Sikal *et al.*, 2025; Verschuur *et al.*, 2025) y siete son ensayos, editoriales o notas divulgativas.

Solo dos de los artículos de comercio tratan de forma directa el efecto del Canal sobre exportaciones de países sudamericanos, lo que explica por qué la evidencia sobre el comercio exterior descansa sobre todo en los documentos institucionales y de literatura

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

gris.

Tabla 2. Características de los documentos institucionales y de literatura gris incluidos.

Autor(es) / Año	País	Diseño	Población o muestra	Variable de interés	Principales hallazgos
ACP (2023)	Panamá	Informe anual institucional	14,080 tránsitos del año fiscal 2023	Tránsitos, tonelaje, carga por país y lluvias	14,080 tránsitos (-1.1%) y 511.1 millones PC/UMS; lluvias de 1,998 mm, 25% bajo el promedio; Chile 27.5, Perú 19.7, Colombia 16.9 y Ecuador 14.0 millones de toneladas largas
ACP (2024)	Panamá	Informe anual institucional	11,240 tránsitos del año fiscal 2024	Tránsitos, tonelaje, carga por país e ingresos	11,240 tránsitos (-20.2%) y 423.1 millones PC/UMS (-17.2%); ingresos de B/. 4,986 millones (+0.4%); carga de 210.3 millones de toneladas largas
Banco Central del Ecuador (BCE, 2024)	Ecuador	Reporte estadístico oficial	Exportaciones de bienes de enero a diciembre de 2023	Exportaciones totales, de banano y de camarón	Exportaciones de USD 31,126.4 millones (-4.7%); banano y plátano +15.4% en valor; camarón -1.2% en valor
CEPAL (2023)	América Latina y el Caribe	Informe anual con recuadro temático	Comercio regional de 2022 y primer semestre de 2023	Sequía y tráfico por el Canal	Esperas promedio de cuatro días y hasta 20 días en algunos casos; el recuadro se apoya en prensa y consultoras
CEPAL (2025)	América Latina y el Caribe	Informe anual con recuadro y cuadros	Comercio de 2022 a 2024 (2024 proyectado)	Tránsitos y exportaciones por país	Tránsitos 49% menos en enero de 2024 que en el máximo de diciembre de 2021; exportaciones de 2023 de USD 52,642 (Colombia), 31,484 (Ecuador), 67,518 (Perú) y 94,557 millones (Chile)
CIEN-ADEX (2024)	Perú	Informe descriptivo de inteligencia comercial	Exportaciones marítimas de 2023 y tráfico del año fiscal 2023	Efecto de la crisis hídrica en el comercio	Perú movió 8.9 millones de toneladas métricas por el Canal; exportaciones a la costa este y el Golfo de EE. UU. de USD 7,900.7 millones, a Europa de 7,627.5 y a África de 368.7
DANE (2024)	Colombia	Boletín técnico de estadística oficial	Exportaciones registradas de 2023 (cifras preliminares)	Valor FOB por grupos de productos	Exportaciones de USD 49,542.9 millones, 12.9% menos, por la caída de combustibles (-18.6%); no menciona el Canal
FAO (2023)	América Latina (nueve países)	Informe técnico de pronóstico y plan de acción	Nueve países de América Latina; escenarios de El Niño de 2023 y 2024	Impactos de El Niño en cultivos, ganadería, pesca y acuicultura	En Ecuador se esperaba afectación de los ciclos de maíz y arroz (65% a 85% de la producción anual) y los pescadores informaban 30% menos de capturas de atún desde febrero de 2023
Jung *et al.* (2025)	Asia y Estados Unidos (Canal de Panamá)	Documento de trabajo con datos de embarques y trayectorias de buques	Viajes de contenedores entre Asia y Estados Unidos, 2022 y 2023	Demoras de los viajes por el Canal	Los viajes por el Canal duraron 133.8 horas más y pasaron 33.6 horas más detenidos; calado reducido desde marzo de 2023 y tope de 32 tránsitos desde el 30 de julio
Pineda (2024)	Ecuador	Trabajo de titulación cualitativo con entrevistas	Tres entrevistados	Costos, tiempos y competitividad	Aumento de 31% del costo de transporte (Fedexpor, vía prensa); un entrevistado señala 25 días frente a 18 a 21; cifras internamente inconsistentes
Tandon (2024)	Panamá	Artículo periodístico sobre un estudio de atribución	Lluvias de Panamá y tráfico de 2023	Probabilidad de la sequía con y sin El Niño	Sequía improbable sin El Niño; probabilidad de 5% de lluvias tan bajas bajo El Niño; lluvias de mayo a diciembre de 2023 30% menores
UNCTAD (2024a)	Global; Chile, Perú y Ecuador	Evaluación rápida	Tránsitos mensuales de octubre de 2021 a enero de 2024	Tránsitos y dependencia comercial	Tránsitos 49% bajo el máximo; cruzaba el Canal 26% del volumen comerciado de Ecuador y cerca de 22% del de Chile y del de Perú
UNCTAD (2024b)	Global	Informe anual con series estadísticas	Tránsitos y comercio de 2023 y primer semestre de 2024	Tránsitos y recuperación	Tránsitos de mayo de 2024 19.2% menos que en mayo de 2023; promedio diario de 27 buques en enero y de 32 en abril de 2024
WMO (2024a)	América Latina y el Caribe	Informe regional anual	Región, año 2023	Impactos de El Niño	El Niño contribuyó en la segunda mitad de 2023 a sequías prolongadas en el Corredor Seco centroamericano y el norte de Sudamérica y a lluvias intensas e inundaciones en Ecuador y Perú; el bajo nivel del Canal restringió el tráfico desde agosto
WMO (2024b)	Global (Pacífico tropical)	Informe anual sobre el estado del clima	Indicadores climáticos de 2023	Inicio de El Niño	Las temperaturas del Pacífico oriental superaron los umbrales de El Niño en junio de 2023 y las condiciones quedaron bien establecidas a inicios de septiembre; El Niño fuerte a fines del año

Nota. Fuente: Sandoval (2025).

La tabla 2 ordena los 15 documentos por su emisor. Las estadísticas oficiales aportan las cifras del Canal y de las exportaciones de Colombia y Ecuador, los informes de los organismos internacionales ofrecen la comparación regional y la dependencia de cada país, y la literatura gris incorpora datos de Perú y testimonios del sector exportador de Ecuador. Esa distribución explica que las cifras de tránsito, de carga y de exportaciones se citen en esta revisión a partir de la fuente institucional, y que los artículos de revista se usen sobre todo para el contexto climático, la hidrología y los análisis de rutas y costos.

3.3. Evaluación de la calidad de los estudios

Los 44 documentos cumplen el primer criterio de calidad, porque su fuente se verificó en la página del editor o del emisor con datos bibliográficos coincidentes. En los demás criterios las diferencias son marcadas. Los documentos institucionales declaran la fuente de sus datos y, en el caso de la ACP, el BCE y el DANE, presentan datos propios; los artículos empíricos describen su método, aunque pocos incluyen una sección de limitaciones; y cinco estudios utilizan datos anteriores al evento y aportan antecedentes, no evidencia de 2023 o 2024 (Coloane y Gil-Alana, 2023; Ho y Bernal, 2022; Martinez-Villalobos *et al.*, 2024; Prado *et al.*, 2024; Tsutsui *et al.*, 2022). Las fortalezas y las limitaciones por tipo de evidencia se resumen a

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

continuación (tabla 3).

Tabla 3. Valoración de la calidad por tipo de evidencia.

Tipo de evidencia	n	Fortalezas	Limitaciones principales
Estadísticas oficiales (ACP, 2023, 2024; BCE, 2024; DANE, 2024)	4	Datos primarios del emisor, trazables a cuadros y páginas; las cifras del Canal provienen de su operador	La ACP es parte interesada; las cifras del DANE son preliminares; no atribuyen la variación comercial al Canal
Informes de organismos internacionales (UNCTAD, CEPAL, FAO, WMO, Jung *et al.*)	8	Series comparables y cobertura regional	Datos secundarios (*Clarksons Research*, prensa); la participación del Canal en el comercio mundial varía entre 2.16% y 14%
Literatura gris (CIEN-ADEX, Pineda, Tandon)	3	Datos y testimonios por país que no figuran en otras fuentes	Informe gremial que plantea efectos posibles sin cuantificar pérdidas; trabajo de titulación con tres entrevistas y cifras inconsistentes; estudio de atribución aún no publicado en revistas arbitradas y resumido en una nota periodística
Artículos empíricos o de modelación	22	Método y datos identificables; revisión por pares	Cinco usan datos anteriores a 2023; solo dos abordan de forma directa el efecto del Canal sobre exportaciones sudamericanas; algunos se leyeron a partir del resumen
Ensayos, editoriales y notas divulgativas	7	Contextualizan la crisis con datos del operador y de fuentes sectoriales	Sin método de investigación; cifras de segunda mano, sin fuente o internamente incoherentes

Nota. Fuente: Sandoval (2025).

La tabla 3 muestra que la solidez no es homogénea. Las cifras operativas del Canal y las exportaciones nacionales descansan en datos primarios, mientras que los efectos sobre el comercio de cada país dependen de informes gremiales, de un trabajo de titulación y de notas periodísticas, cuyas cifras son de menor solidez. Entre los estudios de revista, los de modelación climática son sólidos para describir el evento, pero no miden el comercio. Por esta razón, las conclusiones de la síntesis sobre el comercio exterior se formulan con cautela y se apoyan en la fuente primaria siempre que existe.

3.4. Síntesis de resultados

La síntesis se organiza en cinco ejes: el evento climático, la capacidad y el tráfico del Canal, la carga y las exportaciones por país, las rutas alternas con sus costos y emisiones, y las discrepancias entre fuentes. Los datos operativos del Canal se resumen a continuación (tabla 4).

Tabla 4. Indicadores operativos del Canal de Panamá en los años fiscales 2023 y 2024.

Indicador	Año fiscal 2023	Año fiscal 2024	Variación (%)
Tránsitos	14,080	11,240	-20.2
Toneladas PC/UMS (millones)	511.1	423.1	-17.2
Ingresos totales (millones de B/.)	4,968	4,986	+0.4
Carga total (toneladas largas)	285,779,272	210,306,847	-26.4
Granos (toneladas largas)	35,819,427	13,330,465	-62.8
Carbón y coque (toneladas largas)	13,805,760	3,279,462	-76.2
Productos de petróleo (toneladas largas)	86,324,552	70,511,776	-18.3
Carga contenerizada (toneladas largas)	63,018,898	62,785,682	-0.4
Carga de Chile (toneladas largas)	27,477,861	17,423,910	-36.6
Carga de Perú (toneladas largas)	19,731,883	15,705,666	-20.4
Carga de Colombia, sin tráfico intercostero (toneladas largas)	16,390,424	10,097,826	-38.4
Carga de Ecuador (toneladas largas)	13,958,353	13,178,206	-5.6

Nota. Fuente: Sandoval (2025), con datos de ACP (2023, 2024).

La tabla 4 muestra que la caída del año fiscal 2024 fue de 20.2% en los tránsitos y de 17.2% en el tonelaje PC/UMS, mientras que los ingresos se mantuvieron. Las variaciones por producto y por país son cálculo propio a partir de los cuadros de la ACP; las cifras del año fiscal 2023 son las revisadas en el informe de 2024, y la carga de Colombia se compara sin el tráfico intercostero para que ambos años sean equivalentes. La carga con origen o destino en Chile y en Colombia cayó más que la total, la de Perú algo menos y la de Ecuador apenas, y los granos y el carbón concentraron las mayores caídas por producto.

En el eje climático, los estudios coinciden en que el evento de 2023 y 2024 fue un El Niño fuerte, con rasgos particulares. A juicio de Hu *et al.* (2024), el evento fue el segundo más fuerte del siglo XXI hasta ahora y se originó principalmente por la acumulación de calor oceánico; en opinión de Zhang *et al.* (2025), fue el cuarto más fuerte desde 1979, con teleconexiones extratropicales inusualmente débiles. Desde la óptica de Peng *et al.* (2025), el evento se originó sobre todo por procesos oceánicos y fue muy predecible con anticipación, y, como plantean Minobe *et al.* (2025), se relaciona con el paso de La Niña a El Niño y con un desbalance energético terrestre excepcional. Sus efectos regionales fueron heterogéneos.

Al respecto, Fernández-Alvarez *et al.* (2025) asocian la sequía récord de 2022 a 2024 en la Amazonía con esa transición, con severidad máxima entre septiembre y noviembre de 2023, y El Niño contribuyó, en la segunda mitad de 2023, a sequías prolongadas en

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

el Corredor Seco centroamericano y el norte de Sudamérica y a lluvias intensas e inundaciones en las costas de Ecuador y Perú (WMO, 2024a). En esa línea, en la microcuenca Sarampión, en Manabí, el índice de anomalías de precipitación de 2023 fue de 2.35, propio de un año muy lluvioso (Velásquez *et al.*, 2024).

Sobre la causa de la sequía en la cuenca del Canal, el estudio de atribución indica que lluvias tan bajas tienen una probabilidad de 5% incluso en condiciones de El Niño (Tandon, 2024). De forma complementaria, la temporada seca de 2023 ocupa el sexto lugar entre las diez más secas desde 1960, y todas las temporadas más secas del registro analizado coinciden con episodios del fenómeno (Calvo y Ríos, 2024). Los antecedentes confirman que las restricciones por falta de agua no son nuevas: hubo limitaciones de carga en 1998, durante 108 días, y en 2015 y 2016, durante 42 días (Prado *et al.*, 2024), y la simulación de la sequía de 2015 indica que una presa hipotética solo reduciría de 39 a 30 cm la diferencia de nivel del lago (Tsutsui *et al.*, 2022). Por añadidura, las series de caudales de la cuenca muestran memoria larga y los choques hidrológicos tardan en disiparse (Coloane y Gil-Alana, 2023).

En el eje operativo, las fuentes coinciden en la dirección de los cambios y difieren en su medida. De conformidad con Jung *et al.* (2025), quienes emplean datos de posiciones de buques y de embarques de contenedores entre Asia y Estados Unidos, los viajes por el Canal duraron en promedio 133.8 horas más y pasaron 33.6 horas más detenidos que antes de la sequía. Los cupos de reserva programados se elevaron de 20 a 24 diarios desde el 16 de enero de 2024 (Jung *et al.*, 2025); el promedio fue de 27 buques diarios en enero de 2024 y de 32 en abril, frente a un promedio de largo plazo de 38 (UNCTAD, 2024b), y los datos mensuales de *Clarksons Research* muestran una caída de 49% frente al máximo de fines de 2021 (UNCTAD, 2024a). En el año fiscal 2024, los graneleros redujeron su tonelaje PC/UMS en 55.9% y los buques de gas natural licuado en 64.7% (ACP, 2024).

Con otra métrica, el tráfico total descendió de 296 a 267 millones de toneladas (Miossec, 2024), y la capacidad se ubicó en 22 tránsitos diarios a fines de 2023 y en 24 a mediados de enero de 2024, frente a los 40 que admite el Canal a plena capacidad (Notteboom *et al.*, 2024). Los actores portuarios perciben el mismo cambio: 80% de los encuestados en el Pacífico panameño considera que aumentó el tiempo para llegar a los puertos (López y Martínez, 2024).

La recuperación fue gradual. La situación mejoró desde enero de 2024 con el inicio de la temporada de lluvias y las medidas de ahorro de agua, y los tránsitos de mayo de 2024 fueron 19.2% menores que los de mayo de 2023 (UNCTAD, 2024b). En el plano económico, se anticipaba una merma de unos 200 millones de dólares en los ingresos previstos para 2024 (ACP, 2023; Valdés, 2024), aunque los ingresos totales del año fiscal no disminuyeron respecto del anterior (ACP, 2024), y los ingresos por servicios de transporte de Panamá disminuyeron 8% en el primer semestre de 2024 (CEPAL, 2025).

En el eje de las exportaciones por país, la evidencia es desigual. Tal como consigna Atehortúa-Quinchía (2024), Colombia ocupa el octavo lugar por flujo de carga en el Canal, con 5.6% de participación, y la participación de las mercancías colombianas disminuyó ligeramente en 2023, aunque resulta difícil aislar el efecto de la sequía, porque la caída ya venía de finales de 2022. Las exportaciones de 2023 fueron de USD 49,542.9 millones, 12.9% menos que en 2022, con descensos de 18.6% en combustibles, 12.8% en agropecuarios, alimentos y bebidas, y 3.8% en manufacturas (DANE, 2024). Ninguno de los dos documentos atribuye la variación a la sequía del Canal, y los episodios de El Niño de 2015 a 2016 y de 2023 a 2024 se vinculan con alzas del índice de precios, menor PIB agropecuario y más importaciones de alimentos, sin relacionarlos con el Canal (Díaz y González, 2025).

En Ecuador, las exportaciones de 2023 sumaron USD 31,126.4 millones, 4.7% menos que en 2022, con una caída de 22.7% de las petroleras y un aumento de

Revista Scientific - Artículo de Revisión Sistemática - Arbitrado - Volumen 11, Número 40 - Mayo-Julio 2026 - pp. 190-207
pp. BA2016000002 - e-ISSN: 2542-2987 - ISNI: 0000 0004 6045 0361

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

5.2% de las no petroleras. El banano y el plátano crecieron 15.4% en valor, con USD 3,770.7 millones, y el camarón bajó 1.2% en valor, aunque su volumen aumentó 13.6% (BCE, 2024). Por su parte, Pineda (2024) recoge un aumento de 31% del costo de transporte atribuido a Fedexpor y publicado en prensa, y un entrevistado informa un tiempo de 25 días frente a los 18 a 21 habituales y un cargo extra de USD 290 a 300 por contenedor. No son resultados incompatibles, porque un mayor costo para los exportadores que usaron el Canal puede coexistir con un valor exportado agregado mayor, pero la revisión no encontró evidencia con fuentes primarias que cuantifique ese efecto.

Asimismo, el CIEN-ADEX (2024) reporta que Perú movió 8.9 millones de toneladas métricas por el Canal y que sus exportaciones de 2023 a la costa este y el Golfo de Estados Unidos sumaron USD 7,900.7 millones, a Europa USD 7,627.5 millones y a África USD 368.7 millones, pero plantea la afectación de las exportaciones como un escenario posible y no cuantifica pérdidas observadas. Casi todas las cifras del Canal que usa corresponden al año fiscal 2023, de octubre de 2022 a septiembre de 2023, que recoge la sequía solo desde finales de julio, y no son comparables con los 19.7 millones de toneladas largas que consignan los cuadros de carga por país (ACP, 2023), porque difiere la unidad de medida y no se precisa el criterio de conteo. Las exportaciones de bienes de Perú pasaron de USD 66,167 millones en 2022 a USD 67,518 millones en 2023, un aumento de 2.0%, mientras que las de Chile bajaron 4.1%, de USD 98,557 a USD 94,557 millones (CEPAL, 2025), cálculos propios sobre cifras de la fuente.

Entre los documentos incluidos no figura ningún estudio centrado en el comercio de Chile. La evidencia se reduce a los volúmenes de los cuadros de carga (ACP, 2023, 2024), a la dependencia de 22% del volumen de su comercio exterior, de la cual 24% corresponde a exportaciones (UNCTAD, 2024a), y a los cuadros de exportaciones de bienes (CEPAL, 2025). Con todo, Ho y Bernal (2022) estudiaron, con datos de 2016 a 2020 anteriores a la sequía, el flujo de carbón térmico entre Colombia y Chile y mostraron que el costo del viaje, la diferencia de distancia, el calado máximo y el peaje explican la elección entre el Canal y la ruta alterna. Los cuadros de la ACP no desglosan el carbón por país, de modo que la revisión no puede afirmar que la caída de 76.2% del carbón y el coque corresponda a esa ruta.

En el eje de rutas, costos y emisiones, un viaje de Shanghái a Nueva York dura 34 días por Panamá, 40 por Suez y 46 por el Cabo de Buena Esperanza o el estrecho de Magallanes (Miossec, 2024), y las navieras optaron por Suez o por el puente terrestre de Estados Unidos, lo que fortaleció a los puertos de la costa oeste de Norteamérica (Haralambides, 2024; Notteboom *et al.*, 2024). El tráfico por el canal de Suez cayó poco más de 60% entre noviembre de 2023 y marzo de 2024 (Bonfanti, 2024), por lo que la reducción de capacidad en Panamá coincidió con una restricción en la ruta alterna. Aumentó también la demanda de transporte ferroviario en Estados Unidos y los buques de carga procedente de Asia se desviaron por Suez (UNCTAD, 2024a). Desde otra perspectiva, Poladashvili y Makharadze (2024) concluyen, en su resumen, que las restricciones afectaron el comercio de los países de Centro y Sudamérica y que pesaron menos en portacontenedores, petroleros y gaseros, que aceptaron pagar tarifas adicionales por reservar tránsito.

Los costos y las emisiones se estiman sobre todo con modelos. Para comenzar, Akakura y Nishitani (2025) calculan pérdidas directas de USD 46.5 a 55.4 mil millones hasta noviembre de 2024 por la restricción simultánea del Canal y del Mar Rojo, una reducción del PIB de USD 155 a 190 mil millones anuales si la perturbación continuara y un aumento cercano a 7% del CO2 del transporte marítimo internacional. Por otro lado, Peng *et al.* (2024) estiman que los desvíos de portacontenedores por el Cabo podrían elevar las emisiones de gases de efecto invernadero entre 23% y 75%, aunque su caso es el del Mar Rojo.

En paralelo, Verschuur *et al.* (2025) estiman un comercio interrumpido esperado de USD 11.0 mil millones al año en el Canal, de los cuales USD 4.3 mil

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

millones por sequía, y toman la de 2023 y 2024, que afectó al Canal durante 250 días y redujo en un tercio el volumen de comercio, como evento de referencia, con una probabilidad aproximada de una vez cada 40 años. En el mismo sentido, los escenarios de Key *et al.* (2024) indican que las pérdidas combinadas de PIB de los tres pasos marítimos estudiados pueden llegar a USD 34 mil millones en 2030.

Finalmente, varias cifras que circulan sobre el tema no se sostienen al contrastarlas con su fuente. La participación del Canal en el comercio mundial aparece como casi 5% (UNCTAD, 2024a; Kornei, 2025), 3% del comercio marítimo (CEPAL, 2025) y 14% del comercio mundial (CEPAL, 2023), mientras que se calcula en 2.16% del volumen marítimo de 2023 (UNCTAD, 2024b). Del mismo modo, 57.6% es la participación de siete países de destino en las exportaciones totales de Colombia y no un impacto sobre los granos, los aceites o los productos mineros (Atehortúa-Quinchía, 2024), y la proporción de exportaciones ecuatorianas que cruza el Canal fluctúa entre 60% y 85% en un trabajo de grado (Pineda, 2024), frente al 18% de un informe de organismo internacional (UNCTAD, 2024a).

Las exportaciones de 2023 de Colombia y de Ecuador que consigna la CEPAL, de USD 52,642 y 31,484 millones (CEPAL, 2025), no coinciden con las de sus emisores nacionales, de USD 49,542.9 millones (DANE, 2024) y de USD 31,126.4 millones (BCE, 2024), y la fuente no explica la diferencia, por lo que esta revisión usa las cifras del DANE y del BCE. Por último, los cupos de reserva no equivalen a tránsitos realizados (UNCTAD, 2024b), y la expresión de que el Canal «se paralizó» no tiene respaldo: las fuentes describen reducciones de capacidad y de calado, y nunca una suspensión.

4. Discusión

En conjunto, los 44 documentos incluidos indican que la sequía de 2023 y 2024 redujo de forma medible la capacidad del Canal de Panamá y la carga con origen o destino en los cuatro países del Pacífico sudamericano, pero que la evidencia publicada no permite atribuir a esa restricción la evolución de sus exportaciones. Las fuentes primarias respaldan la caída de los tránsitos y del tonelaje (ACP, 2024), y los cuadros de carga por país (ACP, 2023, 2024) muestran descensos de distinta magnitud: 36.6% en Chile, 38.4% en Colombia, 20.4% en Perú y 5.6% en Ecuador. En cambio, ningún documento incluido mide el efecto de esa restricción sobre el valor exportado, y las cifras de costos de transporte proceden de fuentes de segunda mano. Esta sección interpreta esos hallazgos, los compara con las revisiones previas, expone sus implicaciones y reconoce las limitaciones de la revisión.

4.1. Sequía, operación del Canal y carga por país

Un mismo evento climático actuó en sentido contrario: El Niño de 2023 y 2024 trajo sequía a la cuenca del Canal y lluvias intensas a la costa pacífica de Ecuador y Perú. Así, un exportador ecuatoriano pudo verse afectado por dos vías independientes, la logística y la productiva, que las fuentes incluidas no separan. Para Ecuador se anticiparon afectaciones en los ciclos principales de maíz y arroz, que concentran entre 65% y 85% de la producción anual, y una baja de 30% en las capturas de atún desde febrero de 2023 (FAO, 2023), efectos ajenos a la operación del Canal.

La segunda interpretación se refiere a la magnitud de las caídas por país. La carga de Chile y de Colombia disminuyó mucho más que la de Ecuador, pero esa jerarquía no se reproduce en las exportaciones: las de Colombia bajaron 12.9% en 2023, sobre todo por los combustibles (DANE, 2024), las de Chile bajaron 4.1% y las de Perú subieron 2.0% (CEPAL, 2025), y el valor exportado de banano y plátano de Ecuador creció 15.4% (BCE, 2024).

Estas comparaciones tienen reservas, porque los cuadros de la ACP corresponden a años fiscales de octubre a septiembre, y el año fiscal 2024 abarca de octubre de 2023 a septiembre de 2024, mientras que las cifras de exportaciones disponibles en el corpus corresponden al año calendario 2023. Por eso solo

Revista Scientific - Artículo de Revisión Sistemática - Arbitrado - Volumen 11, Número 40 - Mayo-Julio 2026 - pp. 190-207
pp. BA2016000002 - e-ISSN: 2542-2987 - ISNI: 0000 0004 6045 0361

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

permiten juzgar el sentido y el orden de magnitud de los cambios.

A ello se suma que la carga que cruza el Canal incluye importaciones y mercancías de otros orígenes, y los cuadros consultados no desglosan su composición por producto en cada país, de modo que una caída de la carga por el Canal no equivale a una pérdida de exportaciones.

Los costos de transporte y la dependencia del Canal son las cifras más inestables. Cada una descansa en una sola fuente de segunda mano o procede de documentos que definen el indicador de manera distinta, y no pueden compararse sin precisar su unidad y su base de cálculo. Una cifra repetida en varios documentos no gana fiabilidad si todos remiten a la misma fuente, por lo que esta revisión prefirió siempre el dato del emisor.

4.2. Comparación con revisiones previas

Frente a las revisiones previas, esta síntesis aporta una lectura por país y una distinción entre fuentes primarias y secundarias. Los documentos incluidos coinciden con dos editoriales en que la sequía del Canal fue un factor concurrente de la crisis del Mar Rojo (Haralambides, 2024; Notteboom *et al.*, 2024): la reducción de los tránsitos por Panamá y los desvíos por Suez y por el Cabo de Buena Esperanza se presentan como fenómenos simultáneos (Akakura y Nishitani, 2025; Miossec, 2024). Los modelos de riesgo sistémico (Key *et al.*, 2024; Verschuur *et al.*, 2025) cuantifican pérdidas globales o por región, pero no desglosan los países del Pacífico sudamericano, por lo que sus magnitudes no pueden trasladarse a Colombia, Ecuador, Perú o Chile.

En el ámbito regional, los informes de organismos internacionales miden la exposición más que los efectos observados, y coinciden con esta revisión en la alta dependencia del Canal de Chile, Perú y Ecuador (CEPAL, 2025; UNCTAD, 2024a). La afectación del comercio de Centro y Sudamérica que señala el resumen de un estudio sobre las restricciones del Canal (Poladashvili & Makharadze, 2024) concuerda con la caída de la carga por país calculada aquí, aunque no aparece en las exportaciones agregadas de Ecuador y Perú de 2023; su texto completo, en georgiano, no pudo contrastarse. En Colombia, la dificultad para aislar el efecto de la sequía (Atehortúa-Quinchía, 2024) coincide con las cifras oficiales (DANE, 2024) y con el análisis de El Niño (Díaz & González, 2025), y ninguna de estas fuentes vincula la variación exportadora con la restricción del Canal.

4.3. Implicaciones teóricas

En el plano teórico, la vulnerabilidad de un país ante un paso marítimo debería analizarse en tres niveles que la literatura suele mezclar: exposición (proporción del comercio que depende del paso), perturbación (reducción efectiva de capacidad y calado) y resultado (volumen y valor exportado). Las fuentes incluidas documentan bien la perturbación, parcialmente la exposición y apenas el resultado.

De igual forma, un mismo fenómeno climático afectó en sentidos opuestos el agua del Canal y la producción costera de Ecuador y Perú; para los exportadores de la región, la sequía no es un choque aislado, sino uno de dos canales de transmisión simultáneos. Por último, las cifras de participación del Canal en el comercio mundial varían porque cada fuente define el indicador de forma distinta, de modo que deben reportarse con su unidad y su base de cálculo.

4.4. Implicaciones prácticas

En el plano práctico, los exportadores, los operadores logísticos y los organismos públicos de los cuatro países pueden derivar tres recomendaciones prudentes de estos hallazgos. Primero, las decisiones sobre rutas y contratos deberían apoyarse en las estadísticas del propio Canal, que son la fuente primaria, y no en cifras de prensa. Segundo, la disposición de ciertos buques a pagar por reservar tránsito (Poladashvili y Makharadze, 2024), unida a la fuerte caída de la carga de granos y de carbón (ACP, 2024), sugiere que el riesgo se concentró en las cargas con menor capacidad de pago.

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

Tercero, las oficinas de estadística y los bancos centrales podrían publicar las exportaciones por vía de transporte y por ruta, y la ACP, la carga por producto y por país, porque sin esos datos el efecto sobre el comercio exterior no puede medirse con fuentes primarias. Estas recomendaciones no derivan de una evaluación de intervenciones, que ningún documento realizó, sino de las brechas de información identificadas.

4.5. Limitaciones de la revisión

La revisión tiene limitaciones. Al consultar solo *Crossref*, el DOAJ y sitios de organismos, sin *Scopus*, *Web of Science* ni SciELO, pudieron omitirse estudios indexados solo en esas bases, y la regla léxica de cribado, ajustada una vez, pudo descartar registros pertinentes. Igualmente, se excluyeron 28 registros (24 de bases de datos y 4 de otros métodos) cuya editorial no admite la verificación exigida por la revista, un sesgo de selección ajeno a su contenido. Por último, las cifras de exportaciones cubren solo 2023 y no se hallaron datos de 2024, de modo que no se descarta un efecto posterior.

Incluir informes institucionales reduce, sin eliminarlo, el sesgo de publicación. Además, varias fuentes provienen de quien informa sobre su propia gestión: la ACP, cuyo informe anual aporta la mayoría de las cifras operativas, y dos autores de la ACP, según la página del editor (Ho & Bernal, 2022). La heterogeneidad de diseños, unidades (toneladas largas, métricas y PC/UMS), bases temporales (años fiscales y calendario) y períodos impidió el metaanálisis e impuso una síntesis narrativa.

En cuanto a la calidad y al riesgo de sesgo, no se aplicó una herramienta validada, y la lista de cinco criterios es propia y no se sometió a una prueba de fiabilidad. La selección, la extracción y la evaluación estuvieron a cargo de un único revisor asistido por inteligencia artificial, sin verificación independiente, lo que aumenta la probabilidad de errores no detectados. Cuatro documentos se leyeron solo a partir de su resumen: los dos artículos en japonés (Akakura y Nishitani, 2025; Tsutsui *et al.*, 2022) y el que tiene el cuerpo en georgiano (Poladashvili y Makharadze, 2024), por el idioma, y otro más (Sikal *et al.*, 2025), cuyo texto completo no se leyó. Por tanto, sus métodos y sus datos no se verificaron.

5. Conclusiones

En respuesta a la pregunta de investigación y al objetivo planteados, la evidencia publicada entre 2022 y 2025 permite establecer cuatro conclusiones. Primero, el evento de 2023 y 2024 fue un El Niño fuerte que redujo las lluvias en la cuenca del Canal, y el operador respondió con restricciones de tránsito y de calado: el año fiscal 2024 cerró con 11,240 tránsitos, 20.2% menos que el anterior, y con 17.2% menos de tonelaje PC/UMS, aunque los ingresos se mantuvieron. Segundo, la carga con origen o destino en los cuatro países cayó entre los años fiscales 2023 y 2024 en 36.6% en Chile, 38.4% en Colombia, 20.4% en Perú y 5.6% en Ecuador, con cálculo propio sobre las cifras de la ACP.

Tercero, ningún documento incluido atribuye con fuentes primarias una variación de las exportaciones de esos países a la sequía del Canal, y las cifras oficiales de 2023 muestran trayectorias dispares: descensos en Colombia y Chile, un aumento en Perú y un valor exportado de banano y plátano de Ecuador 15.4% mayor. Cuarto, la solidez de la evidencia es alta para las cifras operativas del Canal y baja para los costos de transporte y los efectos sobre cada país, que dependen de informes gremiales, de un trabajo de titulación y de notas de prensa.

Para la política y la práctica, los resultados indican que los exportadores y las autoridades portuarias deberían basar sus decisiones en las estadísticas del Canal y en las cifras oficiales de cada país, y que conviene que los organismos estadísticos y la ACP publiquen la carga y las exportaciones por ruta, producto y país para que el efecto sobre el comercio pueda medirse.

Futuras investigaciones podrían usar registros aduaneros por ruta de transporte de 2023 y 2024,

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

estimar con datos de navieras los sobrecostos de reserva y espera, estudiar el caso de Chile, ausente como foco en el corpus, y aislar el efecto de las lluvias intensas sobre la producción costera de Ecuador y Perú. Una actualización con protocolo registrado, doble revisión independiente y más bases de datos permitiría comprobar si estos vacíos persisten.

6. Referencias

Akakura, Y., & Nishitani, N. (2025). Assessment of the impact of increased transport costs and CO2 emissions on international trade due to the double disruption of navigation in the Panama Canal and the Red Sea [Texto completo en japonés; resumen en inglés]. *Japanese Journal of JSCE, 81*(18), Article 25-18035. https://doi.org/10.2208/jscejj.25-18035

Atehortúa-Quinchía, D. A. (2024). Análisis sobre las consecuencias de la sequía en el Canal de Panamá y las exportaciones de bienes desde Colombia. *Ágora Revista Virtual de Estudiantes*, (17), 85–110. Tecnológico de Antioquia.

Autoridad del Canal de Panamá. (2023). *Annual report 2023*. ACP.

Autoridad del Canal de Panamá. (2024). *Annual report 2024*. ACP.

Banco Central del Ecuador. (2024). *Evolución de la balanza comercial por productos: Enero - diciembre 2023*. BCE.

Bonfanti, F. A. (2024). La crisis actual en el Mar Rojo y sus implicancias en el comercio marítimo internacional. *Geográfica Digital, 21*(41), 61–81. https://doi.org/10.30972/geo.21417425

Braun, V., & Clarke, V. (2022). Conceptual and design thinking for thematic analysis. *Qualitative Psychology, 9*(1), 3–26. https://doi.org/10.1037/qup0000196

Calvo, L., & Ríos, K. (2024). Impacto de la ampliación del Canal de Panamá en las confiabilidades hídrica y de calado. *I+D Tecnológico, 20*(1), 49–60. https://doi.org/10.33412/idt.v20.1.3880

Campbell, M., McKenzie, J. E., Sowden, A., Katikireddi, S. V., Brennan, S. E., Ellis, S., … Thomson, H. (2020). Synthesis without meta-analysis (SWiM) in systematic reviews: Reporting guideline. *BMJ, 368*, Article l6890. https://doi.org/10.1136/bmj.l6890

Centro de Investigación de Economía y Negocios Globales. (2024). *La crisis hídrica en el Canal de Panamá y sus efectos sobre el comercio internacional y del Perú* (Reporte Especial N.º 2). Asociación de Exportadores.

Charlier, J. (2023). Nouvelles écluses et second souffle pour le canal de Panama. *Bulletin de l'association de géographes français, 100*(3), 296–316. https://doi.org/10.4000/bagf.11236

Coloane, R. A., & Gil-Alana, L. A. (2023). Long memory of river streams in the canal of Panama watershed. *International Journal of Hydrology, 7*(3), 62–65. https://doi.org/10.15406/ijh.2023.07.00348

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023). *Perspectivas del comercio internacional de América Latina y el Caribe 2023: Cambios estructurales y tendencias en el comercio mundial y regional: Retos y oportunidades*. Naciones Unidas.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2025). *Perspectivas del comercio internacional de América Latina y el Caribe 2024: Reconfiguración del comercio mundial y opciones para la recuperación regional*. Naciones Unidas.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). *Exportaciones (EXPO): Diciembre 2023* [Boletín técnico]. DANE.

Díaz, R. D., & González, C. D. (2025). Evento climático de El Niño y su efecto en la balanza comercial del sector agrícola en Colombia, 2009–2024. *Ingeniería Solidaria, 21*(3), 1–28. https://doi.org/10.16925/2357-6014.2025.03.04

Fernández-Alvarez, J. C., Nieto, R., Vicente-Serrano, S. M., Carvalho, D., & Gimeno, L. (2025). Moisture and temperature sources were key drivers of the anomalies for the record-breaking of 2023 Amazon drought. *Communications Earth & Environment, 6*(1), Article 801. https://doi.org/10.1038/s43247-025-02771-7

Haralambides, H. (2024). The Red Sea crisis and chokepoints to trade and international shipping. *Maritime Economics & Logistics, 26*(3), 367–390. https://doi.org/10.1057/s41278-024-00296-y

Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw-Hill Interamericana.

Higgins, J. P. T., Thomas, J., Chandler, J., Cumpston, M., Li, T., Page, M. J., & Welch, V. A. (Eds.). (2024). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (Version 6.5). Cochrane.

Ho, J., & Bernal, P. (2022). Understanding the thermal coal movements from Colombia to Chile through the Panama Canal using logit models: Looking ahead. *Journal of Maritime Logistics, 2*(1), 1–29. https://doi.org/10.46754/jml.2022.08.001

Hu, R., Lian, T., Liu, T., Wang, J., Song, X., Chen, H., & Chen, D. (2024). Predicting the 2023/24 El Niño from a multi-scale and global perspective. *Communications Earth & Environment, 5*(1), Article 675. https://doi.org/10.1038/s43247-024-01867-w

Jung, P. H., Kim, K., Jo, A.-H., & Cho, J. S.-H. (2025). *Panama Canal drought and supply chain disruptions in Asia–United States trade: Evidence from micro-level trade shipments and vessel trajectory data* (ADB Economics Working Paper No. 822). Asian Development Bank.

Key, R., Parrado, R., Delpiazzo, E., King, R., & Bosello, F. (2024). Potential climate-induced impacts on

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

trade: The case of agricultural commodities and maritime chokepoints. *Journal of Shipping and Trade, 9*(1), Article 11. https://doi.org/10.1186/s41072-024-00170-3

Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). *Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering* (Version 2.3; Technical Report EBSE-2007-01). Keele University and Durham University.

Kornei, K. (2025, 12 de febrero). Panama Canal logistics are at the mercy of weather and climate. *Eos, 106*. https://doi.org/10.1029/2025eo250057

López, M. Y., & Martínez, F. X. (2024). Results analysis of surveys made to stakeholders in the Pacific ports in the Panama Canal: A study focused to improve the efficiency of loading/discharging operations. *Journal of Traffic and Transportation Engineering, 12*(6), 255–263. https://doi.org/10.17265/2328-2142/2024.06.001

Martinez-Villalobos, C., Dewitte, B., Garreaud, R. D., & Loyola, L. (2024). Extreme coastal El Niño events are tightly linked to the development of the Pacific Meridional Modes. *npj Climate and Atmospheric Science, 7*(1), Article 123. https://doi.org/10.1038/s41612-024-00675-5

Minobe, S., Behrens, E., Findell, K. L., Loeb, N. G., Meyssignac, B., & Sutton, R. (2025). Global and regional drivers for exceptional climate extremes in 2023-2024: Beyond the new normal. *npj Climate and Atmospheric Science, 8*(1), Article 138. https://doi.org/10.1038/s41612-025-00996-z

Miossec, J.-M. (2024). Turbulences aux canaux de Panama et de Suez: Réorganisation des routes maritimes mondiales. *Méditerranée*. https://doi.org/10.4000/12cgb

Notteboom, T., Haralambides, H., & Cullinane, K. (2024). The Red Sea crisis: Ramifications for vessel operations, shipping networks, and maritime supply chains. *Maritime Economics & Logistics, 26*(1), 1–20. https://doi.org/10.1057/s41278-024-00287-z

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2023). *El fenómeno de El Niño en agricultura, ganadería, pesca y acuicultura: Pronósticos y recomendaciones para la acción*. FAO.

Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., … Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ, 372*, Article n71. https://doi.org/10.1136/bmj.n71

Paul, J., Lim, W. M., O'Cass, A., Hao, A. W., & Bresciani, S. (2021). Scientific procedures and rationales for systematic literature reviews (SPAR-4-SLR). *International Journal of Consumer Studies, 45*(4), O1–O16. https://doi.org/10.1111/ijcs.12695

Peng, H., Wang, M., & An, C. (2024). Implied threats of the Red Sea crisis to global maritime transport: Amplified carbon emissions and possible carbon pricing dysfunction. *Environmental Research Letters, 19*(7), Article 074053. https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad59b7

Peng, Q., Xie, S.-P., Miyamoto, A., Deser, C., Zhang, P., & Luongo, M. T. (2025). Strong 2023–2024 El Niño generated by ocean dynamics. *Nature Geoscience, 18*(6), 471–478. https://doi.org/10.1038/s41561-025-01700-9

Pineda, P. A. (2024). *Analizar el cambio climático de las operaciones del Canal de Panamá con respecto al comercio exterior ecuatoriano* [Trabajo de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Sede Ibarra]. Repositorio PUCE.

Poladashvili, T., & Makharadze, I. (2024). The impact of the Panama Canal disruptions on international trade. *Innovative Economics and Management, 11*(3), 120–138. https://doi.org/10.46361/2449-2604.11.3.2024.120-138

Prado, R., Segura, B., & Mack, Y. (2024). Impacto del cambio climático en la operatividad del Canal de Panamá. *Revista de Iniciación Científica, 10*(1), 65–70. https://doi.org/10.33412/rev-ric.v10.1.4005

Roa-Ortiz, S. A., Tarazona, R., Rojas, D. A., Martínez, F. E., & Forero, C. A. (2024). El fenómeno del niño 2023: La agricultura y sus repercusiones en Colombia. *e-CUCBA, 11*(21), 115–120. https://doi.org/10.32870/e-cucba.vi21.328

Sikal, O., Zamma, A., & El Khaili, M. (2025). Analysis of the impact of logistical and geopolitical uncertainties (Red Sea, Strait of Malacca, Panama Canal) on the resilience of global maritime supply chain. *E3S Web of Conferences, 680*, Article 00105. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202568000105

Tandon, A. (2024, 1 de mayo). *Drought behind Panama Canal's 2023 shipping disruption 'unlikely' without El Niño*. Carbon Brief.

Tsutsui, H., Mohamed, R., & Koike, T. (2022). Basic study for mitigation measures against a drawdown of water level accompanying drought in the Panama Canal [Texto completo en japonés; resumen en inglés]. *Journal of Japan Society of Civil Engineers, Ser. B1 (Hydraulic Engineering), 78*(2), I_745–I_750. https://doi.org/10.2208/jscejhe.78.2_I_745

United Nations Conference on Trade and Development. (2024a). *Navigating troubled waters: Impact to global trade of disruption of shipping routes in the Red Sea, Black Sea and Panama Canal: UNCTAD rapid assessment* (UNCTAD Policy Briefs; UNCTAD/OSG/INF/2024/2). United Nations.

United Nations Conference on Trade and Development. (2024b). *Review of maritime transport 2024: Navigating maritime chokepoints* (UNCTAD/RMT/2024). United Nations.

Valdés, C. (2024). Impacto comercial debido al retraso en la conectividad logística del Canal de Panamá. *Revista Saberes APUDEP, 7*(2), 29–42. https://doi.org/10.48204/j.saberes.v7n2.a5479

Velásquez, F. J., Cobeña, H. M., Vera, M. J., & Bazurto, L. S. (2024). Magnitud y categoría del evento de

Revista Scientific - Artículo de Revisión Sistemática - Arbitrado - Volumen 11, Número 40 - Mayo-Julio 2026 - pp. 190-207
pp. BA2016000002 - e-ISSN: 2542-2987 - ISNI: 0000 0004 6045 0361

DOI: https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2026.11.40.11.190-207
OAI-PMH: http://www.indteca.com/ojs/index.php/Revista_Scientific/oai

El Niño 2023 - 2024 en la microcuenca Sarampión, Manabí – Ecuador. *Revista Científica Ciencias Naturales y Ambientales, 18*(1), 582–588. https://doi.org/10.53591/cna.v18i1.43

Verschuur, J., Lumma, J., & Hall, J. W. (2025). Systemic impacts of disruptions at maritime chokepoints. *Nature Communications, 16*(1), Article 10421. https://doi.org/10.1038/s41467-025-65403-w

World Meteorological Organization. (2024a). *State of the climate in Latin America and the Caribbean 2023*. United Nations.

World Meteorological Organization. (2024b). *State of the global climate 2023*. United Nations.

Zhang, L., Chen, Y., Karnauskas, K. B., Wang, C., Collins, M., & Luo, X. (2025). The 2023/24 El Niño event exhibited unusually weak extratropical teleconnections. *Communications Earth & Environment, 6*(1), Article 595. https://doi.org/10.1038/s43247-025-02584-8

Reseña biográfica del autor

Luis Adrián Sandoval Albuja | lasandovala@uce.edu.ec

Es Licenciado en Comercio Exterior, Integración y Aduanas por la Universidad UTE y cursa la Maestría en Ingeniería Industrial, mención Logística y Cadena de Suministros, en la Universidad Central del Ecuador (UCE), en Quito, Ecuador. Ha desarrollado su experiencia en reconocidas empresas del ámbito logístico y aduanero, entre ellas *DHL Global Forwarding* Ecuador y Comercial Aduanera Internacional Raúl Coka Barriga. Su labor se centra en procesos aduaneros, gestión logística y comercio internacional, con énfasis en la coordinación de exportaciones e importaciones, y ha consolidado competencias en liderazgo, análisis de procesos y optimización de operaciones internacionales.

Agradecimientos. El autor expresa su agradecimiento a la Universidad Central del Ecuador (UCE), institución en la que cursa la Maestría en Ingeniería Industrial, mención Logística y Cadena de Suministros, por el entorno académico y formativo en el que se desarrolló esta revisión sistemática.

Declaraciones del autor

Contribución del autor (Taxonomía CRediT). Luis Adrián Sandoval Albuja: conceptualización, investigación, análisis formal y redacción del borrador original.

Financiamiento. El autor no declaró financiamiento externo para esta investigación.

Conflicto de intereses. El autor declara no tener ningún conflicto de intereses relacionado con esta investigación.

Declaración de disponibilidad de datos. No se generaron conjuntos de datos nuevos. Los datos analizados corresponden a los documentos publicados que figuran en la lista de referencias y en las tablas de resultados. La matriz de extracción de datos está disponible previa solicitud al autor de correspondencia (lasandovala@uce.edu.ec). La revisión no se registró en PROSPERO ni en otro registro.

Declaración de uso de Inteligencia Artificial. Se utilizó Claude (Anthropic) como apoyo en la comprobación de los datos bibliográficos frente a *Crossref*, en la aplicación de las normas APA 7 y en la revisión de la redacción. La herramienta no sustituyó el trabajo intelectual del autor, quien supervisó cada etapa y revisó los resultados antes de su incorporación.

Aprobación ética y consentimiento informado. Esta revisión sistemática no requirió aprobación de un comité de ética por tratarse del análisis de estudios previamente publicados.

El contenido de este manuscrito se difunde bajo una Licencia de *Creative Commons* Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Revista Scientific - Artículo de Revisión Sistemática - Arbitrado - Volumen 11, Número 40 - Mayo-Julio 2026 - pp. 190-207
pp. BA2016000002 - e-ISSN: 2542-2987 - ISNI: 0000 0004 6045 0361