

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



Impacto de los desastres
naturales en la Vía Panamericana
sobre el movimiento de carga

Por:
Jhorland Ayala-García
Leider Manjarres-Beleño
María Urueta Polo

Núm. 341
Marzo, 2026



Centro de Estudios Económicos
Regionales (CEER) - Cartagena

Impacto de los desastres naturales en la Vía Panamericana sobre el movimiento de carga*

Jhorland Ayala-García[†], Leider Manjarres-Beleño[‡] y Maria Urueta Polo[§]

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

Resumen

Este documento analiza el impacto de los desastres naturales sobre el transporte de carga en la Vía Panamericana, uno de los corredores viales más estratégicos que une el continente americano de norte a sur, desde Alaska a Argentina. En Colombia, este tramo atraviesa el país desde la frontera con Ecuador hasta cerca del límite con Panamá, desempeñando un papel importante en el comercio interno del país. Este estudio construye una base de datos mensual con información del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) sobre cierres viales y del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC) sobre volúmenes de transporte. Entre los años 2017 y 2024, se registraron un total de 128 cierres y más del 70% asociados a deslizamientos y derrumbes en tramos estratégicos como La Pintada-Medellín, donde hubo un total de 27 cierres viales dentro del período. Por medio de la estimación de un modelo gravitacional, se evalúa el impacto de los cierres viales sobre el volumen de carga transportada por los municipios y departamentos con influencia directa en la Vía. Los resultados muestran efectos significativos de baja magnitud en los cierres asociados a desastres naturales sobre el volumen de carga transportada y los costos de transporte.

Clasificación JEL: Q54, R11, R12, R41.

Palabras clave: Transporte de carga, Vía Panamericana, desastres naturales, cierres viales.

* Los autores agradecen los comentarios de Jaime Bonet, Diana Ricciulli y Clark Granger a esta versión del documento.

[†] Economista del CEER, Banco de la República, Cartagena. Correo: jayalaga@banrep.gov.co

[‡] Estudiante en práctica del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República.

[§] Estudiante en práctica del Centro de Estudios Económicos Regionales (CEER) del Banco de la República.

Impact of natural disasters on the Vía Panamericana on Freight transportation*

Jhorland Ayala-García[†], Leider Manjarres-Beleño[‡], Maria Urueta-Polo[§]

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

Abstract

This paper analyzes the impact of natural disasters on freight transportation along the Vía Panamericana, one of the most strategic road corridors connecting the American continent from north to south, from Alaska to Argentina. In Colombia, this segment crosses the country from the border with Ecuador to close to the boundary with Panama, playing a key role in domestic trade. We construct a monthly dataset using information from the *Instituto Nacional de Vías* (INVIAS) on road closures and from the *Registro Nacional de Despacho de Carga* (RNDC) on freight volumes. Between 2017 and 2024 were registered 128 closures in total, more than 70% associated with landslides and rockfalls in strategic sections such as La Pintada-Medellín, which registered 27 road closures during the period. Using a gravity model, we evaluate the impact of road closures on the volume of freight transported by municipalities and departments directly influenced by the highway. The results show significant effects of closures associated with natural disasters, although of low magnitude, on freight volumes and transportation costs.

JEL Classification: Q54, R11, R12, R41

Keywords: Freight transportation, Vía Panamericana, natural disasters, road closures.

* The authors thank Jaime Bonet, Diana Ricciulli, and Clark Granger for their comments on this version of the document.

[†] Economist from the CEER, Banco de la República, Cartagena. Email: jayalaga@banrep.gov.co

[‡] Interns of the Center for Regional Economic Studies (CEER) of The Banco de la República.

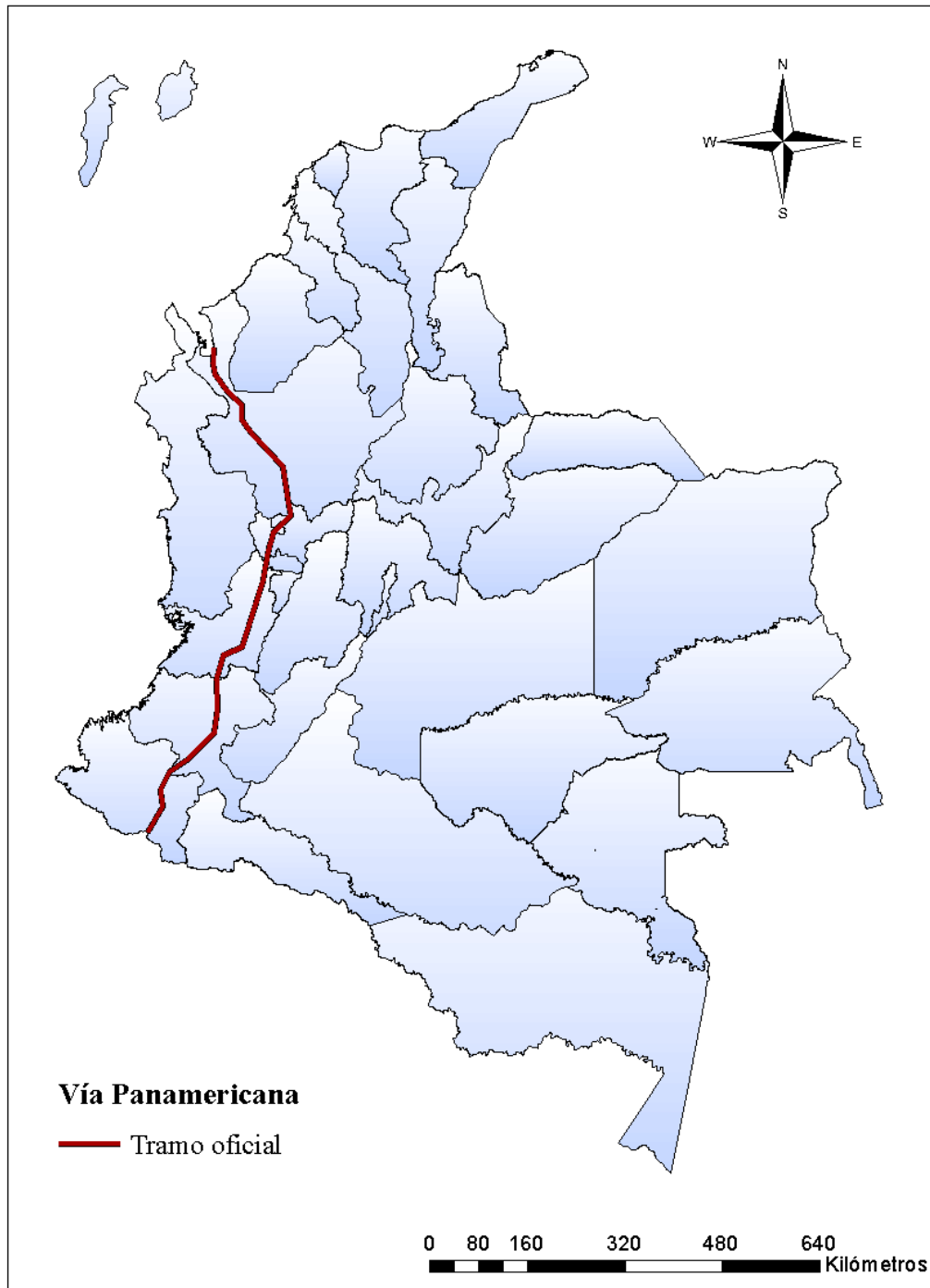
[§] Interns of the Center for Regional Economic Studies (CEER) of The Banco de la República.

1 Introducción

La Vía Panamericana une al continente americano de norte a sur, desde Alaska hasta Argentina, con una extensión de 25.800 kilómetros aproximadamente (Mejía *et al.*, 2016). Puntualmente, conecta a Canadá, Estados Unidos, México, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia, Ecuador, Perú, Chile y Argentina. Dentro del territorio colombiano, esta vía atraviesa seis departamentos: Nariño, Cauca, Valle del Cauca, Risaralda, Caldas y Antioquia (Mapa 1), y cuenta con tramos desde Medellín (Antioquia), Palmira (Valle del Cauca), Ipiales (Nariño), Pasto (Nariño) y Popayán (Cauca) (Beltrán y De David, 2015), lo que la convierte en una vía clave para el comercio del país. Esta carretera surge como una idea en el congreso de Estados Unidos en 1880, que buscó incentivar las relaciones económicas entre las Américas (norte, sur y centro) (Bateman, 1961). En Colombia, la idea tomó forma en 1936 cuando se definieron dos tramos desde la frontera con Panamá hasta la frontera con Ecuador (Beltrán y De David, 2015). Sin embargo, el proyecto nunca llegó a completarse plenamente, entre otras cosas, por las restricciones geográficas que impone el tapón del Darién (Mejía *et al.*, 2016).

El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de los desastres naturales sobre el transporte de carga en la Vía Panamericana en Colombia, un corredor vial estratégico para la conectividad y el comercio interno. Para ello, se construye una base de datos mensual que integra información sobre cierres viales del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y volúmenes de transporte del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC) entre 2017 y 2024, y se estima un modelo gravitacional para cuantificar los efectos de los cierres asociados a deslizamientos y derrumbes en tramos críticos. La principal contribución de este trabajo es ofrecer evidencia empírica sobre cómo los desastres naturales afectan la dinámica del transporte de carga en corredores estratégicos, un tema poco explorado en la literatura nacional, y aportar insumos para el diseño de políticas orientadas a la resiliencia de la infraestructura vial.

Mapa 1. Vía Panamericana – Tramo oficial en Colombia

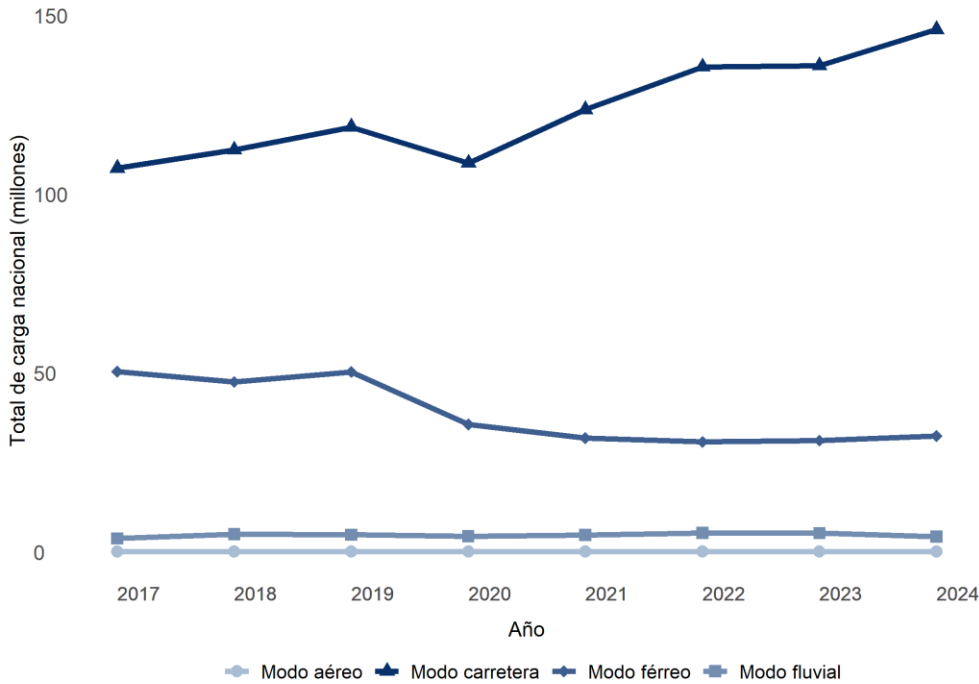


Fuente: Elaboración propia con datos de INVIAS (2023)

Históricamente, el transporte terrestre ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo económico de Colombia. En particular, el transporte por carretera ha predominado frente a otros modos como el aéreo, férreo o fluvial, consolidándose como el principal medio para el

movimiento de carga. Este sistema moviliza aproximadamente el 80% de la carga nacional (Pachón y Ramírez, 2006; Pérez, 2005; Rodríguez, 2013; Ministerio de Transporte, 2023). De acuerdo con Pérez (2005), el 80% de la carga del país se movilizaba por carretera hacia inicios de siglo XXI, seguido por el ferrocarril (15%) y las vías fluviales (6%). Según cifras más recientes del Ministerio de Transporte (2024), entre 2016 y 2024, se movizaron un total de 1.092 millones de toneladas por carretera, muy por encima de los 366 millones de toneladas transportadas por el modo férreo, así como de las 41.509 toneladas del modo fluvial y de las 1.413 toneladas trasladadas por vía aérea en el mismo periodo (Gráfico 1). Esta concentración en el transporte por carretera se explica por la baja inversión en infraestructura y la falta de una política efectiva que promueva el transporte multimodal, lo que afecta negativamente la competitividad del país (Ramírez *et al.*, 2021; Rodríguez, 2013; De Valencia, 2004). No obstante, aunque el transporte terrestre es el más utilizado, presenta problemas relacionados con la informalidad, la inseguridad y la falta de regulación (De Valencia, 2004).

Gráfico 1. Evolución del movimiento de carga nacional 2016-2024



Fuente: Elaboración propia con datos extraídos del Ministerio de Transporte. Transporte en cifras 2024.

En este contexto, la Vía Panamericana se convierte en un corredor estratégico al ser una ruta que permite la conexión con el puerto de Buenaventura, las áreas industriales de Cali y Medellín y la frontera con Ecuador, facilitando el comercio exterior y la integración regional. Pero no solo es un corredor estratégico para la conectividad, sino que también representa un eje crítico para la estabilidad económica regional. Su papel en el transporte de carga, especialmente de productos perecederos y bienes esenciales, la convierte en un punto neurálgico para la competitividad y el abastecimiento. Sin embargo, la vulnerabilidad de este corredor frente a bloqueos y cierres recurrentes ha generado impactos significativos en la economía local y nacional, afectando tanto la movilidad de mercancías como la dinámica productiva desde y hacia el Pacífico colombiano. Esta situación evidencia la dependencia estructural de la región respecto a esta vía y la necesidad de políticas que mitiguen los riesgos asociados a su interrupción.

Por ejemplo, en un tramo específico en la Vía Panamericana, entre Chachagüí (Nariño) y Popayán, se han presentado bloqueos a un ritmo de 1 por cada 1,3 años, afectando así la economía de los nariñenses (Observatorio Económico y Cámara de Comercio de Pasto, 2023). Además, este mismo informe establece que, en momentos de cierre de este tramo, se han llegado a retener más de 20.000 toneladas de carga con alimentos perecederos. Además, diversos estudios han evidenciado que Colombia presenta una alta vulnerabilidad frente a desastres naturales, lo que se traduce en impactos significativos sobre la infraestructura vial y el transporte de carga. Ayala y Ospino (2023) destacan que los fenómenos climáticos extremos, como deslizamientos e inundaciones, afectan de manera recurrente los corredores estratégicos del país, incrementando los costos logísticos y reduciendo la competitividad regional. De manera complementaria, Ayala y Pérez (2024) señalan que la exposición geográfica y la limitada resiliencia de la red vial primaria agravan los efectos de estos eventos, generando interrupciones prolongadas en el flujo de mercancías.

En este contexto, la Vía Panamericana no es la excepción debido a que su localización en zonas de alta pendiente y su cercanía a cuencas hidrográficas la hacen particularmente susceptible a cierres por deslizamientos y lluvias intensas, lo que repercute en la conectividad hacia puntos estratégicos como el puerto de Buenaventura (Carmona, 2025). Estas

interrupciones no solo afectan el transporte de carga nacional, sino que también comprometen el comercio exterior, dada la concentración de flujos logísticos hacia el Pacífico colombiano.

El resto del documento se organiza como se indica a continuación. La Sección 2 describe las características económicas del área de influencia directa (AID) de la Vía Panamericana, destacando su relevancia para el comercio interno. La Sección 3 presenta la construcción de la base de datos, que integra información sobre movimiento de carga y cierres viales. La Sección 4 detalla la estrategia empírica y el modelo gravitacional utilizado para la estimación. La Sección 5 expone los principales resultados y su interpretación en el contexto de la infraestructura vial y la resiliencia ante desastres naturales. Finalmente, la Sección 6 concluye con implicaciones para la política pública.

2 La economía del área de influencia directa en la vía Panamericana, movimiento de carga y cierres viales

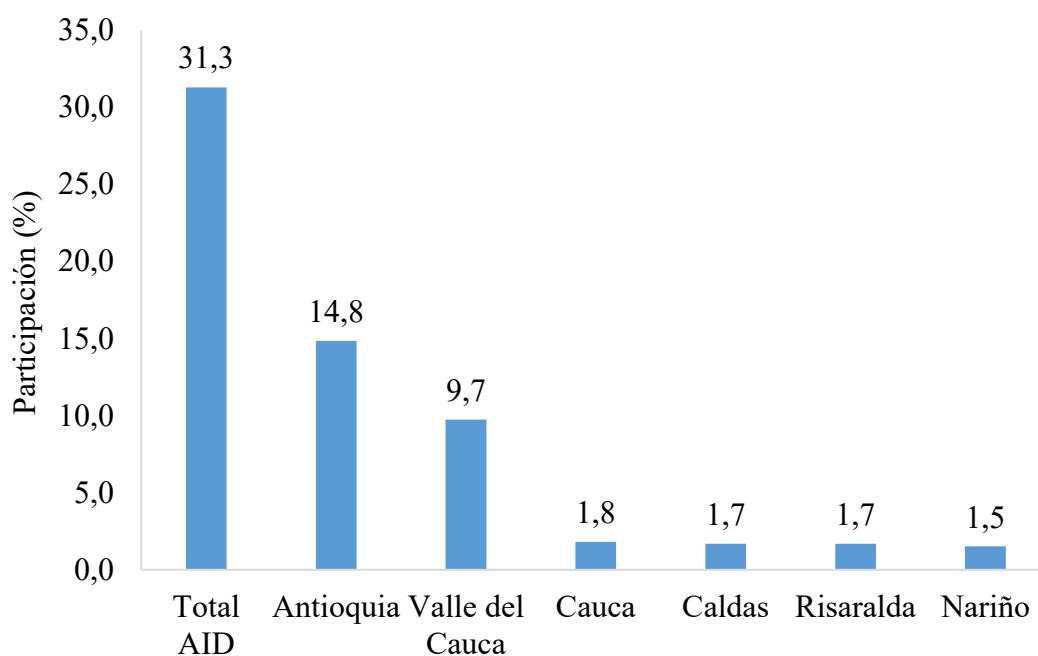
2.1 Economía de los departamentos de la vía Panamericana

Los departamentos por los que pasa la vía Panamericana aportaron el 31,3% del PIB nacional en 2024 (Gráfico 2), lo que indica una relevancia significativa en la economía colombiana. Este porcentaje ha crecido ligeramente desde 2014 (29,7%), reflejando una consolidación de la región como eje económico. En 2024, el departamento con la mayor participación fue Antioquia con un 14,8%, seguido de Valle del Cauca (9,7%), mientras que Cauca, Caldas, Risaralda y Nariño mostraron participaciones menores (entre 1,5% y 1,8%) (Gráfico 2). Esta distribución refleja la importancia de la vía Panamericana como corredor que articula regiones productivas y facilita el comercio interno y externo, consolidando su influencia en la competitividad nacional.

Los departamentos del AID muestran una importante heterogeneidad por sectores económicos (Gráfico 3). En Antioquia y Valle del Cauca se observa una diada comercio–manufacturas de alta incidencia relativa, con comercio como mayor componente (18,9% en ambos casos) y manufacturas como segundo renglón (12,4% y 14,0%, respectivamente), lo que sugiere sistemas urbanos diversificados con escalas productivas y de mercado amplias. La administración pública y defensa mantiene un peso intermedio (11,7% y 12,9%),

coherente con la densidad institucional de las capitales y su rol de provisión de bienes públicos. Otros servicios de base, como actividades profesionales (8,3% en Antioquia y 8,8% en Valle) e inmobiliarias (10,2% en Valle), consolidan un patrón de terciarización sofisticada. La minería es moderada en Antioquia (3,5%) y prácticamente marginal en Valle (0,1%), reflejando una incidencia extractiva asimétrica en la subregión.

Gráfico 2. Participación del PIB departamental sobre el PIB nacional para los departamentos de la vía Panamericana, 2024

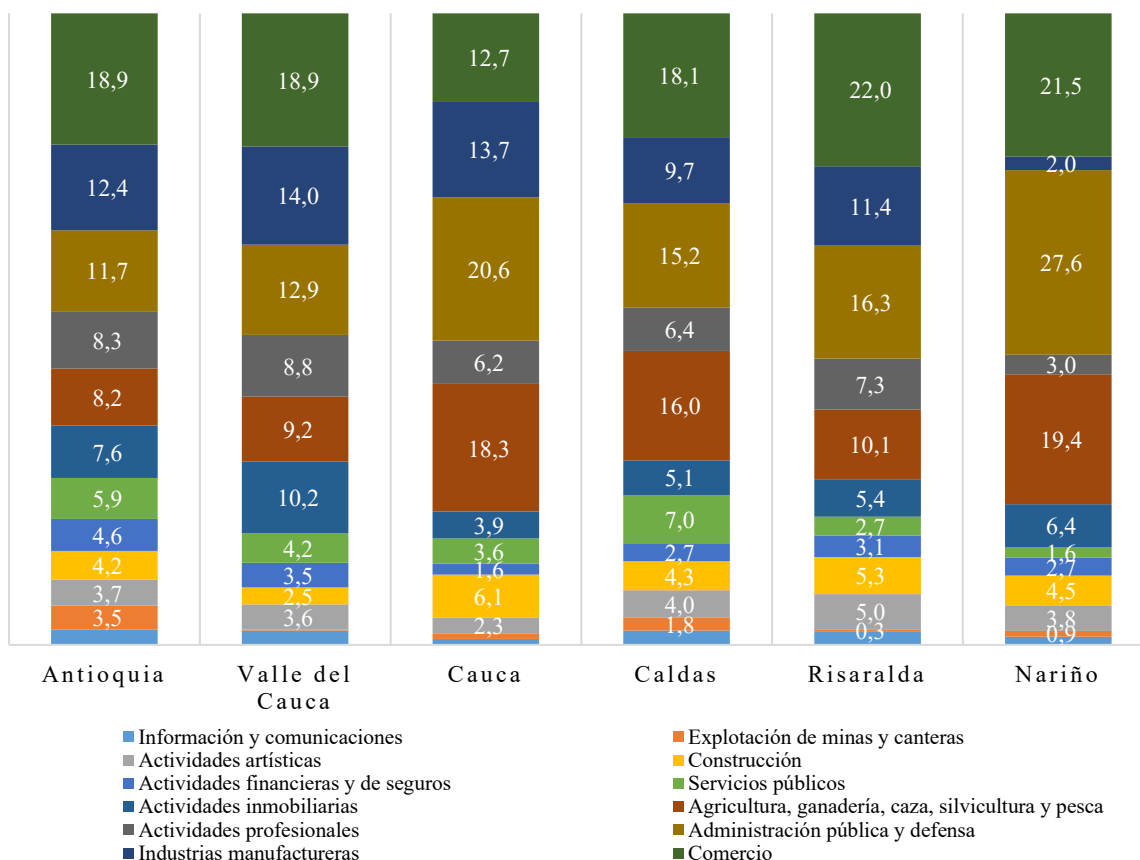


Fuente: Elaboración propia con datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE.

En contraste, Cauca y Nariño presentan estructuras con alta contribución del sector público, el comercio y del agro. En Cauca la estructura está liderada por administración pública y defensa (20,6%) y agropecuario (18,3%), seguidas por manufacturas (13,7%) y comercio (12,7%). Construcción (6,1%) y actividades profesionales (6,2%) aportan de forma secundaria. Información y comunicaciones (0,9%) y minería (0,7%) tienen una incidencia reducida, lo que refuerza el perfil agrícola y el peso del sector público del departamento. Al igual que en Cauca, en Nariño predomina ampliamente administración pública y defensa (27,6%), con aportes elevados de comercio (21,5%) y agricultura (19,4%). Más atrás figuran actividades inmobiliarias (6,4%) y construcción (4,5%). La industria manufacturera (2,0%),

los servicios públicos (1,6%) y minería (0,9%) muestran baja participación, perfilando una economía con fuerte incidencia del sector público, comercio y agro.

Gráfico 3. Distribución sectorial del PIB departamental en los departamentos de la vía Panamericana, 2024



Fuente: Elaboración propia con datos del Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE.

Los departamentos del Eje Cafetero (Caldas y Risaralda) exhiben matrices mixtas donde coexisten comercio dinámico, un sector agropecuario importante y un sector público significativo. Para Caldas destacan comercio (18,1%), agricultura (16,0%) y administración pública y defensa (15,2%) como ejes principales; luego servicios públicos (7,0%), actividades inmobiliarias (5,1%) y manufacturas (9,7%) completan la base. El peso de Minería (1,8%) e información y comunicaciones (2,1%) son reducidos, con una matriz en la que el agro y los servicios explican gran parte del valor agregado. Finalmente, en Risaralda presenta el mayor peso relativo el comercio (22,0%), el valor más alto entre los departamentos del AID, seguido por administración pública y defensa (16,3%), manufacturas (11,4%) y agropecuario (10,1%); además, actividades inmobiliarias (5,4%), construcción

(5,3%) y actividades artísticas (5,0%) suman participaciones relevantes. Minería (0,3%) es mínima, reafirmando un sesgo hacia servicios y manufactura ligera.

En general, el comercio es un pilar transversal y aparece como el mayor aporte en Antioquia, Valle del Cauca, Caldas y Risaralda, y como segundo en Nariño; en Cauca y Nariño domina la administración pública y defensa. La industria manufacturera tiene un peso destacado especialmente en Valle del Cauca y Antioquia, mientras que la agricultura es proporcionalmente más importante en Nariño, Cauca y Caldas. La explotación de minas y canteras es baja en casi todos, salvo un peso relativamente mayor en Antioquia y Caldas, y muy marginal en Valle del Cauca y Risaralda.

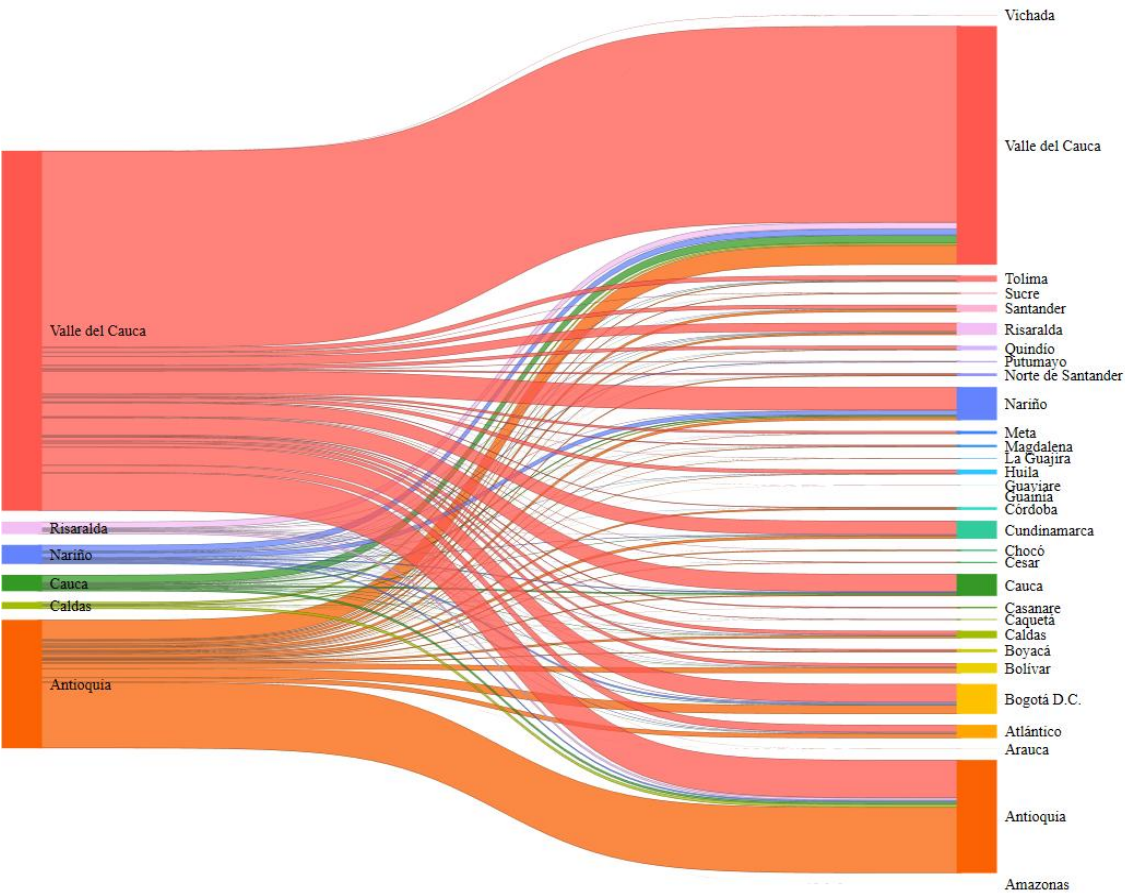
2.2 Movimiento de carga y cierres viales

Esta investigación utiliza datos mensuales desde 2017 hasta 2024 para el análisis. Se basa en dos fuentes de datos principales: el Instituto Nacional de Vías (INVIAS), que recopila los eventos de cierre y sus causas en tiempo real a nivel nacional, y del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC), que permite observar la evolución del tráfico de carga terrestre por tramos en los municipios de influencia directa, con el fin de realizar las estimaciones que permitan identificar la relación entre los cierres y el volumen de carga transportada. A partir de los datos extraídos del RNDC, correspondientes a los 12 meses de cada año entre 2015 y 2024, es posible observar los movimientos de carga origen - destino y destino – origen de los municipios de los seis departamentos de la Vía Panamericana con el resto del país.

El Gráfico 4 presenta la distribución espacial y la dinámica temporal de los flujos de carga que se originan en los municipios articulados a la Vía Panamericana y que se enviaron hacia otros departamentos del país durante el periodo 2015–2024. La evidencia muestra una estructura altamente concentrada en términos de generación de carga: Valle del Cauca se consolida como el principal emisor de mercancías, posición explicada por su función estratégica dentro del sistema logístico nacional, su proximidad al puerto de Buenaventura y su base industrial diversificada. En segundo lugar, aparece Antioquia, cuyo peso en la manufactura nacional y su conectividad con los mayores centros de consumo sostienen su rol como nodo logístico de alcance interregional. Más allá de esta concentración, la estructura del flujo revela un patrón denso de integración comercial intrarregional entre los departamentos del Pacífico.

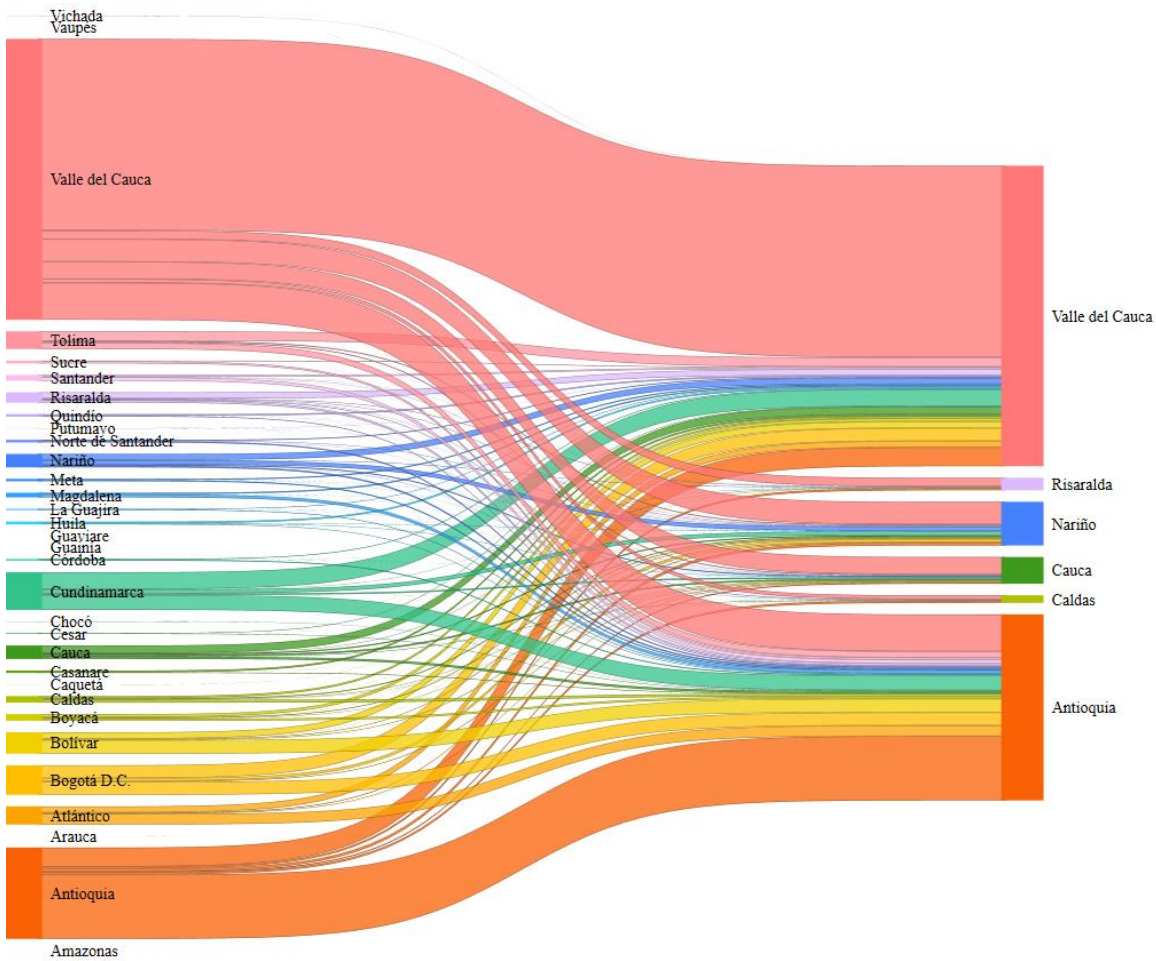
Si bien los intercambios dentro de la región siguen siendo significativos, una proporción importante de los despachos se dirige hacia otros departamentos, lo que reafirma la importancia de la Vía Panamericana no solo como corredor interno, sino como columna vertebral de la logística nacional. En relación con los destinos, además de las transferencias dentro del Pacífico, destacan como principales receptores Bogotá, Bolívar, Cundinamarca y Atlántico. Este comportamiento es coherente con la geografía económica del país: Bogotá y Cundinamarca concentran una porción relevante de la demanda interna debido a su tamaño poblacional y la densidad de actividades de servicios y comercio, mientras que Bolívar y Atlántico operan como plataformas portuarias y centros de procesamiento vinculados al tránsito internacional de mercancías.

Gráfico 4. Flujo del transporte de carga de los departamentos de la Vía Panamericana 2015 – 2024 (Origen – Destino)



Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC)

Gráfico 5. Flujo del transporte de carga de los departamentos de la Vía Panamericana 2015 – 2024 (Destino-Origen)



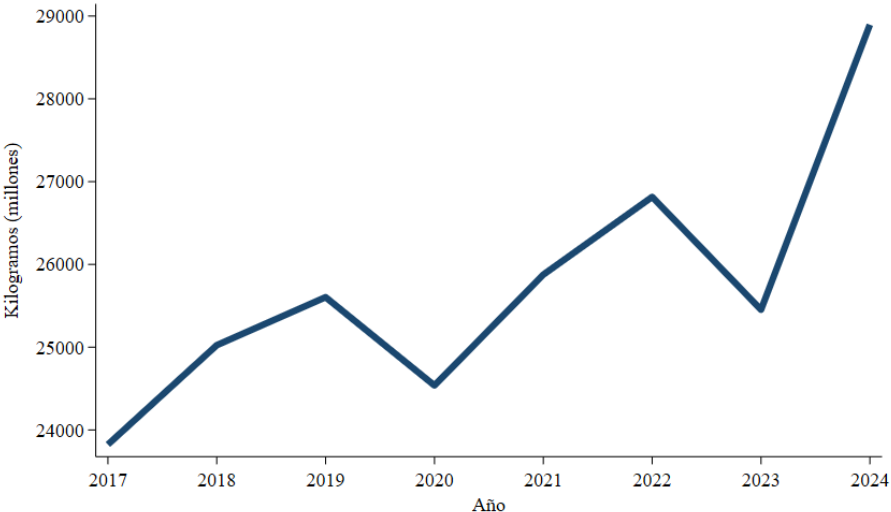
Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC)

El Gráfico 5 presenta la distribución espacial de los flujos de carga que arriban a los municipios conectados por la Vía Panamericana, discriminados según el departamento de origen para el periodo 2015–2024. La evidencia muestra una configuración claramente asimétrica en la geografía de los desplazamientos de mercancías, con un patrón dominado por los encadenamientos intrarregionales dentro de los departamentos del AID. Esta dinámica es coherente con el papel que desempeña la Vía Panamericana como eje estructurante de la logística de corto alcance y de las redes regionales de producción. Además del origen intrarregional, Bogotá y Cundinamarca emergen como uno de los principales

emisores de carga hacia los municipios del corredor, lo que ratifica su posición consolidada como núcleo logístico y centro nacional de distribución. De manera similar, los flujos originados en Antioquia y Bolívar evidencian la articulación del corredor con cadenas de suministro de escala nacional, asociadas tanto a actividades industriales (en el caso de Antioquia), como a dinámicas comerciales ligadas a infraestructura portuaria (en el caso de Bolívar).

En conjunto, la distribución observada sugiere que la Vía Panamericana opera simultáneamente como conector regional y articulador nacional. El corredor no solo facilita la circulación de bienes producidos dentro de la región Pacífica, sino que también integra flujos interregionales que dependen de su infraestructura para acceder a los mercados locales. Esta doble funcionalidad reafirma la importancia estratégica del corredor en la configuración del sistema logístico multimodal y territorial del país.

Gráfico 6. Evolución del volumen de carga en la Vía Panamericana, 2017-2024



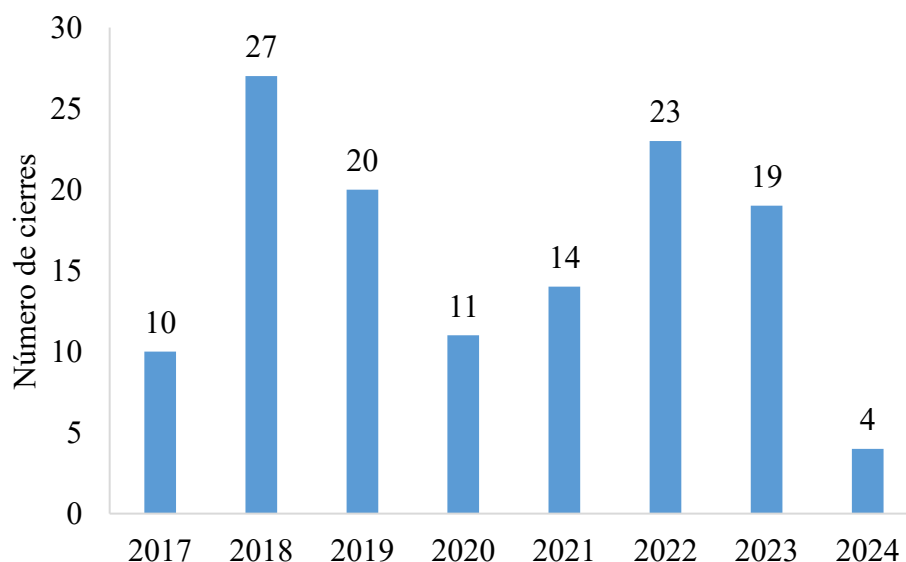
Fuente: Elaboración propia con datos del Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC) y del Instituto Nacional de Vías (INVIAS)

El Gráfico 6 muestra la evolución del volumen de carga transportada por la Vía Panamericana entre 2017 y 2024, expresado en millones de kilogramos (kg). Se observa una tendencia ascendente, pasando de 23.824 millones de kg en 2017 a 28.895 millones de kg en 2024, un aumento de aproximadamente 20%. Sin embargo, el comportamiento no es completamente

lineal, en 2020 se presenta una caída, asociada muy posiblemente a los efectos de la pandemia, y una segunda caída en 2023, la cual puede estar asociada a cierres por protestas y desastres naturales.

En total, el estudio abarca 18 municipios con 22 tramos afectados y fueron considerados 5 tipos de eventos que se pueden categorizar como desastres naturales: derrumbes, desbordamiento de río, deslizamientos de tierra, caída de árbol y caída de piedra (Gráficos 7 y 8). Esta metodología permite identificar de manera precisa cómo los eventos por desastres naturales afectan la dinámica del transporte de carga en los municipios y departamentos de influencia directa de la Vía Panamericana. La información sobre los cierres en esta carretera por desastres naturales corresponde a los reportes de estados de las vías del INVIAS.

Gráfico 7. Cierres viales totales por desastres naturales en la Vía Panamericana, 2017-2024



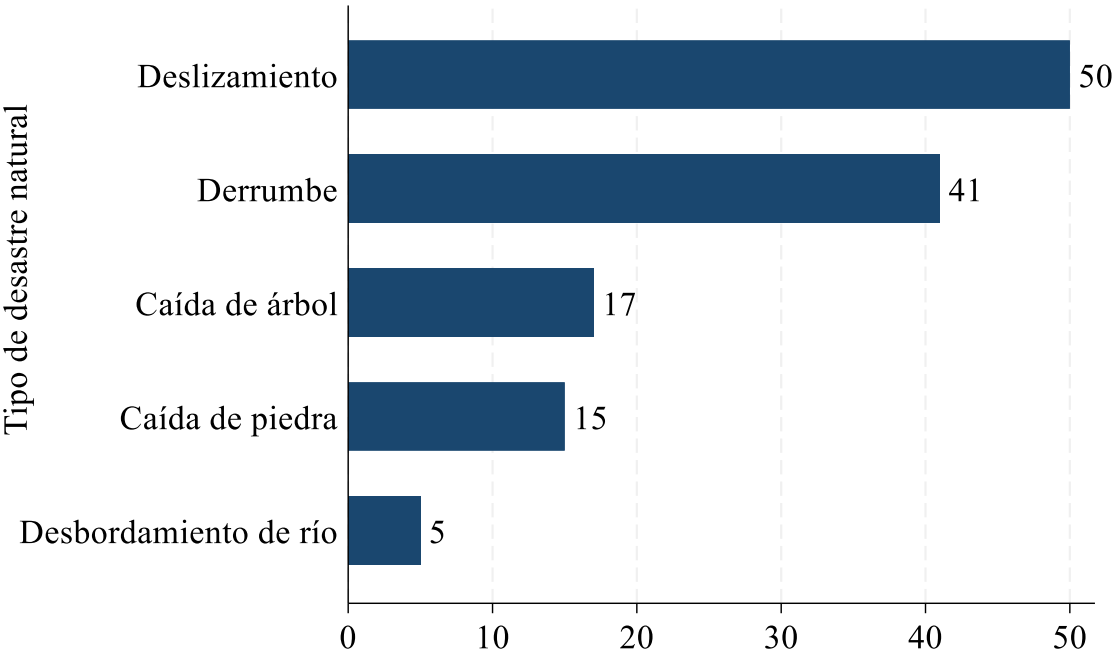
Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS)

Entre 2017 y 2024, los cierres viales totales por desastres naturales en la Vía Panamericana muestran una tendencia fluctuante. Las interrupciones totales alcanzaron un punto máximo de 27 cierres en 2018, una disminución durante la pandemia y un segundo pico significativo de 23 cierres en 2022. En el Gráfico 7 se refleja una disminución en 2024 cuando se llegó a

un total de cuatro cierres, el menos frecuente hasta el momento del periodo registrado, posiblemente ligado a una menor incidencia de deslizamientos de tierra.

El tipo de desastre natural que predominó como principal causa de cierres en la Vía Panamericana son los deslizamientos, con un total de 50 eventos, seguidos por derrumbes con 41 casos. Estos dos tipos de desastres representaron más del 70% de los cierres totales, lo que podría deberse a que gran parte de la vía pasa por municipios montañosos que son más propensos a deslizamientos y derrumbes. Eventos como caída de material que engloba desplome de árboles y piedras tuvieron un total de 17 y 15 cierres, respectivamente. Por último, desbordamiento de río es el evento menos frecuente con un total de cinco cierres dentro del periodo analizado (Gráfico 8).

Gráfico 8. Cierres viales totales por tipo de desastre natural de la Vía Panamericana, 2017-2024

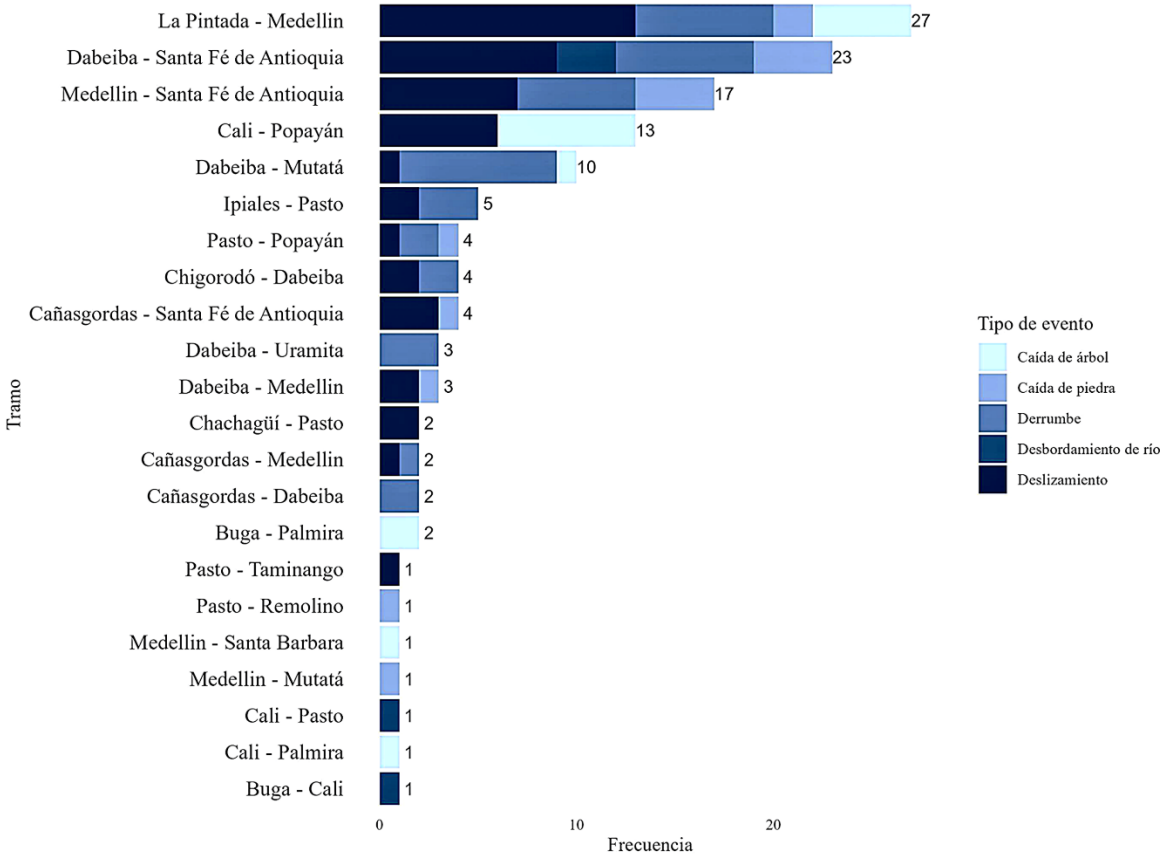


Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS)

El Gráfico 9 permite identificar los tramos críticos donde los desastres naturales han afectado con mayor intensidad. El trayecto más impactado es La Pintada – Medellín con 27 cierres en total, seguido de Dabeiba- Santa Fe de Antioquia y Medellín – Santa Fe de Antioquia. Siendo mayormente perjudicados por deslizamientos y derrumbes durante el periodo 2017-2024.

Los otros eventos como caída de árboles, piedras y desbordamiento de río tienen menor incidencia, pero también están presentes en varios de los tramos.

Gráfico 9. Cierres viales por tramos de la Vía Panamericana y tipo de desastre natural 2017-2024



Fuente: Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Vías (INVIAS) y el Registro Nacional de Despacho de Carga (RNDC)

3 Estimación

Este estudio emplea una estimación gravitacional para analizar el impacto de los desastres naturales sobre el transporte de carga en la Vía Panamericana. Se utilizaron datos provenientes de dos entidades territoriales (INVIAS y RNDC), correspondientes a un periodo mensual entre 2017 y 2024. La información incluye los tramos afectados por cierres viales, su frecuencia, el valor del flete y el volumen de transporte de carga (en kilogramos), así como

el origen y destino de la carga en los municipios con influencia directa dentro de los 6 departamentos que conforman la Vía Panamericana.

La muestra utilizada para la estimación contiene 5.546.489 observaciones, correspondientes a los flujos de carga entre los municipios en la Vía Panamericana durante el periodo 2017 – 2024. Se construye una matriz completa de pares posibles origen-destino para cada mes y año, lo que permite conformar un panel balanceado que incluye tanto los flujos observados como aquellos en los que no se registraron viajes o afectaciones viales. Esta estructura es necesaria para capturar todas las relaciones posibles entre municipios de la Vía Panamericana para el modelo gravitacional y coherente con los requerimientos de la estimación a emplear.

En particular, se utiliza el estimador *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (PPML), una técnica ampliamente utilizada en este tipo de modelos gravitacionales (Santos Silva y Teneyro, 2006, 2011). Este enfoque aplicado al comercio, parte de la premisa de que la magnitud de los flujos comerciales entre dos países, regiones o ciudades está determinada directamente por el tamaño de sus economías y, de manera inversamente proporcional, por la distancia que los separa. Básicamente, economías más robustas tienden a comerciar más entre sí, mientras que la distancia geográfica limita la intensidad de dicho intercambio (Ayala-García y Pérez-Ruidiaz, 2024). La elección del PPML se justifica por su capacidad para generar resultados robustos incluso en presencia de heterocedasticidad y observaciones con valores cero que en comparación a otros métodos tienden a excluir (Santos Silva y Teneyro, 2006). El modelo es el siguiente:

$$T_{jit} = \exp\{\beta_1 + \beta_2 DN_t + \omega_{ji} + \lambda_{it} + e_{jit}\}. \quad (1)$$

T_{jit} representa la variable dependiente, que en nuestro caso será: i) el volumen de carga transportada desde el municipio i hacia el municipio j en el mes t , y ii) el precio pagado como medida del costo de transporte. DN es una variable independiente que representa los cierres en la Vía Panamericana de dos maneras distintas: i) una variable dummy que toma el valor de uno si el tramo de la Vía Panamericana fue cerrado en el mes t , y ii) la frecuencia de los cierres en un mes particular. El modelo considera efectos fijos diádicos por municipios de origen y destino, representados por ω_{ji} , los cuales controlan por la resistencia multilateral

con factores constantes en el tiempo como la distancia entre el municipio de origen y el de destino, características geográficas comunes como compartir una frontera, entre otros. También se incluyen tendencias específicas para el movimiento de carga por municipio de origen, λ_{it} , y un término error estocástico, e_{jit} .

La literatura existente respalda el uso del PPML en modelos gravitacionales porque permite manejar variables con múltiples ceros, heterogeneidad entre pares de lugares y estimar modelos con varios efectos fijos, como lo muestra Larch et al. (2019), quienes ofrecen un método que incorpora efectos fijos de alta dimensión y demuestran que los resultados son más consistentes en comparación con modelos lineales, al estimar el comercio bilateral de países que comparten una unión monetaria. En otros estudios donde el método PPML es aplicado al transporte, Amankwah-Amoah et al. (2025) demuestran que, ante mejoras de la calidad de la infraestructura de transporte pueden reducir los costos de comercio, este método soluciona los problemas de sesgo que se producen cuando se utiliza un OLS. De forma similar, Kim et al. (2022) encuentran que reducir los costos comerciales y el tiempo de traslado en los cruces fronterizos en los países de la Cooperación Económica Regional de Asia Central (CAREC) incrementan los flujos comerciales aplicando este método de regresión. Para el caso colombiano, Malkún (2025) documenta las interrupciones políticas sobre las exportaciones a Venezuela se reducen significativamente aplicando este estimador. Mientras que Ayala-García y Pérez-Ruidiaz, (2024) muestran cómo los cierres por desastres naturales en la Vía al Llano aumentan los costos de transporte y reducen el volumen de carga. Estas literaturas concluyen que, frente a choques que alteran la movilidad o los costos de transporte en modelos gravitacionales aplicados al comercio, el PPML es el estimador adecuado, ya que evita sesgo, maneja ceros y captan de forma coherente la relación entre tiempos, costos de transporte y flujos de carga.

4 Resultados

En primer lugar, se evaluó la relación que existe entre los cierres en la Vía Panamericana y el volumen de carga transportada cuyos resultados se muestran en la Tabla 1. Para medir los cierres en la Vía Panamericana se utilizó una medida del margen extensivo (afectación) que indica si hubo o no al menos un cierre en el mes en particular. Los resultados muestran que

la presencia de cierres tiene un efecto negativo y significativo sobre el volumen de carga en todas las estimaciones. En particular, el coeficiente asociado a la variable afectación es -0.0172 en la primera especificación, sin el uso de las tendencias específicas y los efectos fijos. En la segunda estimación, en donde se tienen en cuenta los efectos fijos, el coeficiente es de -0.0097. Y en la tercera estimación, donde aplicamos tendencias específicas para municipio de origen-destino, se obtiene un coeficiente de -0.0096. En general no se evidencia un cambio significativo respecto a la anterior estimación; sin embargo, se alcanza una mayor significancia del Pseudo- R^2 que aumentó de 0.960 a 0.971, lo que indica mayor ajuste. Teniendo en cuenta este análisis, procedimos a escoger la estimación 3, ya que cuenta con el mayor ajuste *Pseudo-R2*. En otras palabras, quiere decir que la ocurrencia de un cierre en un mes dado se asocia con una reducción aproximada del 1% del Volumen de carga transportada.

Tabla 1. Resultados de la estimación de los cierres y volumen de carga transportada

| Variable dependiente: Volumen de carga | (1) | (2) | (3) |
|---|------------------------|------------------------|------------------------|
| Afectación | -0.0172*** (0.0041) | -0.0097** (0.0046) | -0.0096** (0.0046) |
| Contante | 15.3429*** (0.0026) | 15.3399*** (0.0029) | 15.3804*** (0.0029) |
| Tendencias específicas | No | No | Si |
| Efecto fijo año | No | Si | Si |
| Efecto fijo mes | No | Si | Si |
| Observaciones | 1,740,564 | 1,740,564 | 1,740,564 |
| Pseudo- R^2 | 0.960 | 0.960 | 0.971 |

Notas: Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Todas las especificaciones incluyen efecto fijo de origen - destino, así como tendencias específicas para municipios de origen.

Fuente: Estimaciones de los autores.

Por otra parte, se estimó el impacto de los cierres en la Vía Panamericana sobre los costos de transporte, específicamente los costos promedio por kilogramo de carga por cada pareja de municipio de origen-destino. Los resultados del modelo gravitacional se presentan en la Tabla 2. Muestran que la variable afectación tiene un efecto positivo y estadísticamente significativo cuando se incluyen efectos fijos y tendencias específicas. En particular, el coeficiente de la estimación 3, que nos ofrece un Pseudo- R^2 de 0.567, indica que la

ocurrencia de un cierre en el mes se asocia con un incremento aproximado al 1% en el costo de transporte. Aunque el efecto es pequeño en magnitud, su significancia estadística sugiere que los cierres viales impactan en los costos de transporte.

Tabla 2. Resultados de la estimación de los cierres viales y los costos de transporte

| Variable dependiente | (1) | (2) | (3) |
|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Costo de transporte | | | |
| Afectación | 0.0021 (0.0037) | 0.0097** (0.0040) | 0.0098** (0.0040) |
| Contante | 5.0272*** (0.0023) | 5.0239*** (0.0025) | 5.1078*** (0.0025) |
| Tendencias específicas | No | No | Si |
| Efecto fijo año | No | Si | Si |
| Efecto fijo mes | No | Si | Si |
| Observaciones | 1,721,945 | 1,721,945 | 1,721,945 |
| Pseudo- R^2 | 0.520 | 0.521 | 0.567 |

Errores estándar robustos en paréntesis. *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$. Todas las especificaciones incluyen efecto fijo de origen - destino, así como tendencias específicas para municipios de origen.
Fuente: Estimaciones de los autores.

Por ende, los resultados sugieren que durante el periodo 2017-2024, la ocurrencia de cierres por desastres naturales en la Vía Panamericana tuvo un efecto significativo tanto sobre el volumen de carga movilizada como sobre los costos promedio de transporte. Si bien se esperaba un impacto mayor, la baja magnitud puede explicarse por la existencia de rutas alternas en los departamentos del suroccidente y el eje Cafetero, que amortiguan el efecto de las interrupciones permitiendo desviar el tráfico cuando ocurre un cierre en los municipios de influencia directa reduciendo así, el impacto en los costos y el volumen de carga. Además, el hecho de que los resultados no sean tan influyentes podría relacionarse con la duración relativamente corta de los cierres en la Panamericana. En la mayoría de los casos, las interrupciones se resuelven en pocos días y al no prologarse por semanas el efecto agregado en las estadísticas sea menos visible. A diferencia de la Vía al Llano, donde el tiempo de viaje puede extenderse por periodos más largos (Ayala-García y Pérez-Ruidiaz, 2024).

Este resultado contrasta con lo común en la literatura que analiza choques similares en el comercio. El corredor de la Vía al Llano, donde la falta de vías alternas provoca que, frente a un cierre, se vean afectados considerablemente en un 40% el valor del flete y una reducción del 48% en los volúmenes transportados (Ayala-García y Pérez-Ruidiaz, 2024). En otros países, Kim et al. (2022) evidencia que reducciones en tiempos y costos en los cruces fronterizos del CAREC incrementa el comercio entre 1% y 2%. Mientras que, Amankwah-Amoah et al. (2025) encuentran que mejoras en la calidad de la infraestructura del transporte puede reducir los costos comerciales en un 0,46% entre economías emergentes y 0,25% entre economías desarrolladas. Incluso dentro de Colombia, choques distintos a los desastres naturales, como las interrupciones políticas en la frontera con Venezuela, han generado pérdidas de 6.000 millones de dólares entre 2010 y 2015 (Malkún, 2025).

5 Conclusiones

Este documento evalúa el impacto de los desastres naturales en el comercio subnacional, analizando los efectos de los cierres en la Vía Panamericana sobre el movimiento de carga y los costos de los fletes durante el periodo 2017-2024. Con datos provenientes RND, que ofrecen el registro de las rutas, mercancías transportadas, y del INVIAS del Ministerio de transporte, que reportan en tiempo real de los cierres viales a nivel nacional, se emplea un modelo gravitacional mediante el estimador *Poisson Pseudo Maximum Likelihood* (PPML).

Dentro del periodo analizado, se registró un total de 128 cierres viales por desastres naturales y el año con mayor número de cierres fue el 2018 con un total de 27 cierres. Además, el 70% de los cierres fueron originados por deslizamientos y derrumbes, esto podría deberse a que gran parte de los municipios afectados se encuentran en zonas montañosas. Por otra parte, uno de los tramos más afectados fue La Pintada-Medellín, que acumuló un total de 27 cierres, y, en segundo lugar, Dabeiba- Santa Fé de Antioquia con un total de 23 cierres dentro del periodo de estudio, en su mayoría afectados por deslizamientos y derrumbes.

Los resultados de las estimaciones muestran que los cierres por desastres naturales en la Vía Panamericana tienen un efecto estadísticamente significativo sobre el movimiento de carga, siguiendo las estimaciones del modelo PPML con efectos fijos y tendencias específicas. No

obstante, la magnitud del efecto es bajo: una reducción de -0,0096 para el volumen de carga y un aumento del 0,0098 del costo del transporte. Este efecto es posible que se deba a la existencia de rutas alternas en los departamentos del Eje cafetero y el suroccidente del país, que desvían el tráfico cuando ocurre un cierre, y por la corta duración de la mayoría de estos eventos.

Estos hallazgos contrastan con lo observado en la Vía al Llano ya que la falta de vías alternas convierte cada cierre en un choque considerable en la economía de la región. Esto se evidencia en el hecho de que un cierre generó una reducción cercana del 48% del volumen de carga y un aumento del 40% en el valor del flete entre los años 2015 y 2022 (Ayala-García y Pérez-Ruidíaz, 2024). Otras literaturas muestran que, en otros países, otras variables pueden influir en el flujo comercial. Por ejemplo, las reducciones en tiempos y costos en los cruces fronterizos del CAREC incrementó el comercio entre 1% y 2% (Kim et al., 2022). Además, existe evidencia que mejoras en la calidad de la infraestructura del transporte puede reducir los costos comerciales en un 0,46% entre economías emergentes y 0,25% entre economías desarrolladas (Amankwah-Amoah et al., 2025).

A pesar de que la Vía Panamericana es altamente vulnerable a desastres naturales, los efectos económicos en los municipios del área de influencia directa se ven mitigados. Este contraste junto a la Vía al Llano, refuerza la idea de mantener rutas alternas y priorizar inversiones en tramos críticos puede garantizar la continuidad del comercio regional ante desastres naturales.

6 Referencias

- Amankwah-Amoah, J., Bai, Y., Liu, L., Wang, S., & Zhang, H. (2025). Bridging the gap: how transport infrastructure reduces bilateral trade costs to fuel GDP growth. *Journal of Chinese Economic and Business Studies*, 23(2), 295-320. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/14765284.2025.2472502>
- Ayala-García, J., y Ospino-Ramos, K. (2023). Desastres naturales en Colombia: un análisis regional. Documento sobre economía regional y urbana; No. 317.
- Ayala-García, J., y Pérez-Ruidiaz, D. (2024). Impacto de los desastres naturales en la Vía al Llano sobre el movimiento de carga. Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana; No.329. https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/10972/DTSER_U_329.pdf
- Bateman, A. D. (1961). La carretera panamericana en Colombia. *Boletín de la Sociedad Geográfica de Colombia*, 19(69-70).
- Beltrán Ch, Jesica Wendy, y De David, Cesar. (2015). Dimensión espacial del desarrollo en el departamento del Cauca, Colombia: La vía Panamericana como eje de aglomeración. *Pampa (Santa Fe)*, (11), 39-62. Recuperado en 01 de septiembre de 2025, de: [Dimensión espacial del desarrollo en el departamento del Cauca, Colombia: La vía Panamericana como eje de aglomeración](#)
- Carmona, M. E. (2025). Evaluación del impacto de los cierres viales en el desempeño logístico de las cadenas de suministro en la región Pacífico de Colombia. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11522/4767>
- De Valencia, Z. M. A. (2004). *Regulación de los servicios de transporte en Colombia y Comercio Internacional*. DNP... [Microsoft Word - 265-Regulacion servicios transporte en Colombia y Co Inter...](#)
- Kim, K., Mariano, P., & Abesamis, J. (2022). Trade impact of reducing time and costs at borders in the Central Asia regional economic cooperation region. *Emerging Markets Finance and Trade*, 58(9), 2602-2619. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/1540496X.2021.2007877>
- Larch, M., Wanner, J., Yotov, Y. V., & Zylkin, T. (2019). Currency unions and trade: A PPML re-assessment with high-dimensional fixed effects. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 81(3), 487-510. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/obes.12283>
- Malkún Montoya, S. (2025). Partners to Rivals: The Interruption to Trade in the Colombian–Venezuelan Border. <https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/5a90579d-95de-4390-8783-78fac08f4176>
- Mejía Roldan, A. J., Cárdenas Góez, L. S., y Morales Muriel, M. L. (2016). El escollo de la carretera Panamericana. <https://repositorio.esumer.edu.co/handle/esumer/1348>

- Ministerio de Transporte, (2001). Operación del transporte de carga por carretera en Colombia.
- Ministerio de Transporte, (2023). Transporte en cifras 2022. [Consulta el históricos de documentos:](#)
- Ministerio de Transporte, (2024). Transporte en cifras 2024. Disponible en <https://mintransporte.shinyapps.io/transporteencifrasapp2025/>
- Observatorio económico y Cámara de comercio de pasto. (2023). Bloqueo vía Panamericana: Afectación económica en el departamento de Nariño. <https://ccpasto.org.co/wp-content/uploads/2023/02/BOLETIN-IMPACTO-ECONOMICO-BLOQUEO-VIA-PANAMERICANA-2023.pdf>
- Orozco Cuello, C., Sanandres Campis, E., y Molinares Guerrero, I. (2012). Colombia, Panamá y la Ruta Panamericana: encuentros y desencuentros. *Memorias: Revista Digital de Historia y Arqueología desde el Caribe*, (16), 101-130.
- Pachón, Á., & Ramírez, M. T. (2006). *La infraestructura de transporte en Colombia durante el siglo XX*. Bogotá: Fondo de Cultura Económica & Banco de la República.
- Páez Sánchez, C. A., Rocha González, J. E., y Arango López, J. A. (2019). Caracterización del origen de la carga movilizada por carretera en Colombia durante el periodo 2013-2018. *Revista Ingeniare*, 15(26).
- Pérez, G. (2005). La infraestructura del transporte vial y la movilización de carga colombiana. Documentos de Trabajo sobre Economía Regional y Urbana 64. pp.73 Banco de la República. CEER. Cartagena. Colombia. <https://goo.gl/h8whw8>.
- Ramírez, M. (coordinadora); Collazos, M.; García, J.; Hahn, L.; Melo, L.; Montenegro, A.; Montes, E.; Lancheros, P.; Toro, J.; Zárate, H. (2021). La inversión en infraestructura de transporte y la economía colombiana. *Ensayos sobre Política Económica (ESPE)*, núm. 99, mayo, DOI: 10.32468/espe.99.
- Rodríguez Rosas, C. (2013). Análisis del transporte de carga en Colombia, para crear estrategias que permitan alcanzar estándares de competitividad e infraestructura internacional. <http://repository.urosario.edu.co/handle/10336/4537>
- Silva, J. S., & Tenreiro, S. (2006). The log of gravity. *The Review of Economics and statistics*, 641-658.
- Silva, J. S., & Tenreiro, S. (2011). Further simulation evidence on the performance of the Poisson pseudo-maximum likelihood estimator. *Economics Letters*, 112(2), 220-222. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165176511001741>